ISSN 2708-955X (print)
ISSN 2709-6033 (on-line)

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
SUMQAYIT DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
СУМГАИТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

MINISTRY OF EDUCATION OF
AZERBAIJAN REPUBLIC
SUMGAYIT STATE UNIVERSITY

KONFRANS
MATERİALLARI

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ
CONFERENCE PROCEEDINGS

2022 № 7

SUMQAYIT - 2022

2022 № 7
MATERİALLARI
KONFRANS

ISSN 2708-955X (print)
ISSN 2709-6033 (on-line)

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
SUMQAYIT DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
СУМГАИТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

MINISTRY OF SCIENCE AND EDUCATION AZERBAIJAN REPUBLIC
SUMGAYIT STATE UNIVERSITY

KONFRANS MATERİALLARI

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИЙ

CONFERENCE PROCEEDINGS

2022 № 7

SUMQAYIT – 2022
СУМГАИТ – 2022
SUMGAYIT – 2022

Sumqayıt Dövlət Universiteti
Konfrans materialları

REDAKSİYA HEYƏTİ

ELXAN HÜSEYNOV *prof., rektor (baş redaktor)*
RAMAZAN MƏMMƏDOV *prof., elm və innovasiyalar üzrə prorektor, (baş redaktor müavini)*
ƏKBƏR AĞAYEV *prof. (təbiət və texniki elmlər bölməsi üzrə məsul katib)*
NİGAR İSGƏNDƏROVA *prof., (sosial və humanitar elmlər bölməsi üzrə məsul katib)*

Сумгаитский государственный университет
Материалы конференций

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

ЭЛЬХАН ГУСЕЙНОВ *проф., ректор (главный редактор)*
РАМАЗАН МАМЕДОВ *проф., проректор по науке и инновациям (заместитель главного редактора)*
АКПЕР АГАЕВ *проф. (ответственный секретарь раздела естественных и технических наук)*
НИГЯР ИСКЕНДЕРОВА *проф., (ответственный секретарь раздела социальных и гуманитарных наук)*

Sumgayit State University
Conference proceedings

EDITORIAL BOARD

ELKHAN HUSEYNOV *prof., rector (chief editor)*
RAMAZAN MAMMADOV *prof., vice-rector for science and innovations, (deputy chief editor)*
AKBAR AGAYEV *prof. (executive secretary of the department of natural and technical sciences)*
NIGAR ISGANDAROVA *prof., (executive secretary of the department of social and humanitarian sciences)*

TƏTBİQİ FİZİKA VƏ ENERGETİKANIN AKTUAL MƏSƏLƏLƏRİ

III BEYNƏLXALQ ELMİ KONFRANS
(27-28 oktyabr 2022)

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ

III МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
(27-28 октября 2022)

ACTUAL PROBLEMS OF APPLIED PHYSICS AND ENERGETICS

III INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
(October 27-28, 2022)

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ
SUMQAYIT DÖVLƏT UNİVERSİTETİ
RUSİYA FEDERASİYASININ ELM VƏ ALİ TƏHSİL NAZİRLİYİ
TATARISTAN RESPUBLİKASININ TƏHSİL VƏ ELM NAZİRLİYİ
FEDERAL PEŞƏ TƏHSİLİ DÖVLƏT BÜDCƏ TƏHSİL TƏŞKİLATI
KAZAN DÖVLƏT ENERGETİKA UNİVERSİTETİ

TƏTBİQİ FİZİKA VƏ ENERGETİKANIN AKTUAL MƏSƏLƏLƏRİ

III BEYNƏLXALQ ELMİ KONFRANS

27-28 oktyabr 2022

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
СУМГАИТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ

III МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

27-28 октября 2022

MINISTRY OF SCIENCE AND EDUCATION OF THE REPUBLIC OF AZERBAIJAN
SUMGAIT STATE UNIVERSITY
MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN
FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
«KAZAN STATE POWER ENGINEERING UNIVERSITY»

ACTUAL PROBLEMS OF APPLIED PHYSICS AND ENERGETICS

III INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE FOR THE

October 27-28, 2022

Sumqayıt - 2022

TƏŞKİLAT KOMİTƏSİ *** ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ ***ORGANIZING COMMITTEE

Həmsədrlər

Hüseynov E.B.	SDU-nun rektoru, professor
Abdullazyanov E.Y.	KDEU-nun rektoru, dosent

Sədr müavinləri

Məmmədov R.S.	SDU-nun Elm və innovasiyalar üzrə prorektoru, professor
Axmetova İ.Q.	KDEU-nun inkişaf və innovasiyalar üzrə prorektoru, professor

Üzvlər

Talıbov N.H.	SDU-nun Tədrisin təşkili və təlim texnologiyaları üzrə prorektoru, dosent
Atayev Q.N.	SDU-nun Beynəlxalq əlaqələr üzrə prorektoru, dosent
Xəlilov E.Ş.	SDU-nun Sosial məsələlər və ictimaiyyətlə əlaqələr üzrə prorektoru, dosent
Hacıyev N.İ.	SDU-nun İqtisadi məsələlər üzrə prorektoru
Məmmədov Ə.A.	SDU-nun Ümumi işlər üzrə prorektoru
Əhmədova T.Ə.	SDU-nun Fizika və elektroenergetika fakültəsinin dekanı, dosent
Valeyeva Y.S.	KDEU-nun Nəşr aktivliyi mərkəzinin direktoru, dosent
Zərbəliyev M.M.	SDU-nun Bərk cisim və yarımkeçiricilər fizikası kafedrasının müdiri, professor
Hüseynov T.K. ***(məsul katib)***	SDU-nun Elektromexanika kafedrasının müdiri, dosent
Kalinina M.V. ***(məsul katib)***	KDEU-nun Nəşr aktivliyi mərkəzinin elmi redaktoru
Hacıbalayev N.M.	SDU-nun Elektrotexnika və energetika kafedrasının müdiri, dosent
Məmmədov F.Ə.	SDU-nun Fizika və onun tədrisi metodikası kafedrasının müdiri, dosent
Orucov S.K.	SDU-nun Elmi hissənin müdiri, dosent
Xəlilov S. A.	SDU-nun Doktorantura və magistratura şöbəsinin müdiri, dosent
Fətullayeva S.A.	SDU-nun Beynəlxalq əməkdaşlıq və əcnəbi tələbələr şöbəsinin müdiri
Abdullayev A.N.	SDU-nun Linqvistik Mərkəzinin rəhbəri

PROQRAM KOMİTƏSİ *** ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ ***PROGRAM COMMITTEE

Cavad Abdinov	akademik	Azərbaycan
Afiq Həsənov	AMEA-nın müxbir üzvü	Azərbaycan
Vəli Hüseynov	AMEA-nın müxbir üzvü	Azərbaycan
Nail Kaşapov	TEA-nın müxbir üzvü	Rusiya Federasiyası
Əhməd Abdinov	professor	Azərbaycan
Abdula Abdulkadırov	professor	Azərbaycan
Əşrəf Balamətov	professor	Azərbaycan
Ramiz Hümbətov	professor	Azərbaycan
Aqil Hüseynov	professor	Azərbaycan
Vaqif Həsənov	professor	Azərbaycan
Siyasət Məmmədov	professor	Azərbaycan
Məhəmmədəli Zərbəliyev	professor	Azərbaycan
İrina Axmetova	professor	Rusiya Federasiyası
Mussa Başarov	professor	Rusiya Federasiyası
Natalya Çiçirova	professor	Rusiya Federasiyası
Vladimir İlyin	professor	Rusiya Federasiyası
İqor İvşin	professor	Rusiya Federasiyası
Nikolay Korovkin	professor	Rusiya Federasiyası
Oleq Kozelkov	professor	Rusiya Federasiyası
Zuxra Pavlova	professor	Rusiya Federasiyası
Vladimir Plotnikov	professor	Rusiya Federasiyası
Aleksandr Qolenişev-Kutuzov	professor	Rusiya Federasiyası
Damir Qubayev	professor	Rusiya Federasiyası
Emil Şamsutdinov	professor	Rusiya Federasiyası
Oleq Sirotkin	professor	Rusiya Federasiyası
Yuriy Vankov	professor	Rusiya Federasiyası
Aleksandr Yaşkov	professor	Qazaxıstan
Elvira Zvereva	professor	Rusiya Federasiyası
İman Askerzade	professor	Türkiyə
Salim Umarov	professor	Özbəkistan
Yu Seonq-Ço	professor	Cənubi Koreya
Kazimir Yanuşkeviç	professor	Belarusiya
Hüseynqulu Quliyev	dosent	Azərbaycan
İvan Bandurin	dosent	Rusiya Federasiyası
Andrey Dmitriyev	dosent	Rusiya Federasiyası
Rustem Xusnitdinov	dosent	Rusiya Federasiyası

PLENAR İCLAS

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

PLENARY SESSION

NEW APPROACH TO DETERMINATION OF CRYSTALLINE STRONG ELECTRIC FIELD

[1,2,3,4]**Vali A. Huseynov**, [2]**Rania Merzouki Rouggani**

[1] *Laboratory for Physics of Cosmic Ray Sources, Institute of Physics, Baku, Azerbaijan,*
[2] *Department of Physics, Baku Engineering University, Khirdalan, Hasan Absheron, Baku, Azerbaijan,*
[3] *Department of Physics and its Teaching Methods, Sumgayit State University, Sumgayit, Azerbaijan*
[4] *Department of Engineering Physics and Electronics Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan*
vgusseinov@yahoo.com ,vehuseynov@beu.edu.az ; rrougganimerzouki@std.beu.az

Keywords*: low-energy neutrinos, single crystals, transversely polarized electrons, effective magnetic field in single crystals, crystalline strong electric field*

We investigate the scattering of low-energy neutrinos at the accelerated electron beam passing through the single crystals possessing strong internal electrostatic field in the framework of the Weinberg-Salam electroweak interaction theory. We propose a new method of determination of the magnitude of the strong electrostatic field existing in some single crystals.

1. Introduction

A number of single crystals possess strong internal electrostatic field (eg, Ge, W, C) (Table 1). The natural question arises: how to determine the magnitude of the internal electrostatic field existing in single crystals precisely? Namely, this question is one of the main motivations of our investigation presented in this work.

Crystal	$E\ (V/cm)$
Ge	1.44×10^{11}
W	5×10^{11}
C	$\gtrsim 10^{12}$

Table 1. Values of the electric fields in some single crystals [1, 2, 4, 7].

For this purpose, we calculate the average value of the third component of the momentum of the scattered electron in the processes

$$\nu_i + e^- \to \nu_i^{'} + e^{-\prime} \tag{1}$$

where $\nu_i = \nu_e,\ \nu_\mu,\ \nu_\tau$ are the three flavours of neutrinos in the initial state, $\nu_i^{'} = \nu_e^{'},\ \nu_\mu^{'},\ \nu_\tau^{'}$ are the three flavours of neutrinos in the final state.

In this work we will substantiate that the average value of the third component of the momentum of the scattered electron in the processes (1) is a function depending on the magnitude of the electrostatic field existing inside some single crystals like a tungsten, a diamond etc. In fact, measurement of the average value of the third component of the momentum of the scattered electron enables us to determine the magnitude of the crystalline strong electrostatic field. To find the average value of the third component of the momentum of the scattered electron, first of all, we calculate the differential probability of the processes (1) in the framework of the Weinberg-Salam electroweak interaction theory. We consider the scattering of low-energy neutrinos at transversely polarized accelerated electrons passing through the single crystals possessing strong internal electrostatic field. The electrons passing through such crystals experience the action of an extended effective magnetic field (Table 2). So, we investigate the process (1) in a constant homogenous (effective) magnetic field. We disregard non-homogeneity of the internal electrostatic field (effective magnetic field).

Crystal	$E\ (V/cm)$	$\varepsilon_{cr}\ (GeV)$	$H_{ef}\ (Gauss)$
Ge	1.44×10^{11}	47	4.8×10^{8}
W	5×10^{11}	13.6	1.67×10^{9}

Table 2. Values of the effective magnetic fields in some single crystals [1, 2, 4, 7]

2. Methods

We use the Feynman diagram technique [3] and the exact wave function method [6]. The related Feynman diagrams of the processes $\nu_i e^- \to \nu_i^{'} e^{-\prime}$ are given by the Fig.1.

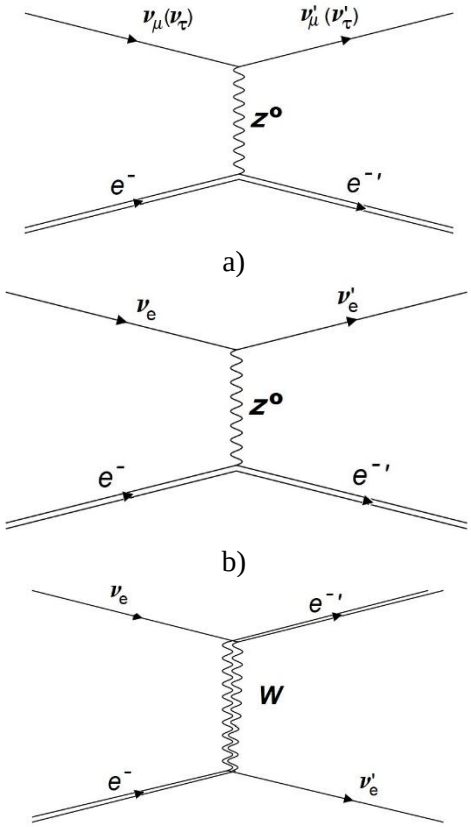


Fig 1. The Feynman diagrams describing the processes $\nu_i e^- \to \nu_i^{'} e^{-\prime}$

3. Differential probability of the process

At first, we calculate the differential probability of the elastic scattering process describing by the reaction $\nu_\mu e^- \to \nu_\mu{}^{'} e^{-'}$ (or $\nu_\tau e^- \to \nu_\tau{}^{'} e^{-'}$) when a Z-boson propagator only contributes.

We assume that electrons in the initial and final states are ultra-relativistic

$$\varepsilon^2 \gg m_e^2, \qquad \varepsilon^{'2} \gg m_e^2 \tag{2}$$

where $= \gamma m_e$, $\gamma = \sqrt{1 + 2fn + (p_z/m_e)^2}$, p_z and n are the energy, relativistic factor, z-component of the momentum and the number of the Landau energy level belonging to the electron in the initial state, respectively. The primed quantities $\varepsilon^{'} = \gamma^{'} m_e$, $\gamma^{'} = \sqrt{1 + 2fn^{'} + (p_z^{'}/m_e)^2}$, $p_z^{'}$ and $n^{'}$ belong to the electron in the final state. f is the dimensionless field parameter characterizing the external magnetic field $f = B/B_0$ where B is the magnitude of the magnetic field vector $\vec{\boldsymbol{B}}$ that is directed along the z-axis and $B_0 = m_e^2/e \cong 4.414 \times 10^{13} G$ is the Schwinger field strength in the system of units $c = \hbar = 1$. B is assumed to be $B \ll B_0$ (or $f \ll 1$). We also assume that electrons in the initial and final states possess large transverse momenta

$$p_\perp = (2eBn)^{1/2} = m_e(2fn)^{1/2} \gg m_e, \tag{3}$$

$$p_\perp^{'} = \left(2eBn^{'}\right)^{1/2} = m_e\left(2fn^{'}\right)^{1/2} \gg m_e. \tag{4}$$

The assumptions $\varepsilon^2 \gg m_e^2$, $\varepsilon^{'2} \gg m_e^2$, $p_\perp \gg m_e$, $p_\perp^{'} \gg m_e$ and $f \ll 1$ mean that the main contribution to the differential probability of the process comes from the electron states occupying high Landau levels (n, $n^{'} \gg 1$). In this case motion of the electrons in the initial and final states are semiclassical.

We consider the case when the longitudinal momentum of the electrons in the initial state is zero: $p_z = 0$.

Let the incident low-energy massless neutrino fly along the z-axis (along the magnetic field direction) and its energy is in the range $\omega_{min} \ll \omega \ll m_e$, (or $f/\sqrt{\gamma^2-1} \ll \omega/m_e \ll 1$) where $\omega_{min} = eB/p_\perp$.

The above indicated conditions and restrictions mean that the differential probability of the process will depend on two parameters: the field parameter

$$\chi = \frac{e}{m_e^3}\left[-\left(F_{\mu\nu}p^\nu\right)^2\right]^{1/2} = \frac{B}{B_0}\frac{p_\perp}{m_e} = [f^2(\gamma^2-1)]^{1/2} \tag{5}$$

and the kinematical parameter

$$\kappa = \frac{2\omega E}{m_e^2} = \frac{2kp}{m_e^2} \tag{6}$$

where $F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu$ is the tensor of the external field.

We obtain the following general formula for the differential probability of the process $\nu_\mu e^- \to \nu_\mu{}' e^{-\prime}$ (or $\nu_\tau e^- \to \nu_\tau{}' e^{-\prime}$):

$$dw = \frac{G_F^2 m_e^2}{4\pi^{3/2}}\frac{1}{V}\left[A\Phi_1(z) - B\left(\frac{\chi}{u}\right)^{2/3}\Phi'(z) - C\left(\frac{\chi}{u}\right)^{1/3}\Phi(z)\right]N(u,\kappa)\frac{u\,du}{(1+u)^4} \tag{7}$$

where

$$A = \frac{\kappa}{2u}\left[g_L^2(1+u)^2 + g_R^2 + 2g_L g_R\zeta\zeta'(1+u)\right] - g_L g_R\left(1+\zeta\zeta'\right)(1+u) \tag{8}$$

$$B = g_L^2(1+u)^2 + g_R^2 + 2g_L g_R\zeta\zeta'(1+u), \tag{9}$$

$$C = g_L^2\zeta'(1+u)^2 - g_R^2\zeta + g_L g_R\left(\zeta-\zeta'\right)(1+u), \tag{10}$$

$$N(u,\kappa) = \left[\kappa\left(\frac{m_e}{m_Z}\right)^2\frac{u}{1+u} + 1\right]^{-2}, \tag{11}$$

u is the invariant spectral variable

$$u = \frac{\chi}{\chi'} - 1 = \frac{p_\perp}{p_\perp'} - 1 \simeq \frac{\omega'}{E-\omega'}, \tag{12}$$

the field parameter χ' belongs to the electrons in the final state,

$$\Phi(z) = \frac{1}{2\sqrt{\pi}}\int_{-\infty}^{+\infty} dt exp\left[i\left(zt + \frac{t^3}{3}\right)\right] \tag{13}$$

is the Airy function depending on the argument

$$z = \left(\frac{u}{\chi}\right)^{2/3}\left(1 - \frac{\kappa}{u}\right), \tag{14}$$

$$\Phi'(z) = d\Phi(z)/dz,\ \Phi_1(z) = \int_z^\infty \Phi(y)dy,\ g_L = -0.5 + \sin^2\theta_W,\ g_R = \sin^2\theta_W.$$

The analyses of the general formula obtained for the differential probability and the argument z show that the influence of the external magnetic field on the low- neutrino-electron scattering is determined by the ratio of the parameters χ and κ, i.e. by the parameter

$$\eta = \frac{\chi}{\kappa} = \frac{1}{2}\frac{B}{B_0}\frac{m_e}{\omega}. \tag{15}$$

When the parameter $\eta \gtrsim 1$, the field effects become essentially. To achieve a higher η the energy of the incident neutrino ω is to be as low as possible and the magnitude of the magnetic field vector is to be as high as possible but much less than B_0. For this purpose, relic neutrinos are the most suitable neutrinos due to their extremely low energy. To achieve $\eta \gtrsim 1$ for relic neutrinos B is to satisfy the condition

$$2.897 \times 10^4\ G \lesssim B \ll 4.414 \times 10^{13} G. \tag{16}$$

Not exceeding the unitarity limit that is $\sqrt{s} \approx 600\ GeV$ [5] for the neutrino-electron scattering we obtain the following values for the kinematical parameter κ and for the multiplier $\kappa(m_e/m_Z)^2$ participating in the formula for the differential probability, respectively:

$$\kappa = \frac{2\omega\varepsilon}{m_e^2} \lesssim 10^{-4}, \quad \kappa\left(\frac{m_e}{m_Z}\right)^2 \lesssim 10^{-14}. \tag{17}$$

In this case is the multiplier $N(u,\kappa)$ is replaced with $N(u,\kappa) \cong 1$ and the corresponding formula will describe not only the $\nu_\mu e^- \to \nu_\mu{}' e^{-\prime}$ and $\nu_\tau e^- \to \nu_\tau{}' e^{-\prime}$ processes but also the $\nu_e e^- \to \nu_e{}' e^{-\prime}$ process. However, it should be taken into account that $g_L = 0.5 + \sin^2\theta_W$ and $g_R = \sin^2\theta_W$ for the $\nu_e e^- \to \nu_e{}' e^{-\prime}$ process.

4. The average value of the third component of the momentum of the scattered electron

Using the general formula (7) for the differential probability and the formula for the average third component of the scattered electron

$$\langle p_z^{'} \rangle = \frac{\int_0^\infty p_z^{'} dw}{\int_0^\infty dw} \tag{18}$$

we obtain the asymptotic formula for the average third component of the scattered electron in the limiting case $\chi \gg 1 > \kappa$ $(\eta \gg 1)$:

$$< p_z^{'} >= \frac{m_e}{4\Gamma\left(\frac{2}{3}\right)} \frac{c_1 (3\chi)^{1/3} - \frac{2}{3}\Gamma\left(\frac{2}{3}\right) c_2}{c_3} \tag{19}$$

where

$$c_1 = g_L^2 + \frac{1}{6} g_R^2 + \frac{2}{3} g_L g_R \zeta\zeta^{'}, \tag{20}$$

$$c_2 = 2 g_L^2 \zeta^{'} - \frac{5}{27} g_R^2 \zeta + \frac{4}{9} g_L g_R (\zeta - \zeta^{'}), \tag{21}$$

$$c_3 = g_L^2 + \frac{5}{27} g_R^2 + \frac{2}{3} g_L g_R \zeta\zeta^{'}. \tag{22}$$

If $\chi \gg 10^2$, the asymptotic formula for the average third component of the scattered electron obtains a simpler form

$$< p_z^{'} >= \frac{m_e}{4\Gamma\left(\frac{2}{3}\right)} \frac{g_L^2 + \frac{1}{6} g_R^2 + \frac{2}{3} g_L g_R \zeta\zeta^{'}}{g_L^2 + \frac{5}{27} g_R^2 + \frac{2}{3} g_L g_R \zeta\zeta^{'}} (3\chi)^{1/3} . \tag{23}$$

which is known [8].

5. Determination of the magnitude of the internal electrostatic field existing in single crystals

Measuring the average value of the z-component of the momentum of the electron in the final state we can determine from the formula (19) the magnitude of the electric field intensity vector

$$E = \frac{1}{3} \frac{m_e}{\varepsilon} \frac{\sqrt{1-\beta^2}}{\beta} \frac{B_0}{\mu_0} \left[\frac{\Gamma(2/3)}{m_e} \frac{c_3}{c_1} < p_z^{'} > + \frac{2}{3} \Gamma(2/3) \frac{c_2}{c_1} \right]. \tag{24}$$

The scheme of the proposed experiment is given by the Fig.2.

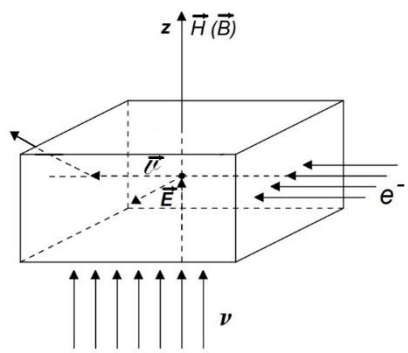


Fig. 2. The scheme of the proposed experiment

6. Conclusion

When sufficiently low energy neutrinos, in particular, relic neutrinos scatter at the transversely polarized ultra-relativistic electrons accelerated up to energies $\varepsilon \sim 10^2\ GeV$ passing through the single crystal possessing strong internal electrostatic field $\vec{E}$ (eg, tungsten, diamond) along its crystal axis or plane, the measurement of the average value of the z-component of the momentum of the electron in the final state becomes realistic.

The measurement of the average value of the z-component of the momentum of the electron in the final state enables us to determine the magnitude of the internal electrostatic field existing in single crystals precisely.

References

1. Akhiezer A. I., Shul'ga N. F. High Energy Electrodynamics in Matter, Gordon and Breach, New York, 1996.
2. Baier V. N., Katkov V. M. and Strakhovenko V. M. Electromagnetic Processes at High Energies in Oriented Single Crystals, World Scientific, Singapore, 1998.
3. Itzykson C., Zuber J.-B. Quantum Field Theory, Mc Graw-Hill, New York, 1980.
4. Kimball J. C., Cue N., Quantum electrodynamics and channeling in crystals, Physics
5. Reports. 125 (2) (1985)
6. Okun L. B, Leptons and Quarks, North Holland, Amsterdam, 1984 (republished by Nauka,
7. Moscow, 1990).
8. Sokolov A. A. and Ternov I. M. Radiation from Relativistic Electrons, Nauka, Moscow,
9. 1983 (republished by AIP, New York, 1986).
10. Sorrensen A. H., Uggerhoj E. Channeling and channeling radiation, Nature. 325 (6102) (1987) 311-318.
11. Zakhartsov V. M., Loskutov Yu. M. and Parfenov K. V. Teor. Mat. Fiz. 81, 215 (1989)
12. [Theor. Math. Phys. 81, 1161 (1989)]

XÜLASƏ
KRİSTALDAXİLİ GÜCLÜ ELEKTRİK SAHƏSİNİN TƏYİN EDİLMƏSİNƏ YENİ YANAŞMA
Hüseynov V.A., R. Merzouki Rouqqani

Açar sözlər: *aşağı enerjili neytrinolar, tək kristallar, eninə qütbləşmiş elektronlar, tək kristallarda effektiv maqnit sahəsi, kristalik güclü elektrik sahəsi*

Biz elektrozəif qarşılıqlı təsirin Vaynberq-Salam nəzəriyyəsi çərçivəsində aşağı enerjili neytrinoların güclü daxili elektrostatik sahəyə malik olan monokristallardan keçən sürətləndirilmiş elektron dəstəsindən səpilməsini tədqiq edirik. Biz bəzi monokristallarda mövcud olan güclü elektrostatik sahənin qiymətini təyin etməyin yeni üsulunu təklif edirik.

РЕЗЮМЕ
НОВЫЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВНУТРИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СИЛЬНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ
Гусейнов В.А., Р. Мерзоуки Роуггани

Ключевые слова: *низкоэнергетические нейтрино, монокристаллы, поперечно поляризованные электроны, эффективное магнитное поле в монокристаллах, кристаллическое сильное электрическое поле*.

Исследовано рассеяние нейтрино низких энергий на ускоренном электронном пучке, проходящем через монокристаллы, обладающие сильными внутренними электростатическими полями в рамках теории электрослабых взаимодействий Вайнберга-Салама. Нами предложен новый метод определения значения сильного электростатического поля, существующего в некоторых монокристаллах.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ КИСЛЫХ ОТХОДОВ С ИОНИТНОЙ ЧАСТИ КОМБИНИРОВАННОЙ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ НА СТЕРЛИТАМАКСКОЙ ТЭЦ

Власова А.Ю.
Казанский государственный энергетический университет,Казань, Российская Федерация
vlasovaay@mail.ru

Ключевые слова: *ресурсосберегающие технологии, водоподготовительная установка, кислые отработанные регенерационные растворы*.

Разработаны технологические решения для снижения количества сточных вод и повторное их использование в цикле модернизированной установки водоподготовки на Стерлитамакской ТЭЦ. Для решения поставленной цели использовались приемы системного анализа химико-технологической системы, определены источники и трансформация загрязняющих веществ. РЕЗУЛЬТАТЫ. На сегодняшний день в России имеется опыт утилизации сточных вод водоподготовительных установок энергетических предприятий. В основном этот метод основывается на нейтрализации с применением различных дополнительных химических реагентов. В результате проведенного анализа были представлены варианты технологических схем модернизованной установки водоподготовки, где концентрат после установки обратного

осмоса проходит дополнительную очистку с применением H- и Na- катионитных фильтров при совместном либо локальном использовании. Вариант технологической схемы напрямую будет зависеть от качественного и количественного состава сточных вод. Для утилизации кислого отработанного регенерационного раствора предусмотрен гипсовый реактор, где в качестве продукта получают гипс. Данные технологические схемы позволяют очищать сточные воды установки и повторно их использовать. Данные схемы относятся к малосточным и являются перспективным направлением развития станций. Разработанные технологические решения не требуют закупки дорогостоящих химических реагентов и оборудования, а требуют лишь переобвязки оборудования и наличия контактной емкости. Данные технологии являются ресурсосберегающими, в результате снижается потребление сырой воды за счет повторного использования отходов, т.е. цикл малосточный. В последние десятилетия многие производства переходят на политику малосточности. Т.к. сточные воды несут в себе большое количество ценных веществ, которые могут быть переработаны повторно и использованы.

Введение.

Выработка тепловой и электрической энергии связана с потреблением огромного количества природной воды и сбросом сточных вод различного вида загрязненности. Вид загрязнений и объем сточных вод напрямую зависит от способа организации водоподготовительных установок. В условиях ограниченности водных ресурсов и ухудшения состояния водных объектов при постоянном повышении требований контролирующих органов к качеству сбросных вод оценка масштабов воздействия ТЭС на водные объекты становится одним из основных критериев при выборе места их строительства и прогнозе развития энергетики в целом. Все чаще возникают проблемы при согласовании сброса не только загрязненных, но и нормативно-чистых стоков [1].

Ориентируясь на опыт зарубежных стран, в которых повторно используется 76% промышленных стоков, в Российской Федерации используются лишь стоки высокой чистоты - например, продувочная вода котлов или стоки после промывки обессоливающих установок. Поэтому все большее признание получают станции с минимальным потреблением свежей воды и сбросом сточных вод. Экономическая эффективность внедрения мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду за счет внедрения современных технологий и создания «безотходных» систем природопользования определяется ставками платы за негативное воздействие [2]

Большинство действующих ВПУ на территории Российской Федерации включают такие методы, как осветление, фильтрование, ионный обмен и пр., обеспечивающие высокое качество воды и простоту в эксплуатации оборудования. Однако они обладают рядом недостатков, связанных со значительными затратами реагентов, наличием высокоминерализованных стоков, проблемами их нейтрализации и утилизации.

Во второй половине XX века начали активно развиваться мембранные технологии. В 80–90-е годы уровень развития этих технологий стал достаточным для широкого промышленного применения. Эти технологии по своей сути являются ресурсосберегающими, так как в их основе лежит физический процесс разделения на мембране без объемного использования химических реагентов. Таким образом, основным достоинством является снижение экономических затрат на закупку химические реагентов и как следствие сокращение агрессивных сточных вод и возможность повторного их использования в цикле станции. Поэтому данный вид технологий относится к ресурсосберегающим и все чаще применяется на станциях.

Переход на мембранные технологии сопровождается существенными экономическими и эксплуатационным затратами на реконструкцию оборудования водоподготовительных установок. Поэтому при реконструкции, внедрение мембранных аппаратов происходит поэтапно, с узловой заменой оборудования, что позволяет комфортно перейти на физические процессы очистки без долгого простоя оборудования. Поэтому большая часть установок, находящихся на стадии модернизации представляет собой комбинированный тип установок. Комбинирование может быть осуществлено различными способами с учетом показателей качества исходной воды и требуемой степени очистки с учетом теплосилового оборудования. Чаще всего предварительная очистка воды комбинируется с обратным осмосом и на конце устанавливается одна ступень Н-катионитных и ОН-анионитных фильтров. В то время как «традиционные» технологии ориентированы на использование только ионитных фильтров 2ступеней. Н-катионитные фильтры используются как в «традиционных» так и в комбинированных ВПУ. Применение Н-катионитных фильтров предполагает наличие большого количества кислых сульфатных высокоминерализованных отработанных регенерационных растворов, которые составляют

большую часть сточных вот предприятия. Для сокращения сбросов кислых сточных вод необходимо провести качественно-количественный анализ с последующим прогнозированием повторно-последовательного использования воды в нескольких технологических циклах.

Экспериментально установлено, что при регенерации Н-катионитных фильтров максимальное солесодержание сбрасываемой воды достигает при пропуске регенерационного раствора 50 г/кг. Среднее солесодержание отмывочных вод составляет 2,0–8,0 г/кг всего количества использованной на регенерацию воды 0,5–5,5 г/кг при средней кислотности 0,3–0,4%.

При регенерации анионитных фильтров I ступени максимальное солесодержание достигает 20–60 г/кг, среднее солесодержание 1,4–1,6 г/кг, средняя щелочность 0,5–0,7%; для анионитных фильтров последующих ступеней эти величины соответственно составляют 15–30 г/кг, 1,2–1,4 г/кг и 0,8–1,0%.

Среди всех сточных вод на ТЭС, наибольшая проблема создается при превышении норм ПДК по концентрации сульфатов и других веществ в СВ. Превышение концентрации сульфатов в воде обосновано технологическими процессами на ТЭС, а именно регенерацией серной кислотой ИО установок. В процессе образуются кислые отработанные регенерационные растворы с высоким содержанием сульфатов. В этих растворах концентрация сульфатов превышает ПДК в 10-15 раз. За превышение ПДК экологические службы выставляют штрафные санкции энергетическим предприятиям. [3-5]

На сегодняшний день в России имеется опыт утилизации сточных вод водоподготовительных установок энергетических предприятий. Но в виду больших объемов сточных вод, технологии и методы являются отчасти дорогостоящими и труднореализуемыми, поэтому станции часто готовы выплачивать штрафы за сброс сточных вод с ненормированными показателями, а не утилизировать их. Данный способ не является гуманным по отношению к окружающей среде и водоемам. Поэтому на сегодняшний день создание систем повторного использования воды для снижения водопотребления и водоотведения является одной из важных экологических задач. Но даже данная задача имеет свои особенности, которые ориентированы на выделение из отходов максимально полезных компонентов из объема очищающей среды.[6-11]

Автором Зайнуллиным Л.А. была предложена установка нейтрализации кислых стоков, где перекачивающее устройство выполнено в виде эрлифта, а рабочая емкость выполнена в нижней конической части. Данная установка выполнена в виде резервуара, где протекает реакция нейтрализации. Большая часть аналогичных разработок подкрепляется дополнительным вводом химических реагентов. Чаще всего используют смесь извести с гидроокисью алюминия аморфной структуры, которая извлекается из кислого раствора алюминиевой соли. При этом спектр химических реагентов может меняться, так например используют известковое молоко 5-10% с алюмосодержащими солями. Но у химических методах очистки есть минус в том, что при обработке реагентами возникает риск вторичного загрязнения и как следствие негативное влияние на животных и здоровье человека.[12-14,16]

В патенте №2691052 С1 ученые ФГБОУ ВО «КГЭУ» использовали способ очистки сточных вод от сульфатов, который включает обработку щелочным кальцийсодержащим реагентом, при этом одновременно дозируют нейтральную водорастворимую соль кальция. В качестве кальцийсодержащего реагента используют шлам предочистки, который на 80-90% состоит из карбоната кальция. Данный метод может быть эффективным при правильном расчете стехиометрического соотношения реактивов, участвующих в реакции нейтрализации. [8, 21-22]
Большая часть зарубежных исследований в данной области ориентируются на биологическую очистку стоков. Так ученые Peter Dale Rose, John Richard Duncan, Robert Paul Van Hille предложили способ очистки сточных вод от сульфатов путем перевода их в сульфиты за счет бактерий. Биологическое восстановление сульфатов в пруду осуществляется за счет введения метаболизируемого источника углерода и происходит его метаболизация организмами, участвующие в биологическом восстановлении сульфата. В качестве пруда может быть использован анаэробный котлован с восходящим потоком. Таким образом пруд может содержать насыщенный кислородов поверхностный слой воды. Стоит отметить, что данный метод несмотря на свою полную безопасность и экологичность имеет такие недостатки, как создание пруда для проведения биохимической реакции и длительность прохождения реакции, от 20до 60 дней. [20]

На сегодняшний день существует новое поколение биологической очистки – мембранные биореакторы, представляет собой совмещение стандартного биореактора с ультрафильтрационной установкой. Схемы традиционной биологичексой очистки и очистки с применением биореактора приведены на рисунке 1.

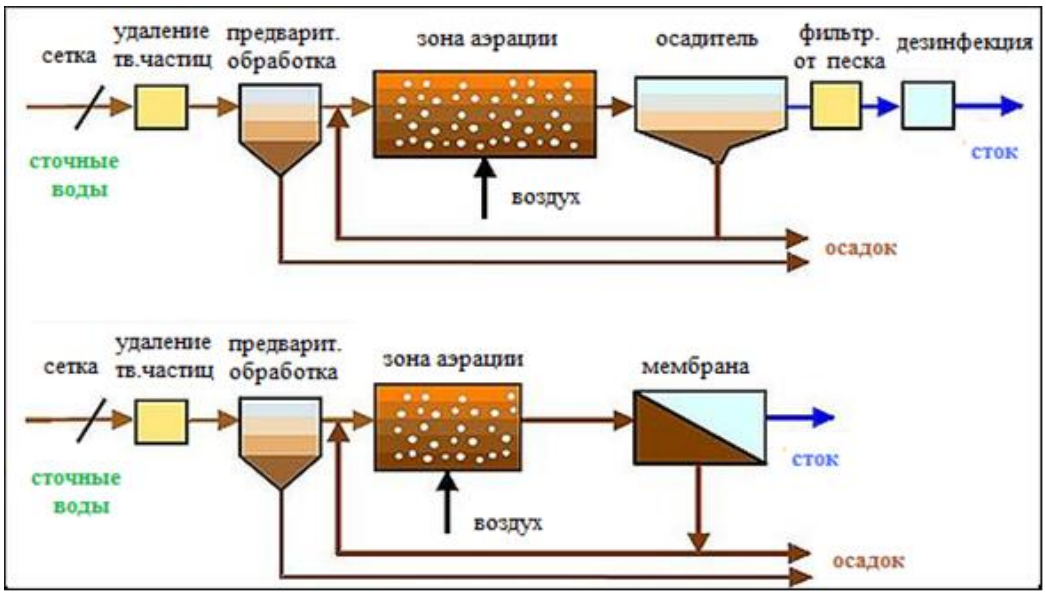


Рисунок 1 – Схема биологической очистки с применением активного ила (сверху) и очистки с применением мембранного биореактора (снизу).

Необходимо учитывать, что зарубежные исследования в данной области несмотря на глубокую очистку сточных вод мало применимы на территории РФ, так как количество сточных вод в РФ в 10-30 раз больше, чем за рубежом. Поэтому при разработке технологических решений по утилизации сточных вод необходимо учитывать их объемность. Поэтому наиболее часто реализуемый метод основывается на взаимной нейтрализации дополнительными химическими реактивами до достижения водородного показателя нейтральных значений, с дальнейшим сбросом сточных вод на очистные сооружения. Данный способ очень дорогостоящий, требует постоянной закупки химических реактивов.[15]

В последние десятилетия многие производства переходят на политику малосточности. Так как сточные воды несут в себе большое количество ценных веществ, которые могут быть переработаны повторно и использованы. Поэтому данная тематика является весьма актуальной как для производственных комплексов, так и для сохранения окружающей среды.

Разработка технологических решений по утилизации сточных вот тепловых станций была рассмотрена на примере Стерлитамакской ТЭЦ в Республике Башкортостан.

Технологическая схема ВПУ Стерлитамакской ТЭЦ

На сегодняшний день установка водоподготовки Стерлитамакской ТЭЦ организована с применением «традиционной» технологии (рисунок 2). Предварительная очистка воды осуществляется с применением осветлителя 1, в емкость подаются химические реагенты, такие как известь и коагулянт. В качестве стоков после осветлителя образуются шламовые воды, которые по компонентному составу представляют собой суспензию из карбоната кальция, остатков коагулянта и взвешенных веществ, содержащихся в исходной воде. После осветлителя осветленная вода подается на механический фильтр 2. Обессоливание происходит с применением Н и ОН ионитных фильтров I и II ступени, на выходе получаем химически обессоленную воду. Данные фильтры требуют регенерации растворами химических реагентов, серной кислотой и гидроксидом натрия соответственно. В результате регенерации образуются большие объемы сточных вод, которые превышают ПДК по нормируемым значениям. На сегодняшний день кислые отработанные регенерационные растворы не представляют никакой ценности для станции и поэтому сбрасываются на очистные сооружения. Щелочные отработанные регенерационные растворы могут быть использованы повторно после в цикле станции после установки электродиализации, которая применяется для концентрирования.

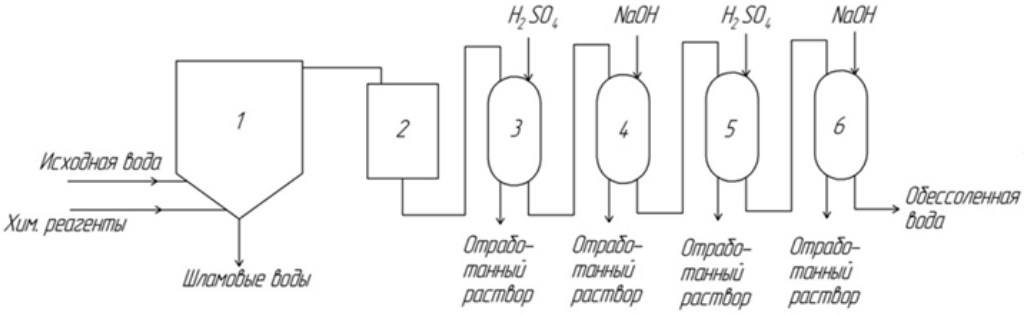


Рисунок 2. Технологическая схема ВПУ Стерлитамакской ТЭЦ
1-осветлитель; 2-механический фильтр ; 3- Н-катионитный фильтр I ступени; 4- ОН-анионитный фильтр I ступени; 5- Н-катионитный фильтр II ступени; 6- ОН-анионитный фильтр II ступени.

Данная установка имеет ряд недостатков, которые серьезно сказываются на экономической составляющей станции. Установка является морально и физически устаревшей, расходует большое количество химических реагентов и имеет сточные воды с ненормированными значениями ПДК. Поэтому было принято решение о реконструкции. Реконструкция установки предполагает замену части ионообменных фильтров на баромембранную технологию, а именно установку обратного осмоса. Предварительная очистка также организована с применением осветлителя и механических фильтров. После предварительной очистке осветленная вода направляется на установку обратного осмоса, где образуется пермеат (очищенная вода), который направляется на дополнительную очистку с применением ионитных фильтров Н и ОН и концентрат, который сбрасывается на очистку (рисунок 3). Основное преимущество данного метода это снижение негативного фактора на окружающую среду, а также сокращение на 90 % количества потребляемых реагентов (серной кислоты и гидроксида натрия) и одновременное сокращение сточных вод, содержащих эти реагенты. Основным недостатком установки обратного осмоса является большой сброс сточных вод на всех этапах обработки воды. Стоит отметить, что сточные воды маловредные. Поэтому на сегодняшний день существуют ресурсосберегающие технологии, которые позволяют сократить объемы водопотребления благодаря повторному использованию части сбрасываемых сточных вод в основном цикле ВПУ, а также выделение из сточных вод части растворенных в них солей в виде товарных продуктов.

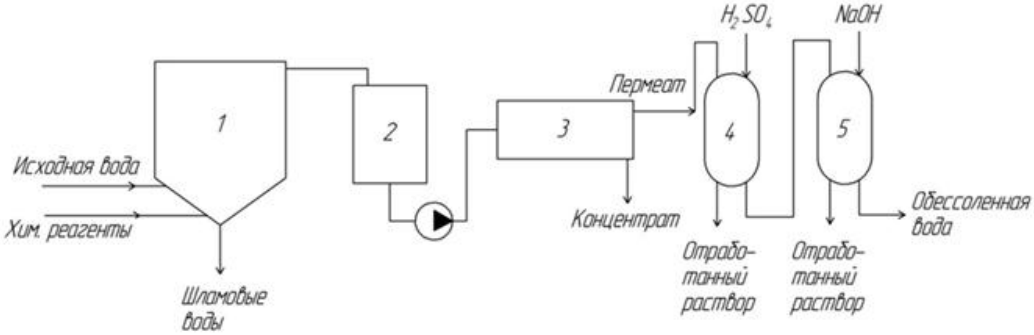


Рисунок 3. Технологическая схема ВПУ Стерлитамакской ТЭЦ после реконструкции

Подобная реконструкция ВПУ частично решит проблему агрессивности сточных вод. Несмотря на реконструкцию, кислые высокоминерализованные сточные воды будут, так как остается одна ступень ионитовых фильтров на «хвосте» установки. Поэтому были разработаны технологические решения, которые позволят сократить сточные воды и вернуть часть сточной воды в цикл станции.

Технологии утилизации сточных вод ВПУ для Стерлитамакской ТЭЦ

На станции была произведена замена одной ступени ионитных фильтров на блок обратного осмоса. Так как станция нуждается в сокращении объемов сточных вод, то были разработаны технологические решения для уменьшения объема сбрасываемого в окружающую среду концентрата обратноосмотической установки. В ходе анализа рекомендовано умягчение

концентрата на Н-катионитном фильтре, загруженном катионитом слабой кислотности с карбоксильными функциональными группами СООН. Режим работы Н-катионитного фильтра выбирают таким, чтобы в процессе рабочей части фильтроцикла из концентрата извлекался кальций, в результате чего с образованием угольной кислоты будет снижаться гидрокарбонатная щелочность, а также уменьшаться минерализация концентрата и содержание малорастворимых солей. Технологическая схема установки ВПУ с включением Н-катионитного фильтра для повторного использования стоков представлена на рисунке 4.

Регенерация Н-катионитного фильтра проводят серной кислотой. Серная кислота, как двухосновная образует два ряда солей: кислые сульфаты (гидросульфаты) или биосульфаты, M^1HSO_4 и нормальные (нейтральные) сульфаты $M^1{}_2SO_4$. В процессе регенерации фильтров серной кислотой, кислота реагирует с солями жесткости, образуя соответственно сульфаты Mg и Ca. Утилизация сточных вод после Н-катионитных фильтров базируется на их обработке кальцийсодержащим реагентов, в роли которого выступает шлам предочистки. Отработанный регенерационный раствор насыщен $CaSO_4$ и $Ca(OH)_2$; Ca^{2+} находятся в равновесии как с $SO^{2-}{}_3$, так и с OH-. Отсюда следует, что при данных условиях между концентрациями OH^- и SO_4 имеется жесткая зависимость. В результате образуются труднорастворимые соединения с катионами кальция и магния, которые выпадают в осадок. Именно на данном принципе основана утилизация стоков на Стерлитамакской ТЭЦ.

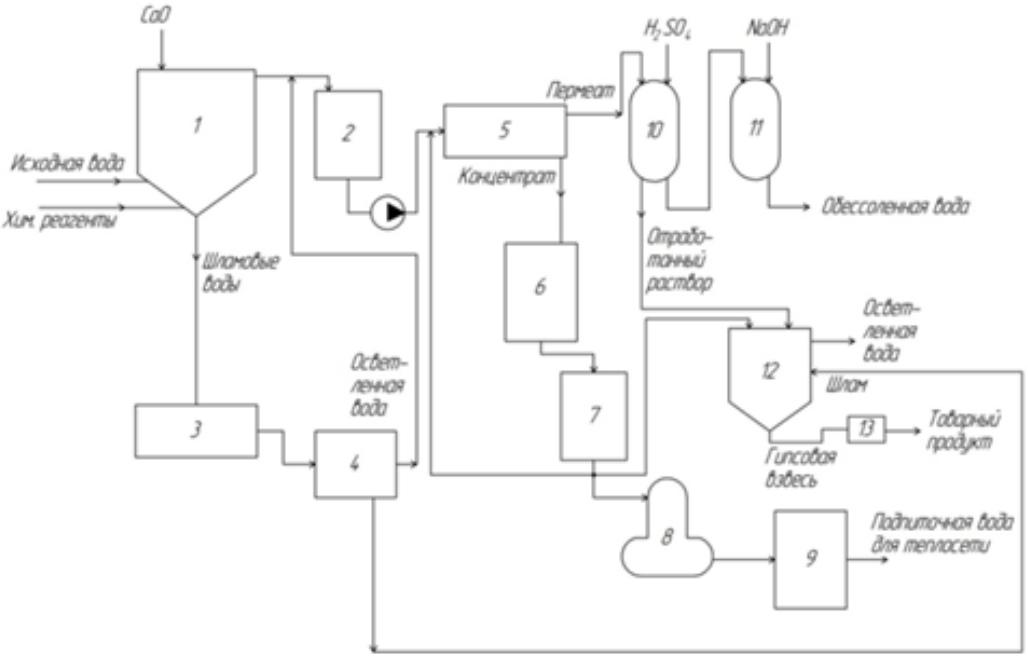


Рисунок 4. Технологическая схема ВПУ с применением Н-катионитного фильтра в качестве очистки стоков

1-осветлитель; 2- механический фильтр; 3- бак шламовых вод; 4- фильтр пресс; 5- установка обратного осмоса, 6- бак концентрата; 7- Н-катионитный фильтр; 8- деаэратор; 9- бак; 10- Н-катионитный фильтр; 11- ОН-анионитный фильтр; 12- гипсовый реактор; 13 – сушильная камера.

Исходная вода поступает в осветлитель 1, в который дозируется коагулянт и известковый реагент при необходимости вводится флокулянт для интенсификации процесса когуляции и сокращения времени осветления воды. Осветленная вода поступает на механический фильтр 2, а шламовая вода после осветлителя скапливается в баке шламовых вод 3 и далее поступает на фильтр-пресс. 4 Обезвоженный шлам поступает в реактор извести 12, а отделившаяся вода направляется на механическую фильтрацию 2. Фильтрат после механического фильтра направляется на установку обратного осмоса 5. Концентрат после обратного осмоса 5 скапливается в баке концентрата 6 и далее направляется на Н-катионитный фильтр 7 либо с «голодной» регенерацией, либо загруженным катионитом слабой кислотности с карбоксильными функциональными группами -СООН. Особенность «голодной» регенерации заключается в том, что происходит не глубокое умягчение воды, а разрушение карбонатной щелочности без

образования кислого фильтрата. Вода после Н-катионитного фильтра может быть разделена на три потока: один поток направляется на повторное прохождение установки обратного осмоса 5, второй поток направляется в гипсовый реактор 12 и третий поток в зависимости от степени кислотности и содержания коррозионно-агрессивных газов проходит деаэратор 8 и вода скапливается в баке 9 и затем может быть использована для тепловых сетей. Пермеат после установки обратного осмоса 5 проходит Н-катионитовый фильтр 10 и ОН-анионитовый фильтр 11 с получением обессоленной воды. В свою очередь фильтры в зависимости от назначения регенерируются серной кислотой и гидроксидом натрия. Кислые промывные отработанные регенерационные растворы направляются в гипсовый реактор 12, а щелочные отработанные регенерационные растворы могут быть использованы повторно в цикле станции после предварительной концентрации. В гипсовом реакторе 12 происходит процесс нейтрализации кислые стоки смешиваются с щелочным карбонатным шламом и образуется сульфат кальция (гипс), который выводится из реактора в виде гипсовой воды и отправляется на сушку 13 и далее может быть использован в качестве товарного продукта. На образование твердых отложений влияет произведение растворимости. Труднорастворимые сульфаты щелочноземельных металлов образуют твердые отложения белого цвета. Отложения образованы различными структурами, образующие сложные комплексы со связанной водой. Сульфат кальция существует в виде дигидрата $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, – гипса (селенит), и в безводном состоянии в виде ангидрита (карстенит, муриацит). Сульфат магния легко образует двойные соли с сульфатами щелочных металлов. Осветленная вода после гипсового реактора 12 может быть использована повторно на станции.

Одним из методов утилизации стоков является совместное использование Н и Na – катионитовых фильтров, технологическая схема приведена на рисунке 5.

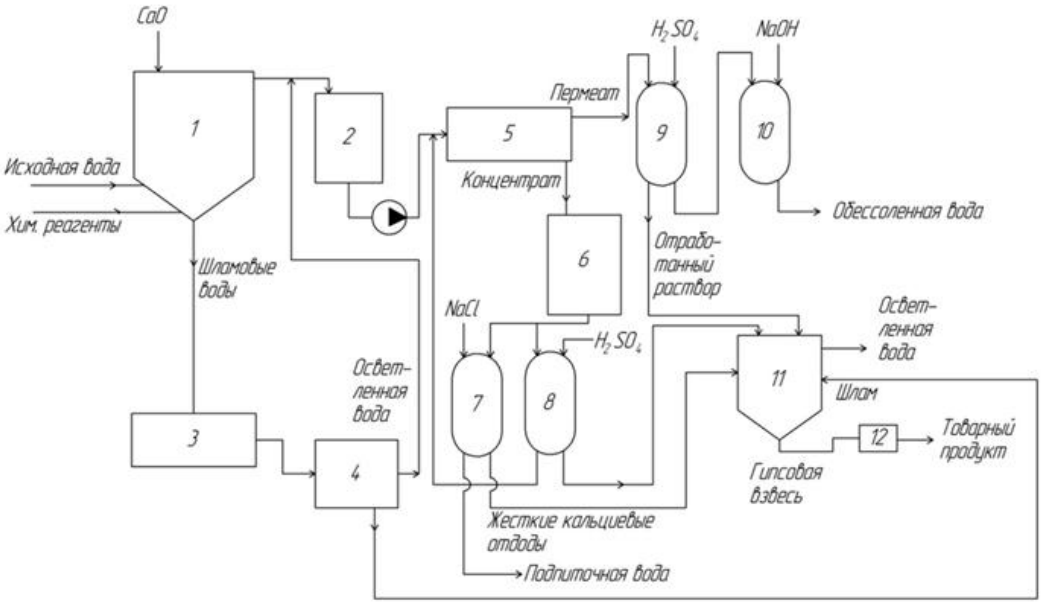


Рисунок 5. Технологическая схема ВПУ с применением Н - и Na -катионитного фильтра в качестве очистки стоков

1 - осветлитель; 2 - механический фильтр; 3 - бак шламовых вод; 4 - фильтр пресс; 5 - установка обратного осмоса, 6 - бак концентрата; 7 - Na-катионитный фильтр; 8 - Н катионитный фильтр; 9 – Н-катионитный фильтр ; 10- ОН-анионитный фильтр; 11- гипсовый реактор; 12 – сушильная камера.

Исходная вода поступает в осветлитель 1 , в который дозируется коагулянт и известковый реагент при необходимости вводится флокулянт для интенсификации процесса когуляции и сокращения времени осветления воды. Осветленная вода поступает на механический фильтр 2, а шламовая вода после осветлителя скапливается в баке шламовых вод 3 и далее поступает на фильтр-пресс. 4 Обезвоженный шлам поступает в реактор извести 12, а отделившаяся вода направляется на механическую фильтрацию 2. Фильтрат после механического фильтра направляется на установку обратного осмоса 5. Концентрат после обратного осмоса 5

скапливается в баке концентрата 6 и далее направляется двумя параллельными потоками на Na-катионитовый фильтр 7 и Н-катионитовый фильтр 8. Умягченная вода после Na-катионитового фильтра может быть использована в качестве теплоносителя для теплосети. После регенерации Na-катионитового фильтра образуются жесткие высокоминерализованные сточные воды, которые далее направляются в гипсовый реактор 11. Вода после Н-катионитового фильтра 8 делится на два потока один поток направляется в точку подачи воды на установку обратного осмоса, а второй поток направляется в гипсовый реактор. Пермеат после установки обратного осмоса 5 проходит Н-катионитовый фильтр 9 и ОН-анионитовый фильтр 10 с получением обессоленной воды. В свою очередь фильтры в зависимости от назначения регенерируются серной кислотой и гидроксидом натрия. Кислые промывные отработанные регенерационные растворы направляются в гипсовый реактор 11, а щелочные отработанные регенерационные растворы могут быть использованы повторно в цикле станции после предварительной концентрации. В гипсовом реакторе 11 происходит процесс нейтрализации все стоки смешиваются в стехиометрическом количестве и образуется сульфат кальция (гипс), который выводится из реактора в виде гипсовой воды и отправляется на сушку 12 и далее может быть использован в качестве товарного продукта. Осветленная вода после гипсового реактора 11 может быть использована повторно на станции.

Заключительная вариация технологической схемы организована с применением Na-катионитного фильтра (рисунок 6).

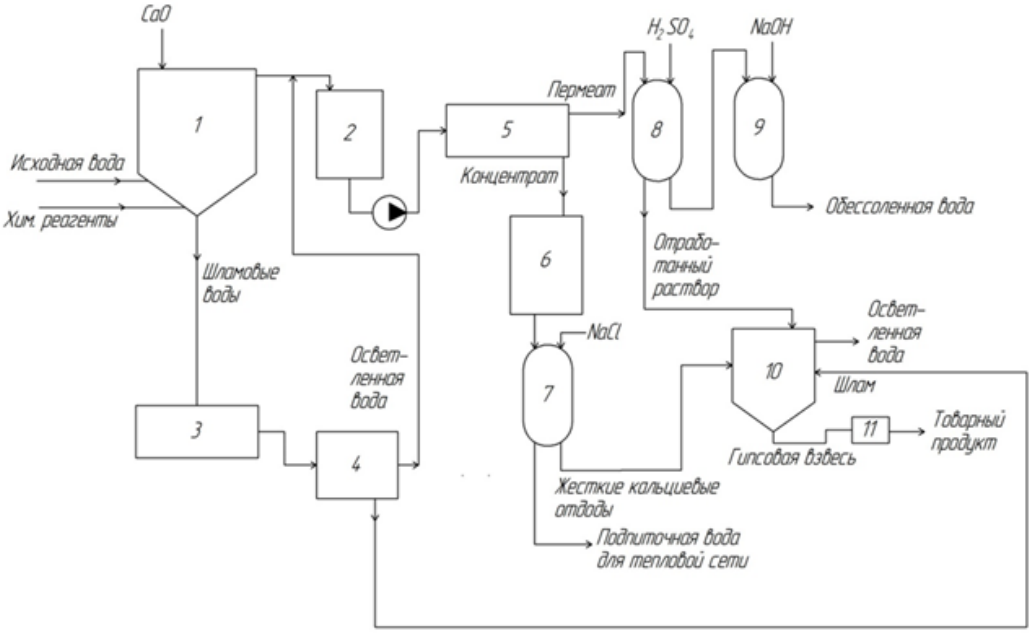


Рисунок 6. Технологическая схема ВПУ с применением Na -катионитного фильтра в качестве очистки стоков

1 - осветлитель; 2 - механический фильтр; 3 - бак шламовых вод; 4 - фильтр пресс; 5 - установка обратного осмоса, 6 - бак концентрата; 7 - Na-катионитный фильтр; 8 - Н катионитный фильтр; 9 - ОН-анионитный фильтр; 10 - гипсовый реактор; 11 – сушильная камера.

В данной технологической схеме весь поток концентрата после установки обратного осмоса направляется сначала в бак концентрата и потом проходит Na - катионитный фильтр. Вода, после Na-фильтра может быть использована для подпитки тепловой сети, после проведения количественного и качественного состава. Отработанные жесткие регенерационные растворы направляются в гипсовый реактор, в котором образуется гипсовая взвесь. Взвесь направляется на сушку и далее гипс может быть использован в качестве товарного продукта.

Предполагаем, что в результате корректного подбора технологии утилизации стоков количество сточных вод сократиться на 30-40%. Сокращение стоков повлечет за собой снижение затрат на использование: сырой воды, химических реагентов, а также оплаты штрафов за сброс с ненормированными значениями. Также дополнительная очистка сточных вод может быть организована с применением физических методов, а именно использование отстойников и механических фильтров.

Выбор технологической схемы утилизации сточных вод необходимо определять на

основании расчета компонентного состава сточных вод, с дальнейшей апробацией на лабораторном стенде. Экономическую эффективность данного метода, возможно, оценить только после проведения опытно-промышленных испытаний на производственной площадке.

Выводы.

Одним из важных критериев эксплуатации водоподготовки на ТЭС является сброс высокоминерализованных стоков. В России используется в основном два три типа ВПУ: ионный обмен, мембранные технологии и комбинированные установки. Но, несмотря на разнотипность ВПУ основная проблема ТЭС – сокращение, утилизация и эффективная очистка образующихся сточных вод.

Основные методы применяемые для очистки сточных вод можно разделить на группы: физические, химические, биологические. Использование одного метода крайне нерационально, поэтому для достижения наилучшего результата чаше используют их комбинацию.

Выбор метода утилизации сточных вод зависит от состава сточных вод и от способа организации ВПУ. На Стерлитамакской ТЭЦ реконструировали установку водоподготовки с внедрением мембранных методов, что в свою очередь привело к увеличению объемов сточных вод. Для данной станции было разработано три технологических решения, которые позволят сократить количество сточных вод и позволят перевести станцию в разряд малосточных предприятий. Выбор оптимального решения опирается на качественный и количественный состав сточных вод. Однако отходы комбинированных установок очень сложно поддаются классификации, поэтому при выборе метода необходимо опираться на усредненные лабораторные анализы.

Дальнейшая работа будет ориентирована на определение качественного и количественного состава сточных вод в разные сезонные периоды. На основании результатов будет выбрано оптимальное технологическое решение и в последствии его апробация в лабораторных условиях.

Литература

1. Шищенко В.В., Хазиахметова, Ф.Р. Пути сокращения водопотребления и водоотведения на ТЭС // Энергосбережение и водоподготовка. 2010. 2. С. 14-16.

2. Чичирова Н.Д., Чичиров А.А., Королёв А.Г., Вафин Т.Ф. Экологическая и экономическая эффективность внедрения ресурсосберегающих технологий на тепловых электрических станциях // Труды академэнерго. 2010. 3. С. 65-71.

3. Краткий справочник физико-химических величин. Изд. 7-е испр. Под ред. К.П. Мищенко. Л.:Химия, 1974. с.200.

4. РД 52.24.405-2005. Массовая концентрация сульфатов в водах. Методика выполнения измерений турбидиметрическим методом. - Взамен РД 52.24.405-95; Введен 30.06.2005. с.19.

5. Власова А.Ю., Рахматуллин С.С., Окунева Л.А. Экологизация и повышение эффективности традиционной энергетики Польши на примере проекта буроугольной тепловой электростанции “TUROW” // Экологическая безопасность в техносферном пространстве. 2021. С. 45-49.

6. Филимонова А.А., Чичиров А.А., Чичирова Н.Д. Утилизация жидких высоко-минерализованных отходов химобессоливающей водоподготовительной установки ТЭС с генерацией электроэнергии методом обратного электродиализа // Мембраны и мембранные технологии. 2021. С 382-390.

7. Чичиров А.А., Чичирова Н.Д., Филимонова А.А., Бабиков О.Е. Ресурсосберегающая технология регенерации ионитной водоподготовительной установки ТЭЦ // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. 2020. С.211-216.

8. ЧичироваН.Д., ЧичировА.А., Власов С.М., Власова А.Ю., Минибаев А. И., Филимонова А. А. Способ очистки высокоминерализованных кислых сточных вод водоподготовительной установки от сульфатов // патент на изобретение №2691052 С1.

9. Chichirov A.A., Chichirova N.D., Filimonova A.A., Minibaev A.I., Buskin R.V. Laboratory investigations of processing highly mineralized alkali solutions by means of electromembrane technology // Thermal engineering. 2019. С.527-532.

10. Vlasov S.M., Vlasova A.Y., Chichirova N.D. et ai Research into bacterial contamination of the coolant of the chemical demineralization scheme at Kazan CHPP-1. Thermal engineering. 2022. С. 222-226.

11. Chichirov A.A., Chichirova N.D., Filimonova A.A., Minibaev A.I., Tolmachev L.I. Electrodialysis concentration of highly mineralized wastes of water treatment plants modeling // IOP conference series: earth and environmental science. 2019. С. 6-12.

12. Саитов С.Р., Чичирова Н.Д., Чичиров А. А. Программа расчета состава исходной воды, пермеата и концентрата установки обратного осмоса // свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. 2018.

13. Николаева Л.А., Исхакова Р.Я. Очистка оборотных и сточных вод тэс от нефтепродуктов модифицированным шламом водоподготовки // Теплоэнергетика. 2017. С. 72-78.

14. Савельева А.В, Савельев С.Н., Фридланд С.В., Шайхиев И.Г. Очистка сернисто-щелочных сточных вод с применением в качестве реагентов медьсодержащих сточных вод гальванического производства // Инновационные пути решения актуальных проблем природопользования и защиты окружающей среды. 2018. С.194-199.

15. Семенова О.С., Добросмыслова И.В. Биологическая очистка сточных вод // Региональная научная студенческая конференция. 2010. С. 8-9.

16. Зайнуллин Л.А. Установка для нейтрализации кислых стоков // патент на изобретение № 2510870

17. Куценко С. А., Хрулева Ж. В. Способ очистки кислых сточных вод от цинка // патент на изобретение № 2294316

18. Элькинд К.М., Тишков К.Н., Смирнова В.М., Трунова И.Г., Кондрашев П.Ю. Способ регенерации отработанных растворов, содержащих серную кислоту // патент на изобретение №2149221 С1.

19. Гришин В.П, Макаров О.В., Некряченко С.Г Способ очистки сточных вод от сульфат-ионов // патент на изобретение № 2559489 С1.

20. Peter Dale Rose, John Richard Duncan, Robert Paul Van Hille Process for treating sulphate-containing waste water // United States Patent, US 6 315 904 B1.

21. Николаева Л. А., Бородай Е. Н., Голубчиков М. А. Сорбционные свойства шлама осветлителей при очистке сточных вод электростанций от нефтепродуктов // Известия высших учебных заведений. проблемы энергетики. 2011. №1-2. С132-136.

22. Николаева Л. А., Голубчиков М. А., Захарова С.В. Изучение сорбционных свойств шлама осветлителей при очистке сточных вод ТЭС от нефтепродуктов // Известия высших учебных заведений. проблемы энергетики. 2012. №9-10. С.86-91.

XÜLASƏ

STERLİTAMAK İES-də KOMBİNƏ SU ƏMƏLİYYAT QURULUŞUNUN İON-XARİCİ HİSSƏSİNDƏN YÜKSƏK MİNERALLAŞMIŞ TURŞU TULLANTILARININ İSTİFADƏ EDİLMƏSİ ÜÇÜN RESURSA QƏNAƏT TEXNOLOGİYALARI

Vlasova A.Y.

***Açar sözlər**: resursa qənaət edən texnologiyalar, sutəmizləyici qurğu, turşu tullantılarının bərpası həlləri.*

Sterlitamak İES-də modernləşdirilmiş sutəmizləyici qurğunun dövrəsində çirkab suların miqdarının azaldılması və onların təkrar istifadəsi üçün texnoloji həllərin işlənib-hazırlanmasına nail olmaq üçün kimyəvi-texnoloji sistemin sistemli təhlili üsullarından istifadə edilmiş, çirkləndiricilərin mənbələri və transformasiyası müəyyən edilmişdir. Bu günə qədər Rusiya Federasiyası enerji müəssisələrinin su təmizləyici qurğularından tullantı sularının utilizasiyası sahəsində təcrübəyə malikdir. Əsasən, bu üsul müxtəlif əlavə kimyəvi maddələrdən istifadə edərək zərərsizləşdirməyə əsaslanır. Təhlil nəticəsində tərs osmos qurğusundan sonra konsentrat birgə və ya yerli istifadə üçün H- və Na-kation mübadilə filtrlərindən istifadə etməklə əlavə təmizlənmədən keçdiyi modernləşdirilmiş sutəmizləyici qurğunun texnoloji sxemlərinin variantları təqdim edilmişdir. Texnoloji sxemin variantı birbaşa çirkab suların keyfiyyət və kəmiyyət tərkibindən asılı olacaqdır. Gips reaktoru məhsul kimi gipsin əldə edildiyi turşulu sərf olunan regenerasiya məhlulunun utilizasiyası üçün nəzərdə tutulub. Bu texnoloji sxemlər zavodun çirkab sularının təmizlənməsinə və təkrar istifadəsinə imkan yaradır. Bu sxemlər aşağı cərəyanlıdır və stansiyaların inkişafı üçün perspektivli istiqamətlərdir. Hazırlanmış texnoloji həllər bahalı kimyəvi maddələrin və avadanlıqların alınmasını tələb etmir, yalnız avadanlıqların yenidən borularla çəkilməsini və kontakt konteynerinin olmasını tələb edir. Bu texnologiyalar resursa qənaət edir, nəticədə, tullantıların təkrar istifadəsi hesabına xam suyun istehlakı azalır, yəni, aşağı dövrü. Son onilliklərdə bir çox sənaye aşağı gərginlik siyasətinə keçdi. Çünki çirkab suların tərkibində təkrar emal oluna və istifadə edilə bilən çoxlu miqdarda qiymətli maddələr var.

SUMMARY

RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES FOR THE UTILIZATION OF HIGHLY MINERALIZED ACID WASTE FROM THE ION-EXTERNAL PART OF THE COMBINED WATER TREATMENT PLANT AT STERLITAMAK CHP

Vlasova A.Y.

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

***Key words**: resource-saving technologies, water treatment plant, acid waste regeneration solutions.*

Development of technological solutions to reduce the amount of wastewater and their reuse in the cycle of the modernized water treatment plant at the Sterlitamak CHPP. To achieve this goal, the methods of system analysis of the chemical-technological system were used, the sources and transformation of pollutants were determined. To date, Russia has experience in the disposal of wastewater from water treatment plants of energy enterprises. Basically, this method is based on neutralization using various additional chemicals. As a result of the analysis, options for technological schemes of a modernized water treatment plant were

presented, where the concentrate after the reverse osmosis unit undergoes additional purification using H- and Na-cation exchange filters for joint or local use. The variant of the technological scheme will directly depend on the qualitative and quantitative composition of wastewater. A gypsum reactor is provided for disposal of the acidic spent regeneration solution, where gypsum is obtained as a product. These technological schemes make it possible to treat the plant's wastewater and reuse it. These schemes are low-current and are promising directions for the development of stations. The developed technological solutions do not require the purchase of expensive chemicals and equipment, but only require re-piping of the equipment and the presence of a contact container. These technologies are resource-saving, as a result, the consumption of raw water is reduced due to the reuse of waste, i.e. low cycle. In recent decades, many industries have switched to a low-voltage policy. Because wastewater contains a large amount of valuable substances that can be recycled and used.

AZAD EDİLMİŞ ƏRAZİLƏRDƏ ENERJİ SİYASƏTİ – TƏHLİL

[1]Hacıbalayev N.M., [2]Cavadova A.İ.
[1]Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
[2]Sumqayıt Dövlət Texniki Kolleci, Sumqayıt, Azərbaycan
n.hacibalayev@mail.ru

Açar sözlər: *Dağlıq Qarabağ, elektrik yarımstansiyası, elektrik enerjisi, elektrik verilişi xətti, yaşıl enerji, Şərqi Zəngəzur, Tərtər SES, Laçın, Zəngilan, Cəbrayıl, Xocavənd, Şuşa.*

Məqalədə əks-hücum əməliyyatları ilə başlayan və 44 gün sonra qalib Azərbaycan ordusunun tam qələbəsi ilə başa çatan Vətən müharibəsi nəticəsində Azərbaycan Respublikasının işğal olunmuş ərazilərinin və işğaldan azad edilmiş ərazilərin enerji siyasəti təhlil edilir. Qələbədən sonra işğaldan azad edilmiş ərazilərimizdə başlanan yenidənqurma və yenidənqurma işlərinə bütün dövlət və özəl sektorun cəlb olunması əsl birliyin göstəricisi idi. Bu birliyin bariz nümunəsi kimi regionun elektrik enerjisi infrastrukturunun yenilənməsi və bərpası ölkənin enerji siyasətinin tərkib hissəsi kimi göstərilmişdir.

Sentyabrın 27-də əks-hücum əməliyyatları ilə başlayan və 44 gün sonra qalib Azərbaycan ordusunun tam qələbəsi ilə başa çatan Vətən Müharibəsi regionun və dünyanın siyasi və iqtisadi xəritəsini xeyli dəyişdi. Qələbədən dərhal sonra işğaldan azad edilmiş torpaqlarımızda başlanan yenidənqurma işlərinə bütün dövlət və özəl sektorun cəlb olunması əsl birlik əlaməti idi. Ölkənin enerji siyasəti çərçivəsində bu ərazilərdə elektrik enerjisi infrastrukturunun yenilənməsi və bərpası belə birləşmənin bariz nümunəsidir.

İşğalçı Ermənistanın çoxsaylı uydurmalarından biri də odur ki, Sovetlər dönəmində Azərbaycan ayrı-seçkilik siyasəti aparıb, Dağlıq Qarabağın inkişafına diqqət yetirməyib. Əslində, Azərbaycan Dağlıq Qarabağın inkişafına xüsusi diqqət yetirirdi və burada fəaliyyət göstərən sənaye sahələri respublikanın iqtisadiyyatında mühüm rol oynayırdı. Dağlıq Qarabağ sənaye rayonlarının tərkibinə və inkişaf səviyyəsinə, kənd təsərrüfatı istehsalına görə keçmiş SSRİ-nin ən qabaqcıl iqtisadi rayonlarından biri idi, ehtiyaclarını ödəmək üçün regionda geniş enerji infrastrukturu yaradılmışdı.

Lakin Dağlıq Qarabağ və ona bitişik ərazilərin Ermənistan tərəfindən işğalı ilə bu infrastruktur böyük ölçüdə dağıdılmış və ya talan edilmişdir. Qarabağ regionunda 10 elektrik şəbəkəsi rayonunda (Şuşa, Xocalı, Xocavənd Laçın, Qubadlı, Cəbrayıl, Zəngilan, Füzuli, Kəlbəcər və Ağdam) ümumi gücü 858,6 MVA olan 20 yarımstansiya fəaliyyət göstərirdi. Bu rayonlarda o cümlədən uzunluğu 81 km olan 330 kV, 690 km olan 110 kV, 615 km olan 35 kV, 6197 km uzunluğunda 10 kV-luq və 0,4 kV uzunluğunda 8865 km elektrik verilişi xətləri çəkilmişdir və ümumi gücü 245,7 MVA olan 2435 transformator quraşdırılmışdır.

Azərbaycan Respublikasının işğal olunmuş ərazilərində üç böyük su elektrik stansiyası mövcud idi ki, bunlardan biri də Sərsəng su anbarı ilə birlikdə Tərtər çayı üzərində 1976-cı ildə Tərtər rayonunda inşa edilmiş Tərtər SES idi. Stansiya hər birinin gücü 25 MVt olan 2 hidravlik aqreqatdan ibarətdir. Bənd hündürlüyünə (125 metr) görə Sərsəng ölkənin ən hündür bəndlərindən biridir. Sərsəng su anbarı 6 rayonda (Tərtər, Ağdam, Bərdə, Goranboy, Yevlax və Ağcabədi) 125 min hektara yaxın ərazini suvarma suyu ilə təmin etmişdir. 1990-cı ildə stansiyada ildə 81,9 milyon kilovatsaat elektrik enerjisi istehsal edilmişdir. Stansiya 1993-cü ildən işğal altında idi.

İlk günlərdən işğaldan azad edilmiş ərazilərin bərpası prosesinin mühüm tərkib hissəsi kimi enerji infrastrukturunun qurulmasına və enerji təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə xüsusi diqqət yetirilmişdir. Qələbədən dərhal sonra 2020-ci ilin noyabr ayında yaradılmış Koordinasiya Qərargahı və onun nəzdində fəaliyyət göstərən İdarələrarası Mərkəzin işçi qruplarından biri enerji təchizatı ilə bağlı iş aparır. Əsas məqsəd bu ilin sonuna qədər bütün rayonun elektrik enerjisi ilə tam təmin edilməsidir. Bu məqsədə uyğun olaraq, elektrik enerjisi istehsal güclərinin bərpası çərçivəsində Laçın, Kəlbəcər və Suqovuşanda bərpa edilmiş 20 MVt gücündə dörd su elektrik stansiyasından üçü artıq istifadəyə verilmişdir. 8 MVt gücündə

“Güləbərd”, 7,8 MVt gücündə “Suqovuşan-1” və “Suqovuşan-2” kiçik SES-ləri ilə yanaşı, yenidən qurulan 4,4 MVt gücündə “Kəlbəcər-1” kiçik SES-lərində də tədqiqatlar aparılır. ümumi gücü 140 MVt-a qədər olan, hazırda qəzalı vəziyyətdə olan 33 SES-in bərpası ilə bağlı aidiyyəti orqanlarla işlər aparılır.

110 kV-luq elektrik şəbəkəsinin tikintisi üzrə işlərə 11 yarımstansiyanın və onları birləşdirən 110 kV-luq xətlərin tikintisi daxildir. Şuşa, Kəlbəcər, Füzuli və Cəbrayılda 5 ədəd 110/35/10 kV-luq yarımstansiya istifadəyə verilmiş, bu yarımstansiyanı ölkənin ümumi enerji sistemi ilə birləşdirən elektrik xətləri çəkilmişdir. Cəmi altı ay ərzində, xüsusilə Kəlbəcərin çətin relyefi və hava şəraitində yüksək peşəkarlıq və gərgin əmək sayəsində belə bir yarımstansiyanın yaradılması Azərbaycanın müasir energetika tarixində əlamətdar hadisələrdən biridir. 110/35/10 kV-luq “Qubadlı”, “Zəngilan”, “Ağdam-1” və “Ağdam-2” yarımstansiyalarının tikintisi və Daşkəsən yarımstansiyasının yenidən qurulması ilin sonunadək başa çatdırılacaq, bu yarımstansiyaları ölkənin enerji sistemi ilə birləşdirən xəttin tikintisi davam etdirilir. Laçın rayonunun Qoşasu kəndi ərazisində yarımstansiya və birləşdirici xətlər layihələndirilir.

Paylayıcı şəbəkənin tikintisi çərçivəsində Şuşa şəhərində 4 MVA gücündə 35/10 kV-luq Daşaltı yarımstansiyası tikilib istifadəyə verilmişdir. Xocavənd, Cəbrayıl və Zəngilan rayonlarında 35/10 kV-luq yarımstansiyada bərpa işləri aparılıb. Hazırda Şuşa şəhərində 6 ədəd 35/0,4 kV-luq yarımstansiyanın və Hadrut qəsəbəsində bir ədəd 35/10 kV-luq yarımstansiyanın tikintisi davam etdirilir. Suqovuşan qəsəbəsinin elektrik təchizatı üçün 35 kV-luq xətt çəkilmiş, 35/10 kV-luq “Suqovuşan” yarımstansiyası tikilib istifadəyə verilmişdir.

Ümumilikdə işğaldan azad edilmiş ərazilərdə 300 kilometrə yaxın müxtəlif gərginlikli hava və kabel xətləri çəkilərək bərpa edilib, çoxlu sayda transformator quraşdırılıb. Həm Qarabağda, həm də Şərqi Zəngəzurda enerji təchizatı obyektlərinin yaradılması prosesi intensiv şəkildə davam edir. Dövlət başçısının sözlərinə görə, cəmi 7-8 ay ərzində bu qədər iş görülməsi bizim gücümüzdən, qətiyyətimizdən, güclü siyasi iradəmizdən xəbər verir.

Dayanıqlı enerji təminatı üçün böyük potensiala malik olan “Xudafərin” və “Qız qalası” su elektrik stansiyalarının layihələrinin icrası da uğurla gedir. “Xudafərin” və “Qız qalası” su qurğularında bəndlərin tikintisi başa çatıb. Hazırda hər iki SES üçün konstruksiya və avadanlıqların alınması və quraşdırılması, həmçinin tikintinin dəyərinin və dəymiş ziyanın məbləğinin hesablanması ilə bağlı danışıqlar aparılır. 2024-cü ilə qədər ümumi quraşdırılmış gücü 200 MVt və 80 MVt olan Xudafərin və Qız qalası SES-lərinin tikintisinin başa çatdırılması planlaşdırılır. Böyük Vətən Müharibəsi ərəfəsində ərazilərimizin işğaldan azad edilməsinə böyük etimadın rəmzinə çevrilmiş bu layihələrin həyata keçirilməsi Azərbaycanda hər il 358 milyon kilovatsaat elektrik enerjisi istehsal etməyə, mövcud 252 min hektar sahədə suvarma işini yaxşılaşdırmağa və 12 min hektar yeni əkin sahələrini suvarmaq imkanı verəcəkdir.

Strateji məqsədlər daha böyükdür və dövlət başçısının regionun uzunmüddətli davamlı inkişafa əsaslanan gələcəyinə dair aydın baxışını əks etdirir. Qarabağın və Şərqi Zəngəzurun “Yaşıl Enerji Zonası” elan edilməsi qlobal çağırışlara və müasir inkişaf tendensiyalarına uyğun gələn strateji yanaşmanın məhsuludur. Azərbaycan Respublikasının Prezidenti İlham Əliyev dəfələrlə çıxışlarında qeyd edib ki, bu sahələrdə bərpa olunan enerji mənbələrindən maksimum istifadə olunacaq, ekoloji cəhətdən təmiz, səmərəli innovativ texnologiyalar tətbiq olunacaq: “Azad edilən ərazilər yaşıl enerji zonasına çevriləcək. Əminəm ki, Azərbaycan unikal transformasiya təcrübəsi nümayiş etdirməklə Lüksemburqdan dörd dəfə böyük olan viran edilmiş ərazini yüksək həyat səviyyəsinə malik firavan bir yerə çevirəcək”.

Bu məqsədlə Yaponiyanın TEPSCO şirkətinin iştirakı ilə “Yaşıl enerji zonası”nın yaradılması üzrə müfəssəl konsepsiya hazırlanıb. Baş plan hazırlanır. Layihədə ərazinin inkişafı üçün enerji tələbi və təklifinin müxtəlif ssenariləri və məskunlaşma variantları nəzərdən keçirilib. Eyni zamanda, bu regionlarda su, günəş, külək, biokütlə, geotermal və digər bərpa olunan enerji mənbələrinin potensialının öyrənilməsi, mövcud resurslardan istifadə etməklə külək və günəş elektrik stansiyalarının, o cümlədən kiçik çaylarda su anbarlarında su elektrik stansiyalarının layihələri işlənib hazırlanır. Bu regionlar 7200 meqavat günəş və 2000 meqavat külək enerjisi potensialına malikdir. Ölkənin daxili su ehtiyatlarının təxminən 25 faizi, yəni ildə 2 milyon 560 milyon kubmetri bu rayonlarda formalaşır. Günəş enerjisinin potensialı Füzuli, Cəbrayıl, Zəngilan və Qubadlı rayonlarında, külək enerjisinin potensialı isə dağlıq Laçın və Kəlbəcər rayonlarında müşahidə olunur. Rayonun Tərtərçay, Bazarçay, Həkəriçay kimi əsas çayları və digər kiçik çayları böyük hidroenergetika potensialına malikdir. İlkin təhlilə əsasən, Kəlbəcərdə sutkada 3093 kubmetr, Şuşada isə 412 kubmetr termal su gözlənilir.

Zəngin enerji potensialı və yaşıl enerjiyə dair böyük ambisiyalar daim yeni imkanlar axtaran investorlar, xüsusən də fəaliyyətlərində bərpa olunan enerji mənbələrinə üstünlük verən enerji şirkətləri üçün əla fürsətdir. Qarabağda və Şərqi Zəngəzurda bir sıra iri layihələrin xarici sərmayə hesabına həyata keçirilməsi əsas prioritetlərdən biridir. Bu baxımdan, Zəngilan/Cəbrayıl rayonlarında 240 meqavatlıq günəş elektrik stansiyası layihəsinin həyata keçirilməsinə dair BP ilə əldə olunan razılaşma digər şirkətlər üçün

mühüm siqnaldır. Hazırda bu stansiyanın tikintisinin texniki-iqtisadi aspektləri və ölkə şəbəkəsinə inteqrasiyasından irəli gələn məsələlər müzakirə olunur. İldə 500 milyon kilovatsaata yaxın elektrik enerjisi istehsal edəcəyi gözlənilən layihədə həmçinin meliorasiya, torpaq tədqiqatı, şəbəkəyə qoşulma tədqiqatları, hidrometeoroloji təhlillər və ətraf mühitə təsirin qiymətləndirilməsi işləri aparılır. Yaşıl Enerji Zonasının yaradılmasına töhfə verəcək digər layihə Laçında və ya Kəlbəcərdə gücü 100 MVt-a qədər olan külək elektrik stansiyasının tikintisidir. Bu layihə üzrə müəyyən edilmiş sahələr üzrə məlumatlar əsasında hazırlanmış "Məlumat Sorğusu" sənədi artıq potensial investorlara təqdim edilib. Hazırda "İnformasiya İcmalı" üzərində iş aparılır.

Ümumiyyətlə, "Yaşıl Enerji Zonası"nın yaradılması təkcə bərpa olunan enerji mənbələrindən enerji əldə etmək deyil, həm də onun ötürülməsi, bölüşdürülməsi və istehlakı üçün ən səmərəli və "ağıllı" sistemlərdən istifadə etməklə, əsas diqqəti bərpa olunan enerji mənbələri, enerji səmərəliliyi, hidrogen sahəsi aşağı tonajlı həllərə yönəltməkdən ibarətdir. İstehsal, ekoloji cəhətdən təmiz nəqliyyat vasitələrinin təşviqi, məşğulluq və yerli resurslardan istifadənin artırılması da daxil olmaqla bir çox məsələləri əhatə edir.

Yaşıl Enerji Zonasında əldə edilən nailiyyətlər, həmçinin "Azərbaycan 2030: Milli Sosial-İqtisadi İnkişaf"ın prioritetlərindən biri olan "Təmiz Ətraf Mühit və Yaşıl Enerji İnkişaf Ölkəsi" enerji məqsədlərinə nail olunmasına öz töhfəsini verəcək. Beləliklə, "Yaşıl Enerji Məkanı" ölkəmizin növbəti onillik üçün Milli Prioritetlərinin və 2021-2025-ci illər üçün Sosial-İqtisadi İnkişaf Strategiyasının əsas məqsədlərindən biridir. O, həmçinin bərpa olunan enerji, enerji səmərəliliyi, hidrogen istehsalı, təmiz nəqliyyat vasitələri və digər "yaşıl" texnologiyaların inkişafına dəstək verəcək, enerji sisteminin çevikliyini artıracaq və iqlim dəyişikliyi ilə mübarizə üzrə qlobal səylərə milli dəstək verəcək investisiya cəlb edəcək. Bütün bu sahələr üzrə hədəflərimiz ölkəmizə enerji transformasiyası prosesinə daxil olmağa, enerji təhlükəsizliyi, iqtisadi inkişaf və ətraf mühitin mühafizəsi arasında balansı təmin etməyə imkan verir. Dünyada yüksək siyasi və maliyyə dəstəyi ilə müşayiət olunan və texnologiyaların sürətli inkişafı ilə təşviq edilən "yaşıl enerji" yə keçid prosesində bərpa olunan enerji mənbələrinin mövqeyi güclənir. Aparıcı beynəlxalq enerji təşkilatlarının hesablamalarına görə, ötən il dünyada bərpa olunan enerji mənbələrinin payı quraşdırılmış elektrik enerjisində 36,5 faiz, elektrik enerjisi istehsalında isə 29 faiz artıb. Beynəlxalq Enerji Agentliyinin proqnozlarına görə, qlobal enerji sistemi xalis sıfır emissiyaya doğru hərəkət edərsə, 2050-ci ilə qədər elektrik enerjisi istehsalının təxminən 90 faizi bərpa olunan enerji mənbələrindən, bu rəqəmin 70 faizi isə külək və günəş enerjisindən əldə ediləcək. Avropa və Asiyada mövcud enerji böhranları bərpa olunan mənbələrin davamlılığının hələ yüksək olmadığını vurğulasa da, ümumi tendensiya, xüsusilə də istixana qazı emissiyalarını azaltmaq üçün əsas həll yolu kimi bərpa olunan mənbələrə üstünlük verilməsi qlobal enerji mənzərəsinin gələcəyinin enerji səmərəliliyi ilə idarə olunur.

Bu baxımdan, bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin genişləndirilməsi, enerji sisteminin səmərəliliyinin artırılması və liberal bazar modelinə keçid Azərbaycanın qlobal meyillərə uyğun müasir enerji siyasətinin prioritetləri və enerji sahəsində islahatların əsas hədəfləridir. Məqsədimiz ölkədə ümumi enerji istehsalında bərpa olunan enerji mənbələrinin payını indiki 17,3 faizdən 2025-ci ildə 24 faizə, 2030-cu ildə isə 30 faizə çatdırmaqdır. Bunun üçün biz artıq ACWA Power və Masdar kimi tərəfdaşlarımızla yaxın onillikdə quraşdırılması planlaşdırılan 470 meqavatlıq yeni 1500 MVt yeni istehsal gücünü həyata keçiririk. Hər iki layihə üzrə müəyyən sahələrdə tədqiqatlar, topoqrafik, mühəndis-geoloji, ətraf mühitə və sosial təsirlərin qiymətləndirilməsi üzrə tədqiqatlar tamamlanıb. Eyni zamanda, İqtisadiyyat Nazirliyi, "Azərenerji" ASC və aidiyyəti qurumlar tərəfindən investorlar tərəfindən elektrik stansiyalarının tikintisinə başlanılması ilə bağlı məsələlər üzərində iş aparılır. Ümumi sərmayəsi 500 milyon ABŞ dolları olan bu layihələrdə ildə 1,5 milyard kilovatsaat elektrik enerjisi istehsalı, 330 milyon kubmetrdən çox təbii qaza qənaət edilməsi, 600 min tondan çox karbon emissiyasının qarşısının alınması və yeni iş yerlərinin yaradılması nəzərdə tutulur.

Ədəbiyyat

1. https://report.az/energetika/azad-edilmis-erazilerde-enerji-siyaseti-tehlil/
2. https://minenergy.gov.az/az/xeberler-arxivi/isgaldan-azad-edilmis-erazilerde-berpa-olunan-enerji-uzre-deqiq-potensialin-hesablanmasi-sahesinde-gorulecek-isler-muzakire-edilib
3. https://azerbaijan.az/news/6557
4. http://regulator.gov.az/az/news/115

РЕЗЮМЕ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА НА ОСВОБОЖДЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ – АНАЛИЗ

Гаджибалаев Н.М., Джавадова А.И.

***Ключевые слова**: Нагорный Карабах, электрическая подстанция, электроэнергия, линия электропередачи, зеленая энергия, Восточный Зангезур, Тертерская ГЭС, Лачин, Зангилан, Джебраил, Ходжавенд, Шуша.*

В статье анализируется энергетическая политика на освобожденных территориях Азербайджанской Республики. В результате Отечественной войны, которая началась с контрнаступательных операций и закончилась полной победой победоносной азербайджанской армии спустя 44 дня. Вовлечение всего государственного и частного сектора в работы по реконструкции, начавшиеся на наших территориях, освобожденных от оккупации, было признаком подлинного единства. В качестве яркого примера этого единства указывается обновление и восстановление электроэнергетической инфраструктуры региона как составной части энергетической политики страны.

SUMMARY
ENERGY POLICY ON THE RELEASED TERRITORIES – ANALYSIS
[1]Hajibalaev N. M., [2]Cavadova A.İ.

Keywords*: Nagorno-Karabakh, electric substation, electric energy, electric transmission line, green energy, Eastern Zangezur, Tartar HPP, Lachin, Zangilan, Jabrayil, Khojavand, Shusha.*

The article analyzes the energy policy of the occupied and liberated territories of the Republic of Azerbaijan as a result of the Patriotic War, which began with counter-offensive operations and ended with the complete victory of the victorious Azerbaijani army 44 days later. The involvement of the entire public and private sector in the reconstruction and reconstruction works that began in our territories freed from occupation after the victory was an indication of true unity. As a clear example of this unity, the renewal and restoration of the region's electric power infrastructure is indicated as an integral part of the country's energy policy.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРАФИКОВ НАГРУЗКИ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ И ПОТЕНЦИАЛ ИХ УЛУЧШЕНИЯ

[1]Юсифбейли Н.А., [2]Насибов В.Х., [2]Ализаде Р.Р.
[1]Азербайджанский технический университет,
[2]Азербайджанский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт энергетики
yusifbayli.n@gmail.com, nvaleh@mail.ru, rena_alizade@mail.ru

Ключевые слова*: электропотребление, график нагрузки, активный потребитель, технико-экономические показатели, пиковая мощность.*

В статье анализированы основные показатели графиков нагрузки Азербайджанской энергосистемы и выявлено, что имеется существенный потенциал для улучшения таких показателей графиков нагрузки, как коэффициент неравномерности и коэффициент заполнения для азербайджанской энергосистемы. Исследованы положительные эффекты выравнивания графиков нагрузки энергосистемы Азербайджана исходя из технико-экономических показателей ее основных генерирующих мощностей.

Введение.

Выравнивание графиков нагрузки, управление электропотреблением является одной из ключевых тенденций в развитии электроэнергетики в мире [1]. Переход потребителей электроэнергии в статус активных потребителей полностью соответствует инновационному преобразованию электроэнергетической отрасли на основе концепции интеллектуализации энергетической системы. Основой концепции преобразования электроэнергетики в мире является концепция Smart Grid, где энергосистемы должны управляться в режиме реального времени сетью информационно-управляющих устройств и систем [2].

Суточные графики электрических нагрузок.

Несмотря на то, что в Азербайджане все еще не организованы рынки природного газа и электроэнергии в 2021 году в Азербайджане принят Закон «Об использовании возобновляемых источников энергии при производстве электроэнергии», где указаны права и обязанности активного потребителя электроэнергии. Активный потребитель может использовать часть им производимой электроэнергии, а другую часть продавать поставщику электрической энергии. При этом потребитель может принимать участие в заполнении графика нагрузки на сутки вперед получать экономическую выгоду, как и другие производители электроэнергии.

Как известно, суточные графики электрических нагрузок вне зависимости от параметров энергосистемы неравномерны и имеют несколько чередующихся характерных участков, такие как, утренний подъем, дневной спад, вечерний пик, глубокий ночной провал. На характер изменения суточного графика нагрузки помимо суточных ритмов, также влияют такие параметры, как недельные (рабочие и нерабочие дни) и сезонные (зима, весна, лето, осень) изменения электропотребления [3].

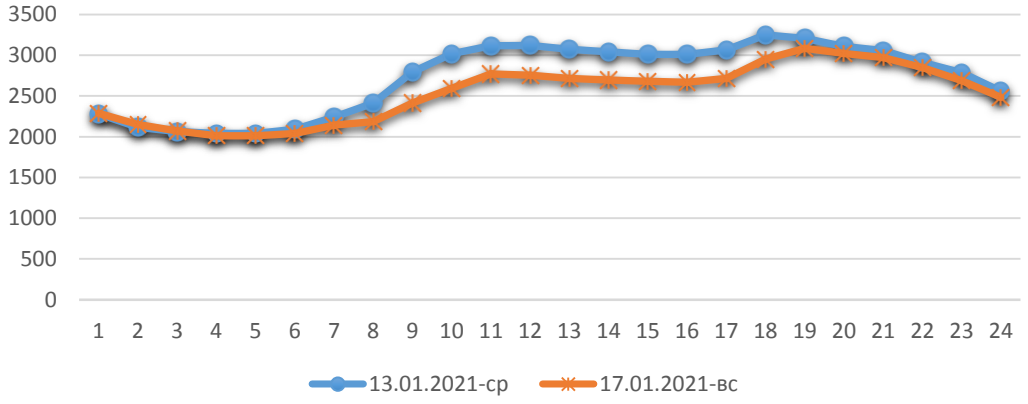


Рисунок 1. Характерные зимние дни суточного графика нагрузки

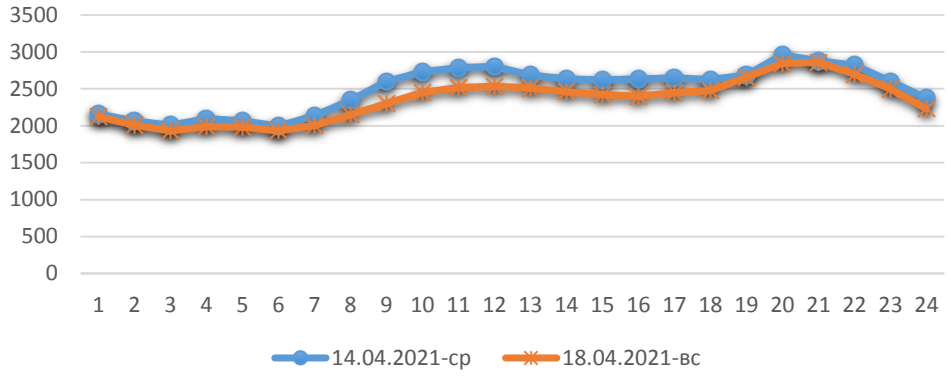


Рисунок 2. Характерные весенние дни суточного графика нагрузки

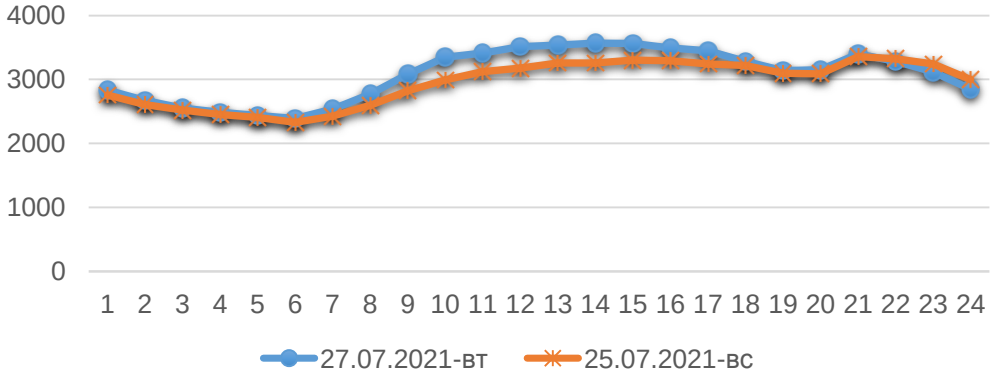


Рисунок 3. Характерные летние дни суточного графика нагрузки

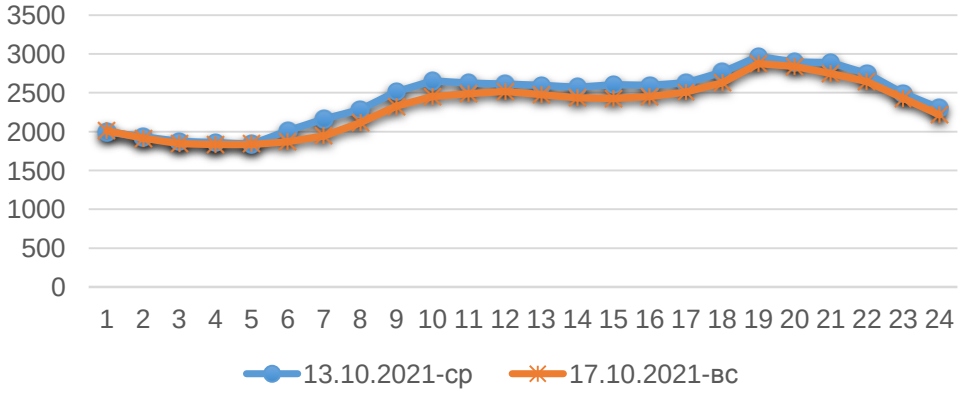


Рисунок 4. Характерные осенние дни суточного графика нагрузки

Как видно из рисунков 1-5 суточные графики нагрузки отличаются друг от друга не столько формой, сколько уровнем нагрузки и различными характеристиками графика нагрузки.

Как правило, в рабочие дни нагрузка немного выше нагрузки нерабочего дня, а также нагрузка летом и зимой выше нагрузки весны и осени.

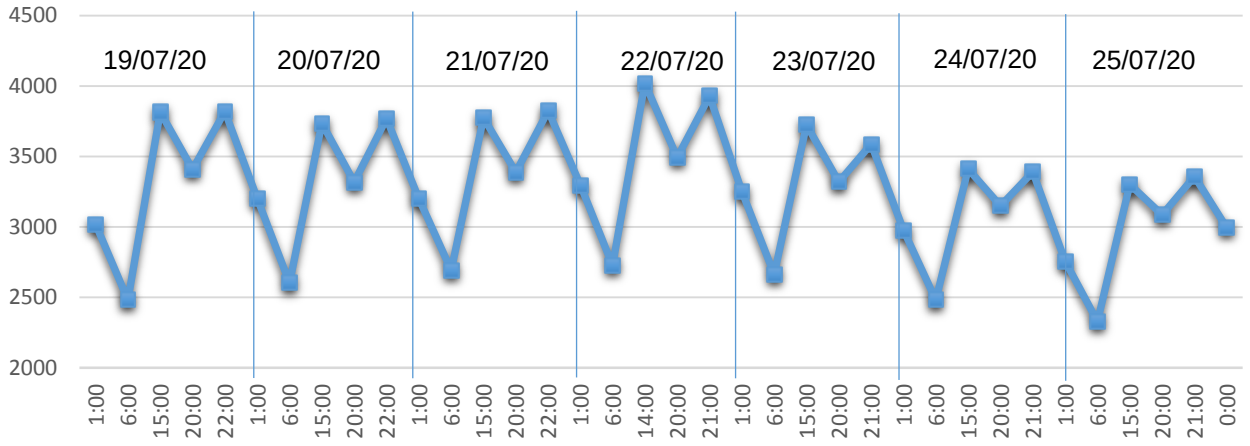


Рисунок 5. Недельный график нагрузки

В Азербайджанской энергосистеме максимум нагрузки приходится на лето и сильно зависит от температуры окружающей среды. Для оценки характеристик суточного графика нагрузки используются такие параметры, как коэффициент неравномерности, коэффициент заполнения, максимальный диапазон регулирования и т.д. Чем ниже коэффициенты неравномерности и заполнения, тем хуже равномерность графика нагрузки и технико-экономические показатели покрытия графика нагрузки.

В таблице приведены основные характеристики суточных графиков нагрузки азербайджанской энергосистемы. Нужно заметить, что по сравнению с аналогичными характеристиками других стран эти характеристики заметно хуже и в азербайджанской энергосистеме имеется существенный потенциал для улучшения характеристик суточных графиков нагрузки [4].

Таблица .

Характеристики суточных графиков нагрузки

Показатели графика нагрузки, МВт	**Зима**		**Весна**		**Лето**		**Осень**	
	Раб. день	**Нераб. день**	**Раб. день**	**Нераб. день**	**Раб. день**	**Нераб. день**	**Раб. день**	**Нераб. день**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Максимальная нагрузка (P_{max})	3252	3085	2957	2857	3566	3358	2967	2877
Минимальная нагрузка(P_{min})	2042	2013	1993	1929	2390	2329	1839	1834
Утренний максимум ($P\ m_{min}$)	3120	2772	2801	2532	3538	3259	2652	2517
Вечерний максимум ($P\ e_{max}$)	3252	3085	2957	2857	3566	3358	2967	2877
Средняя нагрузка ($P_{ср}$)	2727	2541	2496	2350	3077	2954	2434	2327
Коэффициент неравномерности ($K_{нер}$)	0,63	0,65	0,67	0,68	0,67	0,69	0,62	0,64
Коэффициент заполнения ($K_{зап}$)	0,84	0,82	0,84	0,82	0,86	0,88	0,82	0,81
Разница максимума и средней нагрузки (P_{max}-$P_{ср}$)	525	544	461	507	489	404	533	550
Диапазон регулирования нагрузки (P_{max}-P_{min})	1210	1072	964	928	1176	1029	1128	1043

Таблица (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Коэффициент регулирования ($К_{рег}$)	0,37	0,35	0,33	0,32	0,33	0,31	0,38	0,36

Нужно заметить, что вне зависимости от дня недели или сезона базисная часть суточного графика нагрузки в основном покрывается ТЭС с хорошими технико-экономическими показателями, такие как Джануб ЭС- 780 МВт с удельным расходом топлива (УРТ) 233 гр/кВт.ч, Шимал ЭС- 800 МВт, с удельным расходом топлива 214 гр/квт.ч и Сумгаит ЭС -525 МВт, с удельным расходом топлива 224 гр/квт.ч. Полупики и пики суточного графика нагрузки азербайджанской энергосистемы в основном покрываются азербайджанской ТЭС - 2400 МВт и относительно небольшими электростанциями модульного типа.

Как видно из рис. 6 азербайджанская энергосистема сама полностью покрывает собственную потребность в электроэнергии и экспортирует некоторый объем электроэнергии в соседние государство (в основном в Грузию и Турцию). Технико-экономические показатели покрытия суточного графика азербайджанской энергосистемы в основном зависит от режима работы Азербайджанской ТЭС с удельным расходом топлива 330-337 гр./квтч.

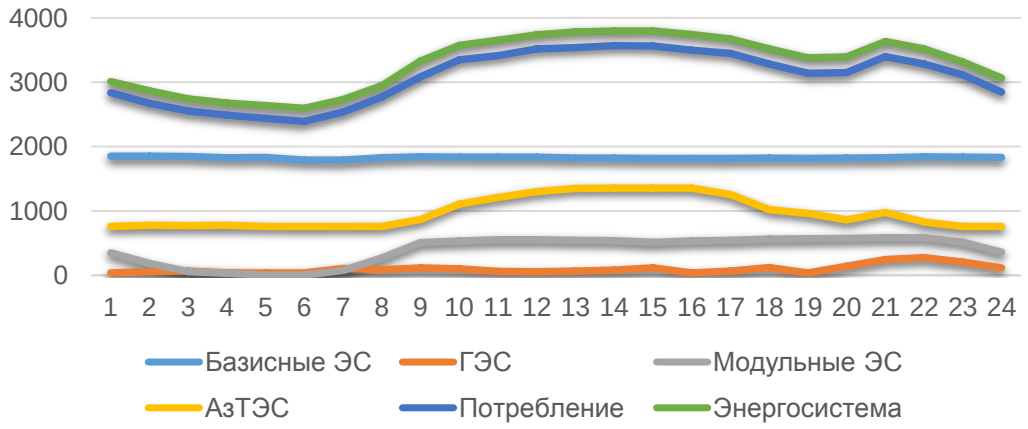


Рисунок 6. Покрытие суточного графика нагрузки

Модульные электрические станции ночью останавливаются и утром включаются в работу, в целях регулирования графика нагрузки блоки Азербайджанской ТЭС также иногда останавливаются с последующим включением (пуск-остановка может быть осуществлен как в недельном, так и при сезонном регулировании графика нагрузки). Учитывая, что при пуске блока Азербайджанской ТЭС с холодного состояния расходуется примерно 130000 м^3 газа, на модульных электростанциях малой мощности – 60 м^3 газа, а на модульных электростанциях средней мощности – 130 м^3 газа, то перерасход, связанный с пуском остановом блоков составляет примерно 7 млн. м^3 газа в год.

С целью предотвращения отключения блоков Азербайджанской ТЭС нередко приходится эксплуатировать более экономичные электрические станции с неполными нагрузками, что приводит к перерасходу топлива из-за частичных нагрузок экономичных электростанций.

В Азербайджане принято стратегическое направление развития электроэнергетики, где предусматривается широкое внедрение возобновляемых источников энергии. Модульные электрические станции позволят покрыть электрическую нагрузку энергосистемы при внедрении возобновляемых источников энергии в объеме до 500 МВт, покрытие больших объемов будет сопровождаться существенными проблемами, в первую очередь необходимостью строительства пиковой мощности и больших мощностей аккумулирования электрической энергии.

Основным средством выравнивание графика нагрузки является использования почасовых тарифов. Для этого нужно внедрять современные электросчетчики с соответствующими функциями [5].

В настоящее время применимый в Азербайджане двухставочный тариф для непрерывных производств (производство алюминия, стали и т.д.) не способствует выравниванию графика нагрузки

(их доля в общем потреблении не существенная). Для выравнивания графика нагрузки нужно стимулировать развитие промышленности с непрерывными автоматическими производствами.

Выводы.

1. Управление электропотреблением является одной из основных составляющих концепции современного развития электроэнергетики.

2. Анализируя характеристики суточных графиков нагрузки азербайджанской энергосистемы можно сделать вывод, что в азербайджанской энергосистеме имеется существенный потенциал для улучшения характеристик суточных графиков нагрузки.

3. Основным средством выравнивание графика нагрузки является использования почасовых тарифов. Для этого нужно внедрять современные электросчетчики с соответствующими функциями.

Литература

1. Гуртовцев А.Л., Забелло Е.П Выравнивание графика электрической нагрузки энергосистемы. Энергетика и ТЭК. 2008. № 7/8., с.13-20

2. Pazouki, S., Mohsenzadeh, A., Haghifam, M. R. Optimal planning of parking lots and DLC programs of Demand Response for enhancing distribution networks reliability. IEEE Pes General Meeting Conference & Exposition, National Harbor, MD, USA: 27-31 July, 2014, p. 1-5

3. Насибов В.Х., Ализаде Р.Р. Исследование характерных графиков нагрузки Азербайджанской энергосистемы для определения нагрузочного резерва мощности, 85-ое заседание Международного научного семинара им. Ю.Н. Руденко «Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики», Надежность либерализованных систем энергетики», 30 июня-4 июля 2013, Иркутск, Российская Федерация, с. 119-124

4. Yusifbeyli N.A., Nasibov V.Kh. Comparative analysis of Azerbaijan's energy sector efficiency trend at the current development stage, E3S Web of Conferences 209, 01003 (2020) ENERGY-21- Sustainable Development & Smart Management

5. Jun Du, Zongnan Zhang, Menghan Li Jing Guo & Kongge Zhu Optimal scheduling of integrated energy system based on improved grey wolf optimization algorithm, Scientifc Reports 2022

XÜLASƏ
AZƏRBAYCAN ELEKTRİK SİSTEMİNİN YÜKLƏMƏ CƏDVƏLLƏRİNİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ ONLARIN TƏKMİL EDİLMƏSİ POTENSİALI

[1]Yusifbəyli N.A., [2]Nəsibov V.X., [2]Əlizadə R.R.

***Açar sözlər**: enerji istehlakı, yükləmə qrafiki, aktiv istehlakçı, texniki-iqtisadi göstəricilər, pik güc.*

Məqalədə Azərbaycan enerji sisteminin yük əyrilərinin əsas göstəriciləri təhlil edilir və Azərbaycan enerji sistemi üçün yük əyrilərinin qeyri-bərabərlik əmsalı və doldurma əmsalı kimi göstəricilərinin yaxşılaşdırılması üçün əhəmiyyətli potensialın olduğu aşkar edilir. Azərbaycanın əsas istehsal güclərinin texniki-iqtisadi göstəriciləri əsasında Azərbaycanın enerji sisteminin yük əyrilərinin bərabərləşdirilməsinin müsbət təsirləri öyrənilir.

SUMMARY
CHARACTERISTICS OF LOAD TABLES OF AZERBAIJAN ELECTRIC SYSTEM AND POTENTIAL FOR THEIR IMPROVEMENT

[1]Yusifbeyli N.A., [2]Nasibov V.Kh., [2]Alizade R.R.

***Key words**: electric consumption, load schedule, active user, technical and economic indicators, peak power.*

In the article, the main indicators of the load schedules of the Azerbaijani power system are analyzed and it is revealed that there is a significant potential for improving such indicators of the load schedules, such as the coefficient of unevenness and the filling factor for the Azerbaijani power system. The positive effects of leveling the load schedules of the energy system of Azerbaijan based on the technical and economic indicators of the main generating capacities of Azerbaijan have been investigated.

РОБОТИЗИРОВАННЫЕ, ПЛАЗМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ И БИОИНЖЕНЕРИИ

Кашапов Н.Ф., Шамсутдинов Э.В.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Российская Федерация
EVShamsutdinov@kpfu.ru

***Ключевые слова**: аддитивные технологии, лазерное сплавление, пресс-форма*

В работе представлен опыт Инженерного института Казанского федерального университета в области робототехники, плазменных технологий и биоинженерии в промышленности. Показаны основные методы аддитивных технологий формирования слоев и способы энергоснабжения. Выявлено, что селективное лазерное легирование является оптимальным для практического применения в машиностроении и биоинженерии для получения технологических конструкций и технических решений. Пример технологического процесса изготовления сотрудниками института пресс-формы заготовки поршня, являющегося регулирующим элементом клапана подачи газа в газогенераторах электростанций, с применением аддитивных технологий, позволяющих облегчить массу пресс-формы, уменьшить указано количество сопрягаемых поверхностей, снизить внутренние напряжения, дополнить модель охлаждением и применить сетчатые конструкции.

Области применения плазменных технологий в настоящее время весьма разнообразно. Это такие области как машиностроение; медицинское оборудование и материалы; биотехнологии и фармацевтика; электроника и электротехника; новые материалы; оптика; сельское хозяйство и пищевая промышленность; утилизация (обезвреживание) техногенных (опасных) отходов.

Если речь вести о медицине или машиностроении, одними из направлений которыми занимается Инженерный институт Казанского (Приволжского) федерального университета, являются создание:

- Метабиоматериалов. Имплантатов нового поколения из мета-биоматериалов;
- Фильтрационных материалов для биологических жидкостей;
- Стерилизация изделий медицинского назначения;
- Реверс-инжиниринг и проектирование фильтрационных элементов для медицинского оборудования;
- Цифровая система контроля состояния и эксплуатации медицинской техники в лечебных учреждениях;
- Медицинские зонды для ПЦР-тестов, изготовленный аддитивными технологиями производства;
- HEPA-фильтры для операционных и систем очистки воздуха для ГТУ и промышленных производств.

В основе всех создаваемых институтом решений лежат плазменные аддитивные технологии, которые в настоящее время являются одним из наиболее активно развивающихся направлений.

Аддитивные технологии - производство деталей сложной формы по трехмерной модели путем последовательного нанесения материала.

Они подразделяются:

1. По методам формирования слоя.

Первый вид. «Direct Deposition», или «прямое или непосредственное осаждение (материала)» - материал подается в конкретное место, куда в данный момент времени подводится энергия и где идет процесс формирования объекта.

Второй вид. «Bed Deposition» - сначала идет формирование слоя, в котором будет происходить скрепление или соединение частиц: разравнивают поверхность, таким образом ровный слой материала, затем выборочно (селективно) обрабатывают лазером или иным способом, скрепляя частицы материала в соответствии с текущим сечением исходной модели.

2. По методам подвода энергии для фиксации слоя построения:

- Тепловое воздействие:
  а) точечный нагрев - воздействие лазером или электроннами;
  б)нагрев в экструдере;
- Облучение а) ультрафиолетовым светом (с помощью лазера – 100-400 нм);
- б) видимым светом (DLP-проектор - 450 нм) жидких фотополимеров;
- Нанесение связующего состава (клея): распыление через головку струйного принтера клея на поверхность порошка;
- Комбинированное воздействие - нанесение химического реагента и тепловое воздействие лазером (кварцевый песок + фурановые смолы).

При этом одной из основных частей в установках аддитивного производства является лазерная система, в которой используются 1)CO_2, 2)Nd:YAG, 3)иттербий волоконный лазеры. В основном в аддитивных технологиях используются оптоволоконные с длиной волны 1.06 мкм или газовые с 10.6 мкм. Все это связано со способностью поглощать материалами лазерное излучение. На рисунке 1 приведены спектры поглощения, длин волн используемых лазеров.

Использование лазеров с длиной волны 1-1,1 мкм для нагрева металлов и карбидов предпочтительнее, поскольку они на 25-65% лучше поглощаются. В тоже время, использование CO_2 лазера с длиной волны 10,64 мкм наилучшим образом подходит для таких материалов, как полимеры и оксидная керамика. Более высокая абсорбционная способность позволяет увеличить глубину проплавления и в более широких пределах варьировать параметры процесса.

Обычно лазеры, используемые в аддитивном производстве, работают в непрерывном режиме. По сравнению с ними, применение лазеров, работающих в импульсном режиме и в режиме модулированной добротности, за счет их большой энергии импульса и короткой продолжительности импульса (наносекунды) даёт возможность улучшить прочность связи между слоями и уменьшить зону термического воздействия. Характеристики используемых лазерных систем лежат в таких пределах: мощность лазера – 50-500 Вт, скорость сканирования до 2 м/с, скорость позиционирования (скорость, с которой система зеркал позиционирует пучок лазера на поверхности без влияния на материал) до 7 м/с, диаметр фокусированного пятна – 35-400 мкм.

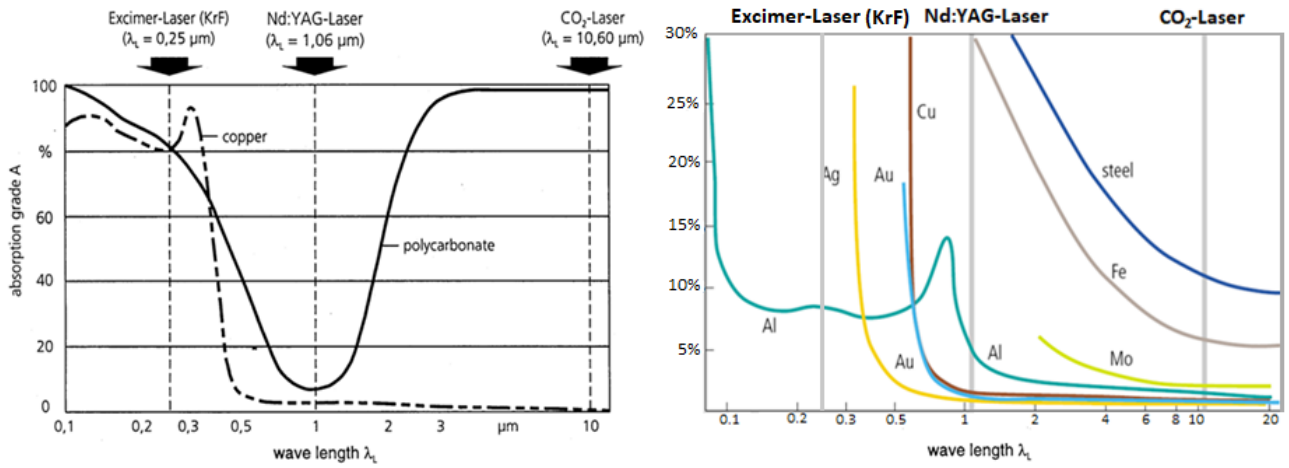


Рисунок 1 - Поглощение лазерного излучения

По характеру аддитивного построения технологии делится на два направления:

A. Селективное лазерное спекание (Selective Laser Sintering - SLS) - технология аддитивного построения изделия путем локального послойного спекания полимерного материала под действием лазерного излучения.

B. Селективное лазерное сплавление (Selective Laser Melting - SLM) - технология аддитивного построения изделия путем локального послойного сплавление металлического материала под действием лазерного излучения.

Процесс построения:

- На рабочую поверхность наносится слой металлического порошка и лазером сплавляется первый слой;
- Затем рабочая поверхность опускается на толщину слоя, насыпается новый слой порошка, лазер сплавляет второй слой объекта поверх первого и т.д.

Метод SLM позволяет использовать самые разные материалы, в том числе и очень прочные: термопластичные полимеры, стекло, керамику и металлы. Модели, изготовленные методом селективного лазерного сплавления, считаются самыми прочными, среди всех деталей, произведенных по другим аддитивным технологиям.

Преимущества метода SLM:

1. Снижение веса конструкции (снижение массы до 80 %).

Детали получаются значительно более легкими, но при этом сохраняют необходимую прочность

2. Повышение коэффициента использования материалов в 2-3 раза (сетчатые структуры и внутренние каналы и полости).
3. Уменьшение количества деталей сборной конструкции и технологических операций
4. Уменьшение отходов производства

В качестве примера на рисунке 2 приведен процесс изготовления сотрудниками института пресс-формы заготовки поршня - регулирующего элемента клапана подачи газа в газогенераторах энергоустановок. Использование цифровых моделей и специализированных программ дало

возможность облегчить массу пресс-форм, уменьшить количество сопрягаемых поверхностей, снизить внутренние напряжения, дополнить модель охлаждением и применить сетчатые структуры.

Помимо преимуществ у метода SLM есть недостатки. 3D-печать, как правило, не может конкурировать с литьем экономически, когда дело доходит до массового производства. Определенные пределы прочности существуют, ограничивая выносливость деталей с точки зрения механической усталости. Также одним из предметов для критики стало ограничение по размеру, накладываемое ограниченным объемом рабочих камер 3D-принтеров. Но напечатанные металлические детали в свою очередь поддаются сборке с помощью сварки. За время, пройденное от первого поколения 3D-принтеров до наших дней, максимальный размер рабочих камер был увеличен на 700%, а мощность лазерных излучателей доведена до 1000 Вт. Как результат, время производственного цикла сократилось в 10-15 раз. Более серьезной проблемой является тенденция к закручиванию при производстве больших деталей. Именно этот фактор и накладывает основные ограничения на размер изделий, так как простое увеличение размера рабочей камеры не представляет большой сложности. В настоящее время современные SLM -установки уже позволяют создавать детали размером до одного метра, включая компоненты реактивных двигателей.

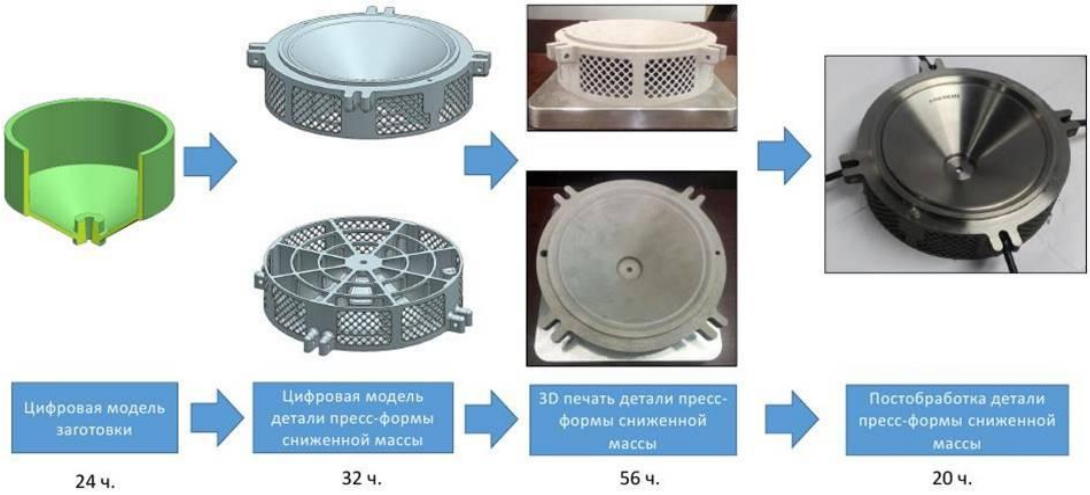


Рисунок 2 – Процесс изготовления пресс-формы заготовки поршня

В своих исследованиях нами был использован порошок марки 17-4 PH, российский аналог порошка - О7Х16Н4Д4Б-Ш, представляющий собой мартенситную сталь, усиленную содержанием сферических частиц, богатых Cu, в мартенситной матрице, дисперсностью от 1 до 30 мкм.

С использованием данного порошка было произведено послойное SLM-выращивание и последующая термическая обработка образцов, приведенных на с рисунке 3.

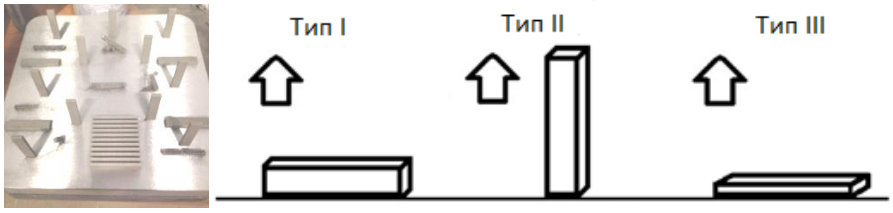


Рисунок 3 – Образцы и направления их печати: тип I - горизонтально-вертикальная печать; тип II – вертикальная печать; тип III – горизонтальная печать.

Расположение моделей относительно поверхности печатной платформы различалось тремя направлениями роста модели, стрелками указано направление печати.

Время построения образцов составляло примерно 18 часов. На рисунке 3 можно увидеть образцы после их построения методом селективного лазерного сплавления.

Была проведена термическая обработка – отпуск образцов тремя температурными режимами. По два образца с основанием построения 3×50 мм^2 (тип I), были обработаны при температурах 610°C, 900°C, 1150°C, длительность обработки составила 2 часа, скорость повышения температуры составила 20°C/мин. После обработки образцы остывали естественным путем.

На образцах тип II и тип III проведена термообработка- закалка по режимам:

1) Закалка T 950˚C выдержка 45мин., охлаждение на воздухе. Старение осуществлялось при температуре 450˚C и выдержке охлаждением на воздухе 1 час.

2) Закалка T 975˚C, выдержка 45мин., охлаждение на воздухе.

Испытания на растяжение показали, что для образцов типа 1 модуль Юнга составляет 4189 МПа, предел прочности 936,35 МПа; для образцов типа 2 модуль Юнга составляет 4726 МПа, предел прочности 881,19 МПа. Отличие модуля Юнга при различных направлениях печати составило 11%, а для предела прочности - 6%, при этом образцу с большой жесткостью соответствует меньшая прочность.

Стоит отметить, что при разрушении характер поверхности отрыва был пластического типа, то есть поверхности были под углом 45°, что характерно для пластичных материалов. При этом для образцов второго типа был замечен малый участок, на котором разрушение происходит по наибольшим нормальным напряжениям.

Можно заключить, что при отпуске прочность образцов снижается значительно, жесткость незначительно, также снижается пластичность материала – уменьшается удлинение образца. Хотя для сталей при отпуске характерно повышение вязкости и пластичности, уменьшение твердости, снижение внутренних напряжений.

Столь малый модуль Юнга и разница в жесткости при различном направлении спекания может быть объяснена наличием двуфазности или пористости; различие в величинах жесткости при различном направлении печати в материале может быть пояснено наличием осей ортотропии.

XÜLASƏ
SƏNAYE VƏ BİOMÜHƏNDİSLİKDƏ ROBOTİK, PLAZMA TEXNOLOGİYALARI
Kaşapov N.F., Şamsutdinov E.V.

Açar sözlər:*aşqar texnologiyası, lazer birləşməsi, qəlib*

Məqalə Kazan Federal Universitetinin Mühəndislik İnstitutunun sənayedə robot, plazma texnologiyaları və biomühəndislik sahəsində təcrübəsini təqdim edir. Qat meydana gəlməsi və enerji təchizatı metodları üçün aşqar texnologiyalarının əsas metodları göstərilir. Texnoloji konstruksiyalar və texniki həllər əldə etmək üçün maşınqayırma və biomühəndislikdə praktik tətbiq üçün ən yaxşısının selektiv lazer ərintisi olduğu göstərilir. Qəlibin kütləsini yüngülləşdirməyə, cütləşmə səthlərinin sayını azaltmağa, daxili gərginliyi azaltmağa, modeli soyutma ilə tamamlamağa və mesh quruluşlarını tətbiq etməyə imkan verən aşqar texnologiyalarından istifadə edərək elektrik stansiyalarının qaz generatorlarında qaz təchizatı klapanının tənzimləyici elementi olan piston blankının qəlib institutunun işçiləri tərəfindən istehsal prosesinə bir nümunə verilmişdir.

SUMMARY
ROBOTIC, PLASMA TECHNOLOGIES IN INDUSTRY AND BIOENGINEERING
Kashapov N.F., Shamsutdinov E.V.

Keywords: *additive technologies, laser fusion, mold*

The paper presents the experience of the Engineering Institute of Kazan Federal University in the field of robotic, plasma technologies in industry and bioengineering. The main methods of additive technologies for layer formation and methods of energy supply are shown. It is shown that selective laser fusion is the best for practical application in mechanical engineering and bioengineering for obtaining technological structures and technical solutions. An example of the manufacturing process by the Institute's employees of a piston blank - a regulating element of a gas supply valve in gas generators of power plants using additive technologies is given, which made it possible to lighten the mass of molds, reduce the number of mating surfaces, reduce internal stresses, supplement the model with cooling and apply mesh structures.

BƏRK CİSİM VƏ YARIMKEÇİRİCİLƏR FİZİKASI
ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА И ПОЛУПРОВОДНИКОВ
PHYSICS OF SOLID STATES AND SEMICONDUCTORS

ВЛИЯНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО СОЕДИНЕНИЯ $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ

Алескерова Д.М., Отарханова Г.Н.
Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
durdane.samedova@mail.ru

Ключевые слова: *диэлектрическая проницаемость, полимер, полупроводник, нанокомпозит, макромолекулы*

В предъявленной работе изложены результаты исследования частотных зависимостей диэлектрической проницаемости и диэлектрические потери полиэтилена низкой плотности, модифицированной полупроводниковым соединением $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$. Исследования проводились в частном диапазоне 50 -10^6Гц. Изложены также частотные зависимости диэлектрической проницаемости и диэлектрической потери нанокомпозитов ПЭВД+х об.% $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$+у об%Fe. На основе полученных данных были определены оптические функции – мнимая и реальная части коэффициента преломления, коэффициента отражения, мнимая и реальные части оптической электропроводности указанных композитов и нанокомпозитов.

Как известно, для всех полимерных диэлектриков, в том числе полиэтилена, абсолютно лишенных полярных групп, или примесей, практически не существует. Для полимеров существует два типа диэлектрических потерь: дипольно - сегментальные, связанные с проводимости звеней или большой совокупности их (кинетических сегментов) в электрическом поле, и дипольно-групповые, обусловленные движением, например, боковых полярных групп.[1-3] Если в боковой цепи полимера содержатся полярные группы, способные ориентироваться в электрическом поле независимо друг от друга и имеющие разные времена релаксации, то обычно наблюдается сложный пик дипольно-групповых потерь. Сегментальное движение в полимерах при температурах выше T_c, кооперативно, так как движения сегментов данной цепи и соседних максимумы взаимосвязаны.

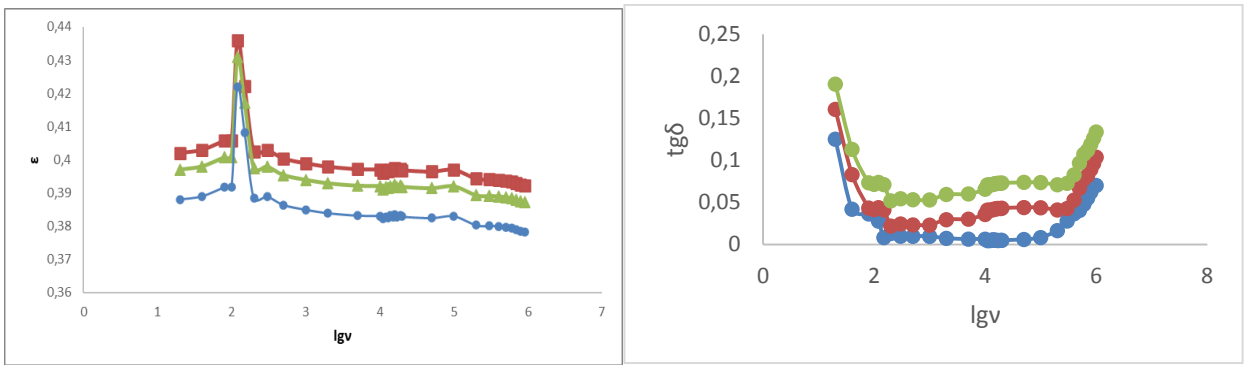
Полученные результаты приведены в аморфной части полимера и влияют на его свойства за счет изменения свойств как аморфной, так и кристаллической части, и также за счет своей способности образовывать собственные структуры в среде полимера. Количества наполнителей в полимер, играют роль искусственных зародышей кристаллизации, что приводит к улучшению свойств. [5] При введении значительного количества наполнителей свойства полярного материала определяются как структурными изменениями в полимерной матрице, так и изменениями при поверхностном слое наполнителя. Наполнители влияют на скорость кристаллизации или отвердения, температуру релаксационных процессов, электрических, оптических, механических и др. свойств. Отметим, что основной причиной надмолекулярного взаимодействия между группами атомов, входящих в макромолекулы полимера, над силами междумолекулярного взаимодействия и высшая гибкость макромолекул.

В разработке новых типов композиционных материалов обычно используются новые разнообразные свойства материалов. [3]

В свете вышеизложенного, в настоящей работе исследовали диэлектрические свойства, модифицированные полупроводниковым соединением $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$ и влияние на них металлических наночастиц.

Частотные зависимости диэлектрической проницаемости и тангенс угла диэлектрической потери полиэтилена высокого давления, модифицированного полупроводниковым соединением $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$ и металлической наночастицей (Fe) приводятся на рисунках 1-2. Как видно из рис.1а характер изменения диэлектрической проницаемости композитов ПЭ+хоб. $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$в зависимости

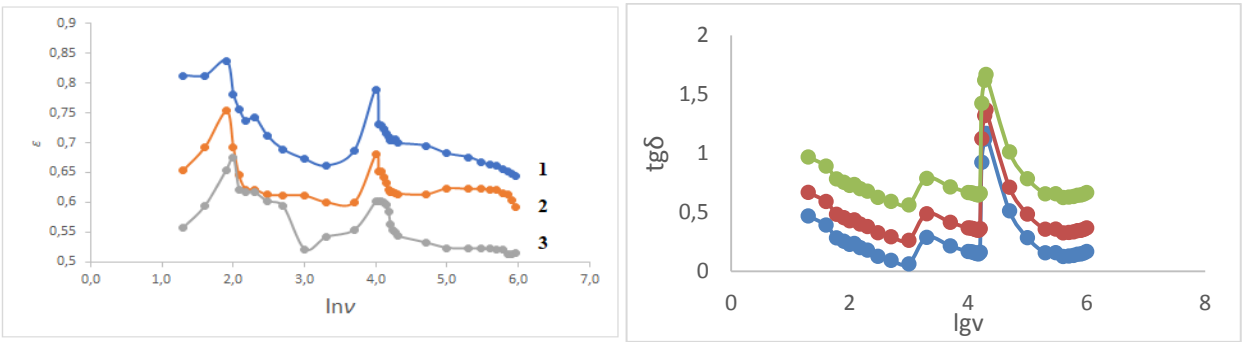
от частоты имеют аналогический характер т.е. в частотном диапазоне 10-100Гц диэлектрические проницаемости композитов с наполнителями 10,15 и 20 об%ПЭ+хоб. $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$ полупроводникового соединения увеличивается до максимума и при частота 50Гц на кривыхε(ν)- наблюдается четкий максимум второй и относительно слабый максимум наблюдается на частоте 110Гц. Далее ε(ν) постепенно увеличивается до частоты 10^4 Гц. При этой частоте появляется максимум на кривых ε(ν) и с дальнейшим увеличением частоты $9•10^5$Гц диэлектрическая проницаемость уменьшается. Результаты исследование диэлектрической потери композитов приведены на рис.1б. Как следует из рис.1б, изменение диэлектрической потери композитов с изменением частоты также имеет аналогичный характер, т. е. до частоты 100Гц tg(ν) резко уменьшается при частоте 140Гц, появляется слабый максимум и далее с увеличением частоты до 10^5 Гц, tgδ(ν) практически не изменяется, начиная с этой частоты диэлектрическая потеря резко увеличивается. Наблюдаемый высокотемпературный максимум tgδ(ν) обусловлен дипольно-групповым движением, например, боковых полярных групп. Если в боковой цепи полимера содержатся полярные группы, способные ориентироваться в электрическом поле независимо друг от друга и имеющие разные времена релаксации, то обычно наблюдается сложный пик дипольно-групповых потерь. [4]



а) б)

Рис.1. Частотные зависимости диэлектрической проницаемости (а) и тангенс угла диэлектрических потерь (б) композитов ПЭВД+х об%.$Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$, где 1-90 об%ПЭВД+10об%.$Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$,2-85об%ПЭВД+15об%.$Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$,3-80 об%ПЭВД+20об%.$Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$.

С увеличением объёмного содержания наполнителя из полупроводникового соединения $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$ диэлектрическая проницаемость и тангенс угла диэлектрической потери композитов увеличиваются.



а) б)

Рис.2. Частотные зависимости диэлектрической проницаемости композитов ПЭВД+х об%.$Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$+у об%Fe, где, 1-80об%ПЭВД+10об%.$Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3^+$ 10 об%Fe, 2-85 об%ПЭВД+10об%.$Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$+5 об%Fe, 3-90 об%ПЭВД+5об%$Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$+5 об%Fe

Результаты исследования диэлектрических параметров нанокомпозитов ПЭ +хоб.%$Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$+ у об.% Fe приводятся на рис.2. Как следует из рис.2а характер изменения ε(ν) практически одинаковы для нанокомпозитов с наполнителями 10об%$Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$+10об.%Fe, 10об.%$Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$+ 5 об.% Fe и 5об.%$Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$+5об.% Fe. На кривых ε(ν) при частоте 90Гц

наблюдается четкий максимум, второй, еще более четко выраженный максимум, наблюдается при частоте 10^4 Гц. В промежуточных частотах каких-либо откликов не обнаружено.

Результаты исследования диэлектрической потери нанокомпозитов с вышеуказанными наполнителями приведены на рис.2б. Следует отметить что tgδ(ν) в зависимости от нанокомпозитов также имеют аналогичный характер: при частотном диапазоне $10 \div 10^3$ Гц tgδ(ν) уменьшается, при частоте 1200Гц наблюдается слабый, размытый максимум, а при частоте 19000Гц наблюдается яркий максимум и с дальнейшим увеличением частоты tgδ(ν) уменьшается до частоты 10^5 Гц и далее остается постоянной.

Литература

1. Venkatasubramanian R., Siivola E., Colpitts and B T. O'Quinn, Nature, 2001, 413, 597
2. Jin C., Xiang X., Jia C., Liu W., Cai W., Yao L.and Li X. J. Phys. Chem. B, 2004, 108, 1844.
3. Li L., Yang Y., Huang, Li G. and Zhang L. Nanotechnology, 2006, 17, 1706.
4. Yu H., Gibbons P. C. X.and Buhro W. E. J. Mater. Chem., 2004, 14, 595.
5. Frari D. D., Diliberto S., Stein N., Boulanger C. and Lecuire J. M. Thin Solid Films, 2005, 483, 44.
6. Zheng J., Iijima A. and Furuta N. J. Anal. At. Spectrom., 2001, 16, 812.
7. Miravet R., Bonilla E., Lo´ pez-Sa´ nchez J. F. and Rubio R. J. Environ. Monit., 2005, 7, 1207.
8. Martı´ n-Gonza´ lez M. S., Prieto A. L., Gronsky R., Sands T. and Stacy A. M. J. Electrochem. Soc., 2002, 149, C.546.
9. Martı´ n-Gonza´ lez M. S., G. J. Snyder, A. L. Prieto, R. Gronsky, T. Sands and A. M. Stacy, Nano. Lett., 2003, 3, 973.

XÜLASƏ

$Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$ YARIMKEÇİRİCİ BİRLƏŞMƏSİNİN AŞAĞI SIXLIQLI POLİETİLENİN DİELEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ

Ələsgərova D.M., Ötərxanova G.N.

***Açar sözlər**: dielektrik keçiricilik, polimer, yarımkeçirici, nanokompozit, makromolekullar*

Təqdim olunan işdə $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$ yarımkeçirici birləşmə ilə modifikasiya olunmuş aşağı sıxlıqlı polietilenin keçiriciliyinin və dielektrik itkisinin tezlikdən asılılıqlarının öyrənilməsinin nəticələri təqdim olunur. Tədqiqatlar xüsusi diapazonda 50 -106 Hz diapazonunda aparılmışdır. Nanokompozitlərinin keçiriciliyinin və dielektrik itkisinin tezlikdən asılılıqları ASPE +x həcm% $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$+y həcm% Fe də təqdim olunur. Alınmış məlumatlar əsasında optik funksiyalar - bu kompozitlərin və nanokompozitlərin optik elektrik keçiriciliyinin sındırma əmsalının xəyali və real hissələri, əks əmsalı, xəyali və real hissələri müəyyən edilmişdir.

SUMMARY

EFFECT OF Bi0.5Sb1.5Te3 SEMICONDUCTOR COUPLING ON DIELECTRIC PROPERTIES OF LOW DENSITY POLYETHYLENE

Alasgarova D.M., Oterkhanova G.N.

***Keywords:** permittivity, polymer, semiconductor, nanocomposite, macromolecules*

The presented work indicates the results of studying the frequency dependences of the permittivity and dielectric loss of high-pressure polyethylene modified with $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$ semiconductor compound. The studies were carried out in a particular range of 50 -106 Hz. The frequency dependences of the permittivity and dielectric loss of nanocomposites LDPE + x vol.% $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$+y vol.% Fe are also presented. Based on the data obtained, the optical functions were determined - the imaginary and real parts of the refractive index, the reflection coefficient, the imaginary and real parts of the optical electrical conductivity of these composites and nanocomposites.

SPLITTING OF SOME ENERGY ZONES WITH BROADENING OF THE INTERLAYER DISTANCE IN DOPED BISMUTH TELLURIDE

[1]Aliguliyeva Kh.V., Gahramanov S.Sh. [3], Abdullayev N.A. [2,3], [3]Gahramanov K.Sh., [3]Badalova Z.I.

[1]Sumgayit State University, [2]Baku State University, Azerbaijan

[3]Institute of Physics, Baku, Azerbaijan

samir.gahramanov@gmail.com

***Key words**: nanoisland, symmetry, points, mixing*

As a result of the developed technology, an ordered array of nanoislands was formed in the process of self-organization on the Bi_2Te_3<*Ni*> *(0001)* plane. Penetrating mainly into the interlayer space impurities create bulk periodic superstructures, and consisting of arrays of nanoislands between packet of layers, which, as a result, move apart. The symmetry of the Bi_2Te_3 crystal forbids the mixing of the states $|s\rangle$ and $|d_z^{\eta}\rangle$ with $|p_x\rangle$ and $|p_y\rangle$, and $|d_z^{\eta}\rangle$ with the other d-states at high-symmetry points of the Brillouin zone, while mixing of all states is allowed at low-symmetry points. As a result, an increase in the potential barrier due interlayer broadening is accompanied by a shift and splitting ($\Delta E \sim 20$ meV) of some bands and the formation of an energy gap.

The tested material is a superstructure with a set of basic five-layer packages (quintet) and an array of nanoparticles - INSE (interlayer nanostructural elements) on interlayer surfaces (Fig. 1). Nanoparticles - nanoclusters on the cleaved or interlayer Bi_2Te_3 surface are created by the self-assembly method. During the formation of superstructures in doped Bi_2Te_3, an extreme temperature dependence of the kinetic properties is possible [1, 2]. Electronic confinement in nanoparticles leads to unique quantum properties as the effect on the electrons interact with each other, and on external influences, such as electric and magnetic fields.

The height dimensions of the interlayer nanostructures indicate the inhomogeneity of the INSE distribution in different van der Waals gaps depending on the defectiveness of the crystal packing. Apparently the largest INSE may aggregate in the cavities, which ending edge dislocations and other large defects of layers, where the elastic stresses are strongest. When a crystal is cleaved, it is precisely such a crotch that opens where INSE observed up to 16 nm. The width of defect cavities with nanoislands has distances of the order of nanometers, which, as usual, are formed with a frequency of ~500-1000 quintets, and the broadening of van der Waals gaps, due to the penetration of impurities with a small atomic radius (for example, copper or nickel), has dimensions of the order of fractions of an angstrom. Aggregation of impurity and superstoichiometric inclusions in these spaces should reduce the crystal energy and elastic stresses. Penetration of key elements from quintets into defective gaps and van der Waals may lie through screw dislocations. Presumably, they are concentrated at the ends of screw dislocations and other defect centers, creating a nanoislands in the interlayer space, since open valence (broken) bonds of screw dislocations appear, and the rest of the van der Waals surface is chemically inert.

Nickel has a small ionic radius; therefore, its atoms easily diffuse into the interlayer space of bismuth chalcogenides. Images in Fig.1., obtained on a scanning probe microscope are shown: an array of nanoislands on a *3D* scale - a) and a *2D* scale - b), a profilogram showing the height and width of nanoislands - c); *X*-ray diffraction pattern of a freshly cleaved Bi_2Te_3<*Ni*> surface -d). Figure (d) shows that, in addition to *Ni*, $NiTe_2$ and *NiTe* are present on the *(0001)* surface.

The migration and interaction of atoms with each other leads to the formation of islands in the framework of a process that has a “bottom-up” direction. The main reason for the formation of stressed islands on the surface is the relaxation of elastic stresses at the edges of the layers and the interaction of the islands through the stresses they create in the crystal. The shape of islands can change significantly during postgrowth annealing. Fig.1.a) shows the final result of the dynamics of the formation of large islands from small ones. The dynamics of the formation of nanofragments is such that nanoislands similar to QDs initially appear, and later, in the course of evolution, the islands can approach each other, forming bridges with the preservation of their shapes and heights.

As a result of the developed technology, an ordered array of nanoislands was formed in the process of self-organization on the *(0001)* plane. Particle aggregation leads to a decrease in the distribution density and the appearance of large nanoobjects. Nanoobjects are formed from particles in the process of diffusion at temperatures of 500–600 K. Penetrating mainly into the interlayer space impurities create bulk periodic superstructures consisting of arrays of nanoislands between layers, which, as a result, move apart. The enhancement of anisotropy during the self-assembly of nanoislands leads to an increase in the role of "bending" vibrations in the thermal properties of the crystal. The details of the contacts of Bi_2Te_3<*Ni*> layers with each other and with INSE not entirely clear, but due to an increase in the anisotropy of electrical conductivity by a factor of 4 [3], in comparison with undoped crystals, their influence on the overall conductivity of the sample can be significant. It is assumed that the increased resistance across the layers compared to an undoped crystal is due to the fact that for some of them the contacts with neighboring layers are either interrupted or are energy barriers. The nature of the energy barriers that appear at the edge of the planes can possibly modify the electronic properties of atoms located on the interlayer surface of the crystal.

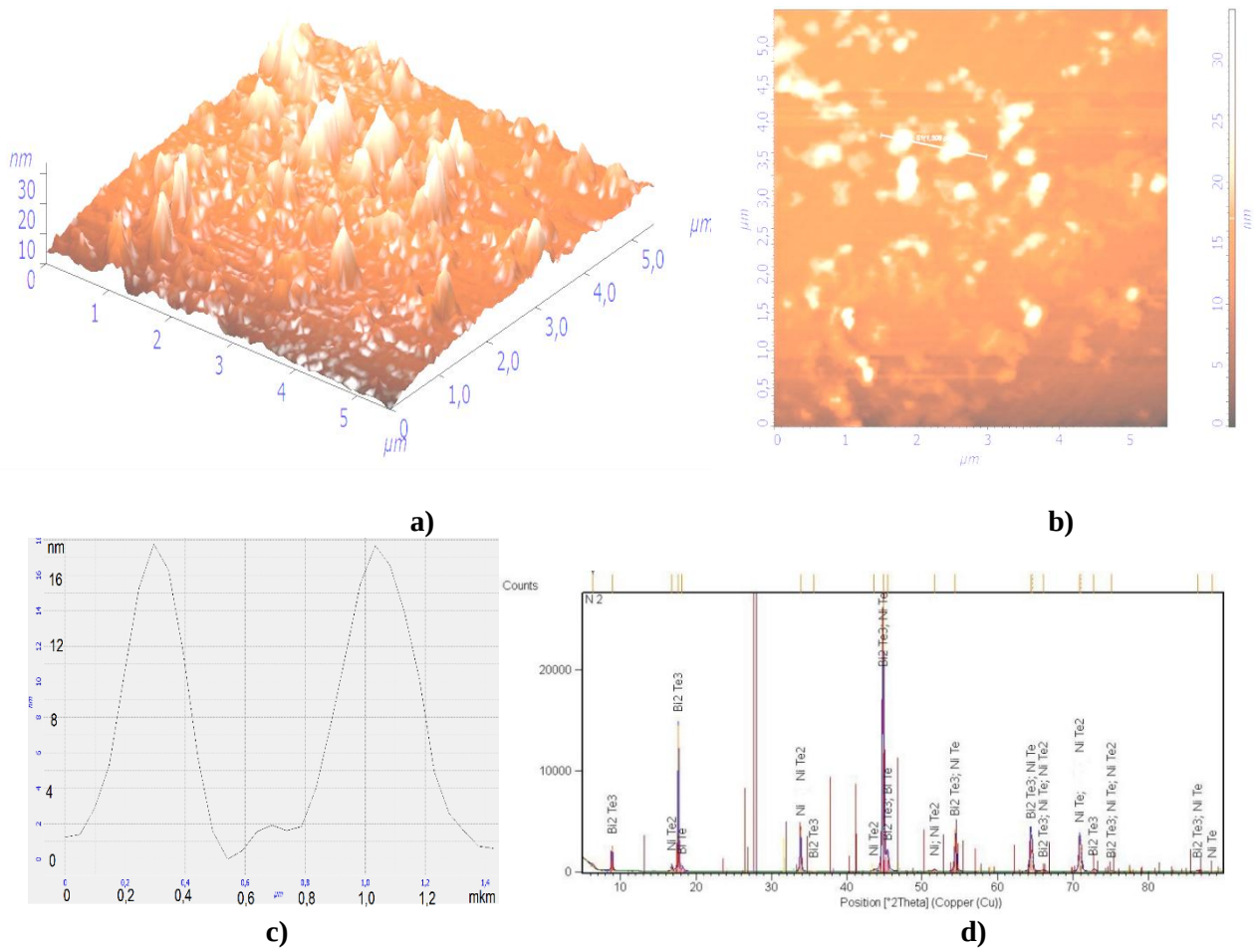


Fig.1. a) - Bi_2Te_3<*Ni*> *(0001)* surface AFM image of array of nanoislands on a *3D* scale;
b) - AFM image on *2D* scale; c) - profilogram of the highlighted line on b);
d) - *X*-ray diffraction pattern of a freshly cleaved Bi_2Te_3<*Ni*> surface.

The difference in size and another type of inhomogeneity lead to a spread of energy levels corresponding to different localized states, so the transitions of charge carriers between localization centers are accompanied by absorption or emission of phonons. Since the distance between the centers does not allow the transfer of phonons, the phonon component of the thermal conductivity decreases accordingly. In addition, the mechanism of expansion of the interlayer space is triggered, which prevents the transfer of vibrational energy between layers - phonon confinement, which also leads to a decrease in phonon thermal conductivity. Extending the van der Waals space without destroying the topologically protected states [4] shifts them into an inner quintet [5]. Interlayer broadening, which reduces the dimension of the structure, can lead to the formation of a new parabolic state at the bottom of the conduction band, which is interpreted as a two-dimensional electron gas coexisting with the surface topological state [5], which, by increasing the density of states near the Fermi level, should lead to an additional increase in the thermoelectric power [6-8].

As is known [9,10], the transverse conductivity is due to the partial overlap of electron orbitals oriented perpendicular to the basal plane and forming weak van der Waals bonds between adjacent layers. There is a difference in the behavior of the zones in the direction perpendicular to the layers of the quintet and those lying in its plane. In the first case, the dispersion of the energy bands is much smaller than in the second. This corresponds to a lower mobility of charge carriers in the direction perpendicular to the layers compared to other directions in the crystal. The layering of the crystal structure affects the form of the energy spectrum, and in the directions perpendicular to the layers the zones are flatter than in other directions. An increase in the conductivity anisotropy due to the expansion of the interlayer distance and an increase in the height of the interlayer barrier, is reduces the overlap of the wave functions of different layers, weakens the dispersion, and brings the energy spectrum of the crystal to a more two-dimensional form. This is confirmed by an abnormal increase in carrier mobility by more than 5 times in the direction of the layers in the samples doped with copper [1]. It was shown in [5] that the expansion of the van der Waals gap leads to the formation of a two-dimensional state of an electron gas, formed predominantly by the p_z-orbitals of the atoms Bi.

The sharp increase in the carrier mobility, which indicates the presence of two-dimensional electron gas, indicates the formation of edge states, which can be transformed into an electron gas gapless surface states and TI, with a linear dispersion.

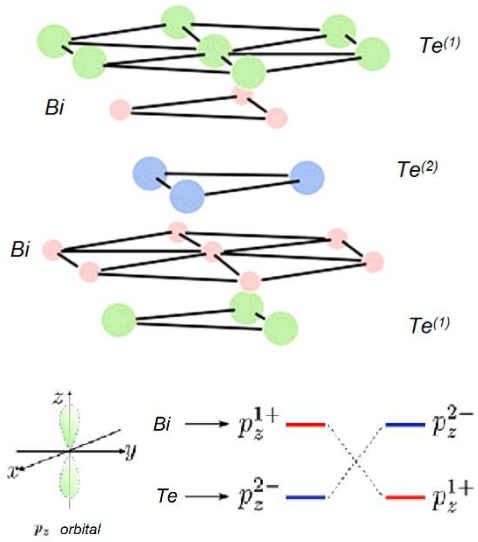


Fig.2. Important role of *B*i an *Te* p_z-orbitals.

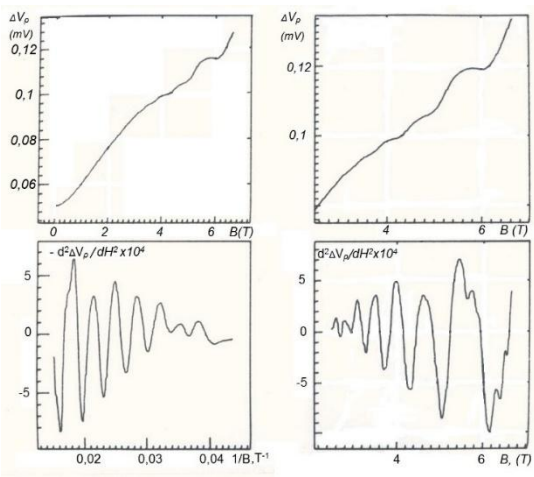


Fig. 3. Magnetoresistant and its second derivative curves of Bi_2Te_3<*Ni*>, orientation of magnetic field perpendicular to plane of surface B ∥ C ⊥ I , T=4,2K

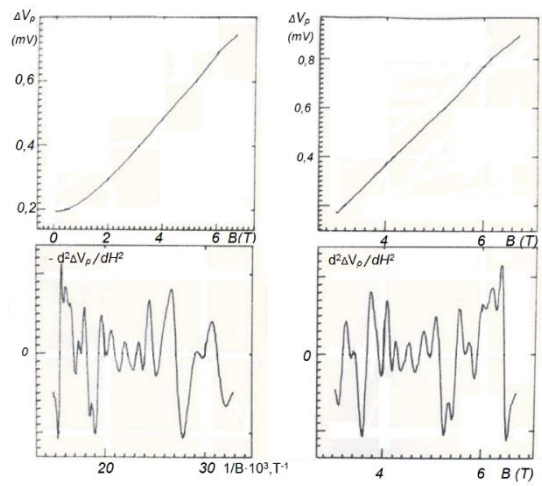


Fig. 4. Magnetoresistant and its second derivative curves of Bi_2Te_3<*Ni*>, orientation of magnetic field parallel to plane of surface $B \perp C \perp I$, T=4,2K

If the atoms located on the edge of the basal plane move away from each other, then the electron valence densities turn out to be even more drawn into the layers. But the five-layer structure of the packet is not changed and the potential relief as well, so the energy bands associated with the atomic states, placed in the plane of the quintet are unchanged. The energy bands corresponding to the electronic states located in the direction perpendicular to the layers are sensitive to changes in the interlayer potential barrier. The symmetry of the Bi_2Te_3 crystal forbids the mixing of the states $|s>$ and $|d_z^{\eta}>$ with $|p_x>$ and $|p_y>$, and $|d_z^{\eta}>$ with the other d-states at high-symmetry points of the Brillouin zone [11], while mixing of all states is allowed at low-symmetry points. As a result, an increase in the potential barrier is accompanied by a shift and splitting (ΔE~20 meV) of some bands and the formation of an energy gap. The shift of some bands can cross the level of ionized impurities and reach the level of an additional subband [2,12,13] with a large effective hole mass ~2.4m_0 located ~20 meV below the top of the valence band. Overlaps of the above bands can lead to a resonant increase in the density of states at these energy levels and possible unstable states up to quantum phase transitions.

In [5] refers to the appearance of surface states in the gap of the valence band during moving apart quintets for which are mainly responsible p_z-orbitals of the chalcogen, and the likelihood of inducing

topological states for sufficiently large band gap. The shift of the topological state to the second five-layer block, the appearance of states of both a parabolic form, which forms a two-dimensional electron gas localized in the outer five-layer block, and an M-shaped state in the valence band, localized in the vicinity of the broadened van der Waals gap, were explained by the effect of van der Waals gap broadening, the generality of this effect for all layered topological insulators is shown.

The charge carriers can migrate into quintets and accumulate at the edges of the layers. The electric field generated at the edges of quintets and INSE leads to band bending, and several energy levels can form in the resulting quantum well. The size of the potential well at the edge of the quintet in the direction perpendicular to the layers is on the order of or less than the de Broglie wavelength of the electrons, so the motion of charge carriers in this direction can be quantized. At the same time, they can move freely along the quintet boundary, i.e., behave as two-dimensional ones, but the scattering of charge carriers on potential barriers of the layer boundaries can also increase if these quantized levels are not filled, i.e., when the Fermi level is above these edge levels. The manifestation of the filling and quantization of the edge levels can be an increase in the value of the longitudinal mobility of charge carriers [14] associated with the generation of topologically protected metallic states resulting from the splitting off from the edges of the forbidden gap due to the strong spin-orbit interaction of the inverted zones of the semimetal and chalcogen, with their inherent suppression of backscattering.

In the presence of a strong perpendicular magnetic field, an electron gas splits into discrete Landau levels; the separation between the Landau levels increases with the increasing magnetic field. As the magnetic field increases, the Landau levels cut through the Fermi surface one by one. Because Shubnikov-de Haas oscillation only responds to a perpendicular magnetic field, a two-dimensional electron gas has no Shubnikov-de Haas oscillation for in-plane magnetic fields, while a three-dimensional electron gas can have Shubnikov-de Haas oscillation for magnetic field applied along any directions. This makes the angle dependence of Shubnikov-de Haas oscillation a convenient tool to identify the dimension of carriers. The Shubnikov-de Haas oscillation measured in a Bi_2Te_3<*Ni*> crystal shows that the bulk states dominate the transport, because it can be measured for arbitrary magnetic field direction.

The formation of an energy barrier at the edge of the layers and the probability of tunneling through such a barrier would lead to a very small contribution to the total conductivity of the crystal system. However, magnetic Ni atoms breaks time-reversal symmetry and that opens a gap of Dirac surface state. The Dirac fermion in the surface state becomes massive and leads to many interesting properties. To understand the intrinsic physical properties of the magnetic element doped topological insulator, especially the role of the magnetic element and the related magnetic interaction coupling, it could be helpful to continue this investigations, because our results might be also related to the ferromagnetism of magnetic elements.

As we can see, both an increase in the potential barrier between the layers, which leads to the splitting of some bands in the bulk of the layers and overlap with an impurity level and a subband with a large effective mass, leads to magnetoresistant oscillations with different frequency.

This work was supported by the Foundation for Science Development at the President of the Azerbaijan Republic- grant № EİF/MQM/ Elm-Tehsil-1-2016-1(26)-71/16/1-M-01.

References

1. Kakhramanov S. Sh. Self-intercalation in Bi_2Te_3<*Cu*>. Inorganic Materials. January 2008, Vol. 44, Iss. 1, pp 13-20

2. Goldsman B.M., Kudinov V.A., Smirnov I.A.. Poluprovodnikovye termojelektricheskie materialy na osnove Bi_2Te_3. p. 271, 1977.

3. Abdullaev N.A., Kakhramanov S.Sh., Kerimova T.G., Mustafayeva K.M., Nemov S.A. Conductivity anisotropy in the doped Bi_2Te_3 single crystals. Semiconductors. 2009, vol.43, Iss. 2, pp. 145-151.

4. Kundu A., Zazunov A., Yeyati A.L., Martin T., Egger R. Energy spectrum and broken spin-surface locking in topological insulator quantum dots. Phys. Rev. B, 2011, v.83, №12, 125429

5. Menshchikova T.V., Eremeev S.V., Chulkov E.V. On the origin of two-dimensional electron gas states at the surface of topological insulators. JETP Letters. 2011, V.94, 2, pp 106-111

6. Dresselhaus M.S., Chen G., Tang M.Y., Yang R.G., Lee H., Wang D.Z., Ren Z.F., Fleurial J.P., Gogna P.. New Directions for Low-Dimensional Thermoelectric Materials. Advanced Materials. 2007, V.19, No 8, p. 1043–105313.

7. Heremans J.P. Low-Dimensional Thermoelectricity. Acta Physica Polonica A, 2005, V. 108, No 4, p.609-63414.

8. Balandin A.A., Lazarenkova O.L. Mechanism for thermoelectric figure-of-merit enhancement in regimented quantum dot superlattices. // Applied Physics Letters, 2003, V.82, No 3 p.415-417.

9. Oleshko E.V. , Korolyshin V.N. Fiz. Tverd. Tela. **27** (9), 2856 (1985) [Sov. Phys. Solid State **27** (9), 1723 (1985)]

10. Oleshko E.V., Korolyshin V.N. Ukrainian Phys. J., 1986, V.31, №6, pp. 919-924.

11. Oleshko E.V., Veliyulin E.I., Kozyrenko V.N., Kakhramanov S.Sh. Characteristics of changes in the electron structure of bismuth telluride due to self-intercalation with copper. Sov.Phys. Semicond. 25(6), 647 (1991).

12. Sologub V.V., Goletskaya A.D., Parfen'ev R.V. Sov. Phys. Solid State 14 (1972) 783.

13. Kulbachinski V.A., Kaminski A.Yu., Miyajima N., Sasaki M., Negishi H., Inoue M., Kadomatsu H. Quantum Hall effect in the bulk semiconductors bismuth and antimony tell urides: Proof of the existence of a current-carrier reservoir. Journal of Experimental and Theoretical Physics Letters, 1999, Vol. 70, Iss. 11, pp 767-771

14. Dong-Xia Qu, Y.S. Hor, Jun Xiong , R.J. Cava, N.P. Ong. Quantum Oscillations and Hall Anomaly of Surface States in the Topological Insulator Bi_2Te_3. Science. 2010.V. 329, no.5993 pp. 821-824.

XÜLASƏ

AŞQARLANMIŞ BİSMUT TELLURİDİNDƏ LAYLARARASI MƏSAFƏNİN GENİŞLƏNMƏSİ İLƏ BAĞLI BƏZİ ENERJİ ZONALARININ PARÇALANMASI

Əliquliyeva X.V., Qəhrəmanov S.Ş., Abdullayev N.A., Qəhrəmanov K.Ş., Bədəlova Z.İ.

Açar sözlər: *nanoadalar, simmetriya nöqtələri, qarışdırılma*

Alınan texnologiya nəticəsində Bi_2Te_3<Ni> *(0001)* müstəvisində özünütəşkil prosesində nanoadaların nizamlı massivi formalaşmışdır. Əsasən laylararası məkana nüfuz edən aşqarlar layları bir-birindən uzaqlaşdırır, və laylar paketləri arasında nanoadalar massivlərindən ibarət təbəqələr superstrukturlar yaradır. Bi_2Te_3 kristalının simmetriyası Brillouin zonasının yüksək simmetriya nöqtələrində $|s>$ və $|d_{z^2}>$ hallarının c $|p_x>$ və $|p_y>$ ilə və $|d_{z^2}>$ hallarının digər d-halları ilə qarışdırılmasını qadağan edir, bütün halların qarışdırılmasına aşağı simmetriya nöqtələrində icazə verilir. Nəticədə, laylararası genişlənmə səbəbindən potensial baryerin artması bəzi zonaların yerdəyişməsi və parçalanması (ΔE~20 meV) və enerji zolaq boşluğunun yaranması ilə müşayiət olunur.

РЕЗЮМЕ

РАСЩЕПЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗОН ПРИ УШИРЕНИИ МЕЖСЛОЕВОГО РАССТОЯНИЯ В ЛЕГИРОВАННОМ ТЕЛЛУРИДЕ ВИСМУТА.

Алигулиева Х.В., Кахраманов С.Ш., Абдуллаев Н.А., Кахраманов К.Ш., Бадалова З.И.

Ключевые слова: *наноостровки, межслоевое пространство, симметричные, точки, смешивание*

В результате разработанной технологии в процессе самоорганизации на плоскости *(0001)* Bi_2Te_3<Ni> сформировался массив наноостровков. Проникая преимущественно в межслоевое пространство, примеси создают объемные периодические сверхструктуры, которые в результате раздвигаются, а также состоящие из массивов наноостровков слои между рядами пакетов. Симметрия кристалла Bi_2Te_3 запрещает в высоко симметричных точках зоны Бриллюэна смешивание состояний $|s>$ и $|d_{z^2}>$ с $|p_x>$ и $|p_y>$, а $|d_{z^2}>$ с остальными *d*-состояниями, а в низко симметричных точках допускается смешивание всех состояний. Вследствие этого, повышение потенциального барьера за счет межслоевого уширения сопровождается сдвигом и расщеплением (ΔE~20мэВ) некоторых зон и образованием энергетической щели.

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВОВ СИСТЕМЫ TlI_nS_2- $TlGdS_2$

Байрамов Д.Д., Мамедов Э. Г., Велиева Б.А., Селимова А.Р.

Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан

bayramov@mail.ru

Ключевые слова: *твердые растворы, полупроводники, ширина запрещенной зоны, коэффициент Холла*

Работа посвящена исследованию электропроводности, коэффициента Холла, термо-э.д.с. в твердых растворах TlIn_(1-x) GdS_2. Обсуждается природа возрастания коэффициента Холла с ростом температуры прохождениz его через максимум, а также росту при этом значений коэффициентов термо-э.д.с. и электропроводности.

Твердые растворы $TlIn_{1-x}GdS_2$ обнаружены в системе $TlInS_2$- $TlGdS_2$ $[1-4]$. Являяась представителем класса широкозонных полупроводников типа $A^{III}B^{III}C_2^{VI}$ (где A^{III} - Tl, In; B^{III} - In, G_a; C^{VI} – S, Se ,Te), электрические и фотоэлектрические свойства которых сильно зависит от концентрации неконтролируемых примесей, и отклонения от стехи- ометрического состава. Среди

других халькогенидов данного класса твердые растворы $TlIn_{1-x}GdS_2$ выделяются термо-, фотоэлектрическими и тензочувствительними свойствами [1] .

По данным работ [2] методом рационального замещения часть атомов трехвалентного индия в соединение $TlInS_2$ с трехвалентными атомами диспрозия получены твердые растворы с формулами $TlIn_{1-x}GdS_2$, где $0 \leq x \leq 0{,}08$, электрофизические, фотоэлектрические и другие свойства которых сильно зависят от относительного содержания редкоземельного элемента диспрозия в составах. Варьируя составам в этих твердых растворах можно управлять электрофизическими, фото-, термоэлектрическими и другими их свойствами. Согласно работам [1,3] с ростом содержания диспрозия в составах $TlIn_{1-x}GdS_2$ электропроводность их возрастает на несколько порядок, а теплопроводность значительно уменьшается за счет появления дополнительных механизмов рассеяния фононов, что и приводит к росту термоэлектрической эффективности. С этой точки зрения твердые растворы на основе $TlInS_2(Se_2,Te_2)$ с редкоземельными элементами являются перспективными материалами с высокой термоэффективностью в области средних температур.

Одно из особенностей электрических свойств полупроводниковых твердых растворов $TlIn_{1-x}GdS_2$ с одним типом носителей заряда является возрастание коэффициента Холла (R_x) с температурой, которое соответствующим образом оказывает влияние на другие кинетические коэффициенты $[5-9]$. Однако, несмотря на внешнее сходство температурного хода R_x(T) физическая природа данного явления может оказаться совершенно разной. В частности, это может быть обусловлено проводимостью по примесной зоне [5,6]; примесной зоной [7], расположенной в запрещенной зоне [8]; со снятием вырождения электронного газа [9,10]; при рассеяние носителей тока на ионизированных примесях; влияние более тяжелы зон, расположенных выше дна зоны проводимости или ниже потолка валентной зоны [8,10]; а также неквадратичным законам дисперсии носителей заряда [8,11].

Данная работа посвящена выявлению причины особенностей электрических свойств, обнаруженных в твердых растворах $TlIn_{1-x}GdS_2$ (где $0{,}01 \leq x \leq 0{,}08$): возрастания R_x с температурой и прохождения его через максимум, завышенных значений при этом коэффициента термо-э.д.с. и электропроводности.

Синтез твердых растворов $TlIn_{1-x}GdS_2$ проводился сплавлением исходных компонентов, взятых в стехиометрическом соотношении. Для синтеза использовались материалы чистотой 99,999-99,992 масс.%. Согласно диаграмме состояния [1] незначительное отклонение от стехиометрии в ту или иную сторону может привести к получению гетерофазных образцов. Поэтому в шихту добавляли до 0,05 масс. % серы сверх стехиометрии.

Синтез проводили в откачанных до 10^{-2} Па и запаянных ампулах из плавленого кварца.

Температуру печи, внутри которой поместили ампулу с веществом, повышали до 800К со скоростью 10 К/ч. При этой температуре образцы выдерживали в течение 3-4ч, потом постепенно повышали температуру до 1200К и выдерживали еще 5-6ч, затем температура печи уменьшалось до комнатной, со скоростью 10-20К/ч. Полученные таким образцом слитки оказались однофазными и соответствовали стехиометрическим составам. В результате получены небольшие монокристаллы и крупноблочные поликристаллы.

Совершенные монокристаллы твердых растворов $TlIn_{1-x}GdS_2$ выращивали как при горизонтальном, так и при вертикальном перемещении расплавленной зоны без затравки. Рост монокристаллов происходил в откачанных до 10^{-2} Па запаянных ампулах из плавленого кварца.

Измерения проводили на образцах, вырезанных из средней части полученных полукристаллических слитков. Распределение серы по длине слитка было неоднородное – к концу слитка наблюдался избыток серы. Количество каждого компонента в составах оценивали из сопоставления электропроводности образцов с данными для поликристаллических образцов, в которых содержание каждого компонента было близко к номинальному.

Выявлено, что зависимости $\sigma(T)$ для разных составов твердых растворов существенно отличаются друг от друга. Для твердого раствора $TlIn_{0,99}Gd_{0,01}S_2$ собственная область проводимости начинается при температуре $T{\sim}710K$, для $TlIn_{0,95}Gd_{0,05}S_2$ - $T{\sim}720K$, а для $TlIn_{0,92}Gd_{0,08}S_2$ - $T{\sim}780K$.Таким образом, в твердых растворах по мере роста относительного содержания диспрозия в составах собственная область проводимости смещается в сторону более высоких температур (рис.1). По высокотемпературным наклонам кривых $\lg\sigma(10^3/T)$ была оценена термическая ширина запрещенной зоны (ε_g) для исследованных образцов и было выявлено, что по мере роста содержания относительного количества диспрозия в составах твердых растворов ε_g

уменьшается от 2,1 эв до 1,6эв. Это свидетельствует о том, что в твердых растворах $TlIn_{1-x}GdS_2$ наряду с "самолегированием" происходит также "самокомпенсация".

Для состава $TlIn_{0,99}Gd_{0,01}S_2$ возрастание R_x начинается с 565К, по мере замещения атомов индия атомами диспрозия начало температуры возрастания R_x смещается в область более высоких температур. Как видно из рисунка, возрастание R_x продолжается до некоторой температуры, затем происходит резкое убывание, то есть R_x проходит через максимум, причем с ростом содержания атомов диспрозия в составе фаз максимум R_x смещается в сторону более высоких температур. Как было замечено, наблюдаемые особенности могут быть обусловлены различными причинами. Поэтому, с целью проверки пригодности той или иной модели для исследованных объектов, необходимо более подробно раскрыть каждой перечисленных моделей.

В работе [7] было обнаружено, что при легировании PbTe атомами индия до 1 ат. % In, концентрация электронов возрастает до ~ 0,07 ат. %, а дальнейшее добавление индия не приводит к росту концентрации электронов. Это отражалось на температурных и концентрационных зависимостях электрических свойств. Для объяснения данного явления авторами была предложена модель, согласно которой атомы индия в зоне проводимости PbTe создают квазилокальные уровни, с возрастанием концентрации которых образуется примесная зона. Начиная с определенной температуры, они играют роль «*ловушек*» для электронов проводимости, что приводит к уменьшению концентрации электронов и росту R_X , а при более высоких температурах, когда выполняется условие $\kappa T \geq \varepsilon_g$ (ε_g – *ширина* запрещенной зоны), концентрация электронов начинает расти, что и приводит к уменьшению R_X .Характерной особенностью квазилокальных уровней в зоне проводимости является то, что при достижении уровня Ферми (E_F) квазилокальных состояний, концентрация электронов проводимости стабилизируется, и E_F в определенном интервале температур остается постоянной. Данный механизм в случае исследованных объектов не может иметь места, поскольку растворимость примесей в них в указанном интервале имеет непрерывный характер и соответствующие уровни расположены в запрещенной зоне, а но в валентной. Концентрационная зависимость кинетических коэффициентов и уровни Ферми не обладают какими-либо аномалиями.

Имеются данные о возрастании R_X с температурой и в узко зонных полупроводниках [10,11], в которых обращено внимание на влияние сильной непараболичности зоны проводимости на Холл фактор $R_X(T) = A_r/(en)$. Количественными расчетами показано [10,11], что в случае рассеяния электронов на акустических фононах, A_r сильно зависит от степени непараболичности $\beta = \kappa_0 T/\varepsilon_g$ и температурной зависимости $\varepsilon_g(T)$. В определенном сочетании этих параметров значения A_r и R_X , при рассеянии электронов на акустических фононах, растут с температурой и с наступлением собственной проводимости уменьшаются, проходя через максимум. Следует подчеркнуть, что предложенная модель не может быть применена к нашим кристаллам, так как исследуемые кристаллы являются широкозонными.

В [5,6] было показано, что в кристаллах GaAs и InP $n \approx 10^{17}$ см$^{-3}$ вследствие наличия проводимости в примесной зоне, расположенной вблизи дна зоны проводимости и в запрещенной зоне, на температурной зависимости $R_X(T)$ при T<100К наблюдалось возрастание R_X и прохождение его через максимум. В то же время, в образцах с $n \geq 10^{18}$ см$^{-3}$ во всем интервале температур (2-300К) R_X оставался постоянным. Механизм прохождения R_X через максимум описывается следующим образом: донорные уровни, расположенные на энергетическом расстоянии ΔE от дна зоны проводимости ведут себя как «*ловушки*» собственных электронов и в интервале температур, когда уровень Ферми входит в эту зону, происходит процесс «*прилипания* » электронов. При достаточно большой концентрации таких уровней образуется примесная зона, в которой осуществляется проводимость. При этом происходит уменьшение концентрации, что приводит к возрастанию R_X. С дальнейшим повышением температуры происходит насыщение примесных уровней, а при достижении условия $kT \geq \Delta E$ начинается «испарение» электронов с этих уровней в зону проводимости, то есть возрастание концентрации носителей заряда и уменьшение R_X. При этом проявляются ряд других эффектов. В частности, в кристаллах типа A^3B^5 с высокими подвижностями электронов наблюдается отрицательное магнето- сопротивление - $\Delta\rho$ и прохождение его - $\Delta\rho$(B) через максимум.

При высоких концентрациях примесей зона расщепляется, примесные уровни приближаются ко дну зоны проводимости, сливаются с ней и исчезают все наблюдаемые особенности.

Итак, из перечисленных моделей, описывающих наблюдаемые особенности электрических свойств, наиболее приемлемой для исследованных в данной работе материалов, является последняя. В этих кристаллах ширина запрещенной зоны достаточно велика, концентрация носителей заряда для

исходных кристаллов мала, они легко легируются и небольшие отклонения от стехиометрии также создают акцепторные уровни. Для подтверждения наличия в них акцепторной зоны были проанализированы кривые $R_X(T)$, $\alpha(T)$ и $\sigma(T)$ (рис. 2,3). По спадающей части максимума R_X была вычислена ширина запрещенной зоны. В [5,6,10,11] показано, что по возрастающей части максимума, носящей также активационный характер, можно вычислить энергетический зазор между примесной зоной и потолком валентной зоны (или дном зоны проводимости). В тройном соединении $TlInS_2$ и твердых растворах на его основе $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$ для энергии активации примесных уровней были получены значение 0,2÷0,4эВ, которые хорошо согласуются со значениями, полученными на основании данных электрических свойств в сильных электрических полях [12,13].

Литература

1. Зарбалиев ,М.М. Твердые растворы $TlIn_{1-x}Yb_xS_2$. РАН, Неорганические материалы.2000.т.36.№5.с. 619-623
2. Зарбалиев, М.М., Годжаев, Э.М., Алиев, Ф.Ф. Полупроводниковые халькоиндианаты таллия и сплавы на их основе с редкоземельными элементами. Материалы межд. науч. конф. Актуальные вопросы прикладной физики и энергетики. Сумгаит.2018.с.22-27.
3. Зейналов , Г.И., Зарбалиев, М.М., Сардарова, Н.С. Электрофизические свойства сплавов системы $TlInS_2$- $TlDyS_2$. РАН, Неорганические материалы.1999.т.35.№8.с. 913-916.
4. Зарбалиев М.М., Сардарова.Н.С. Исмаилов М.Г., Янушкевич К.И. Электрофизические свойства твердых растворов системы $TlInS_2 -$ $TlYbS_2$. Перспективные материалы и технологии. НАН Беларусии. Материалы международного симпозиума. Минск. 2021.с.259-261
5. Алиев, С.А., Кесаманлы, Ф.П., Лагунова, Т.С. и Наследов, Д.Н. Phys.Stat. Sol., 1966,17,105.
6. Емельяненко.О.В., Лагунова, Т.С., Наследов , Д.Н и Талалакин, Г.В. ФТП, 1965, 7, с. 1315
7. Аверкин, А.А., Кайданов, В.И., Мельник , Р.Б. ФТП,1971.5.в.1.с.91
8. Аскеров, Б.М. Кинетические эффекты в полупроводниках. М.: Наука. 1970. с.303
9. Андреев, А.А., Радионов,В.Н. ФТП, 1967, т.1, с.183.
10. Алиев,С.А., Багиров ,Д.А., Зейналов .С.А. Неорганические материлы, 1988, т.24, с. 1212.
11. Алиев, С.А., Мовсумзаде, А.А., Рагимов, С.С. Fizika, 1988, с. 4, №1, с. 8-10.
12. Зарбалиев , М.М. Fizika, 1997, с. 3, № 3, с. 30-32
13. Зарбалиев, М.М., Годжаев, Э.М., Гаджиев . В.А. Неорганические материалы, 1980, т.16, № 11, с. 929-931.

XÜLASƏ

TlI_nS_2- $TlGdS_2$ SİSTEM ƏRİNTİLƏRİNİN ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİ

Bayramov C.C., Məmmədov E.H.,Vəliyeva B.A., Səlimova A.P.

***Açar sözlər**: bərk məhlullar, yarımkeçiricilər,qadağan zonanın eni, Holl əmsalı.*

İş $TlIn_{1-x}GdS_2$ bərk məhlullarının elektrikkeçiriciliyi, Holl və termo.e.h.q. əmsallarının temperatur asılılıqlarının tətbiqinə həsr olunmuşdur. Holl əmsalının temperatur yüksəldikcə artması və onun maksimumdan keçməsinin, həmçinin bu zaman termo.e.h.q və elektrikkeçirmə əmsallarının yüksəlmiş qiymətə malik olmalarının səbəbləri araşdırılmışdır.

SUMMARY

ELEKTROPHYSICAL PROPERTIES OF ALLOYS SYSTEMS TlInS2- TlGdS2

Bayramov J.J., Mammadov E.H., Valiyeva B.A., Salimova A.P.

***Key words**: solid solutions, semiconductors, band gap, Hall coefficient*

The work is devoted to the study of electrical conductivity, Hall coefficient, thermo-emf. in solid solutions $TlIn_{1-x}GdS_2$.The nature of the increase in the Hall coefficient with increasing temperature, its passage through a maximum, as well as the plant at the same time, the walves of thermo-emf. are discussed, and electrical conductivity.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $TLIn_{1-x}ND_xSe_2$ В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ.

Байрамов Д.Д., Абдулова И.Н., Ибрагимова А.Б., Бабаева А.Ф.
Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
d.d.bayramov@mail.ru

Ключевые слова: *сплавы системы, монокристаллы, зонная перекристаллизация, экзоэффект, синтез, дифференциальный термический анализ*

Для сплавов системы $TlInSe_2$-$TlNdSe_2$ зонная перекристаллизация оказалась наиболее эффективным способом очистки их исходных компонентов и выращивания совершенных монокристаллов. Эффективность применения зонной перекристализации при этом обеспечивается тем обстоятельством, что данные соединения термически устойчивы, обладают сравнительно малой упругостью паров в точке плавления, содержат хорошо растворимые примеси в жидкой фазе, имеют положительный коэффициент теплового расширения и плавятся при средних температурах.

Проблемы направленного синтеза и выращивания крупноблочных монокристаллов функциональных материалов, характеризующихся теми или иными структурно- чувствительными свойствами, тесно связано с необходимостью формирования у них определенной реальной структуры [1]. Возникновение последней, к сожалению, не может быть предсказано ни одной из существующих теорий кристаллизации, поскольку большинство современных материалов являются поликристаллическими, а классические модели кристаллообразования описывают формирование в равновесных условиях либо единичного монокристалла [2], либо его отдельной грани [3]. В то же время для решения материаловедческих задач наибольший интерес представляет анализ закономерностей развития ансамбля кристаллитов, первоначально возникающих в системах характеризующихся как небольшими, так и значительными отклонениями от состояния равновесия. Задача, решаемая в случае оптимизации процесса синтеза ВТСП- материалов с использованием расплавных технологией, получивших в последнее время широкое распространение [4], сводится к получению материалов с микроструктурной, которая должна состоять из хорошо сформированных кристаллитов, причем между кристаллитами необходимы достаточно прочные контакты (образуется сплошной кристаллический «кластер»). Именно такая микроструктура, по мнению большинства исследователей [4], обеспечивает получение материалов с улучшенными структурно – чувствительными свойствами, в частности, с высокой плотностью критического транспортного тока.

Сочетание высоких температур плавления и термической стойкости с низким коэффициентом теплопроводности и высокой величиной термо-э.д.с. обусловливает интерес к термоэлектрическим свойствам твердых растворов систем $TlInS_2(Se_2Te_2)$-$TlNdS_2(Se_2Te_2)$ [5-10]. Как было отмечено в [7] в системе $TlInSe_2$-$TlNdSe_2$ наблюдается область растворимости при комнатной температуре на основе $TlInSe_2$ до 10 мол.% $TlNdSe_2$ и проведено исследование электропроводности, теплопроводности, термо-э.д.с. в зависимости от температуры и состава твердых растворов $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$. Однако количество опубликованных работ по вопросам оптимизации режима выращивания монокристаллов с цельно получения более достоверных информаций о физических параметрах этих материалов невелико, что и вызывает интерес к дополнительным исследованиям в данном направлении.

Целью настоящей работы является установление оптимального метода выращивания высокосоверщенных монокристаллов твердых растворов $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$, $0 \leq x \leq 0{,}10$.

Синтез всех соединений и твердых растворов был проведен методами непосредственного нагревания стехиометрических количеств исходных компонентов в кварцевых ампулах эвакуированных до 0,01 Па и в условиях практически исключающих окисление элементов и загрязнение их материалом реакционного сосуда. Следует отметить, что лантаноиды, являясь сравнительно активными металлами, на воздухе при комнатной температуре в той или иной степени подвергаются окислению. Поэтому для исключения возможности окисления этих металлов, обработка, взвешивание и помещение их в ампулу, изготовленную из плавленого кварца, проводили в атмосфере азота. Синтез сплавов проводили в два этапа: первый-смесь соответствующих элементов с небольшой скоростью постепенно нагревали до 1400 К и выдерживали при этой температуре 6-11 часов , второй- уменьшив температуру до 1300 К, сплав

выдерживали при ней 5-7 ч. и в дальнейшем постепенно охлаждали получаемый сплав до комнатной температуры в течение 4-6 часов. Время выдержки при температуре 1400 К увеличивали с повышением относительного содержания лантаноидов в составе сплава. В процессе синтеза обнаружено, что по мере роста содержания неодима в сплавах необходимо повышать температуру реакции и длительность изотермической выдержки. Фазовый состав и гомогенность синтезированных материалов контролировали с помощью химического, рентгенофазового и дифференциально- термического анализов.

При обсуждении механизма спекания и сопутствующих ему явлений, как известно, пользуются представлениями о диффузии при перекристаллизации [6-8].

Для подбора оптимального режима синтеза каждой конкретной фазы необходимо было изучить характер взаимодействия реакционной смеси с целью выявления природы протекающих химических реакций и последовательности процессов при этом. Для этой цели был использован метод дифференциального термического анализа, который позволяет в определенных условиях записывать ход реакций по полученным термограммам и судить о характере межатомного взаимодействия компонентов, характере формирования соединений, последовательности процессов, имеющих место при реакции.

При получении термограмм были использованы пирометр марки НТР-72, количество шихты составляло 2 г., скорость нагревания была 10 К/мин. Термографирование процесса синтеза исследуемых фаз проводилось в откачанных до 0,01 Па и запаянных кварцевых ампулах диаметром 6 мм и длиной 70 мм.

На термограмме процесса синтеза $TlInSe_2$ наблюдаются три экзоэффекта. При 530,565 и 1080 К. Первые два эффекта соответствуют температурам образования соединений InSe, Tl_2Se, а при 1080 К халькогениды, соединяясь между собой, образуют тройное соединение $TlInSe_2$. Можно сделать вывод о том, что тройное соединения $TlInSe_2$ формируется непосредственно, то есть минуя дефектного соединения In_2Se_3. Реакция протекает в следующей последовательности [10-11]:

$$2In + Se \xrightarrow{530K} In_2Se,$$

$$2Tl + Se \xrightarrow{565K} Tl_2Se,$$

$$Tl_2Se + In_2Se \xrightarrow{1080K} 2TlInSe_2$$

Переход двух $p^{/}$-электронов от атома таллия к одному атому селена, имеющему двух неспаренных электронов, приводит к образованию стабильной электронной конфигурации криптона -$4s^24p^6$. По-видимому, это служит причиной возникновения первого и второго экзотермических эффектов, соответствующих образованию соединений Tl_2Se и In_2Se. Такие расположения электронов в элементах нестабильны. При дальнейшем повышении температуры появляется третий экзоэффект, соответствующий образованию тройного соединения $TlInSe_2$, три электрона индия ($5s^25p^1$) переходят к внешней электронной оболочке двух атомов селена ($4s^24p^4$) до стабильной конфигурации криптона $2(4s^24p^6)$. Словом, с этой точки зрения существование соединения $TlInSe_2$ оказывается реальным.

Для сплавов системы $TlInSe_2$-$TlNdSe_2$ зонная перекристаллизация оказалась наиболее эффективным способом очистки их исходных компонентов и выращивания совершенных монокристаллов. Эффективность применения зонной перекристализации при этом обеспечивается тем обстоятельством, что данные соединения термически устойчивы, обладают сравителью малой упругостью паров в точке плавления, содержат хорошо растворимые примеси в жидкой фазе, имеют положительный коэффициент теплового расширения и плавятся при средних температурах.

Расплавленная зона имела длину 6-12 мм, число проходов зоны менялось от 4-х до 20-и. Полученные методом зонной перекристаллизации монокристаллы $TlInSe_2$ раскаливались в двух взаимоперпендикулярных зеркальных плоскостях и приобретали формы прямоугольных параллелепипедов. Указанные естественные плоскости расположены параллельно тетрагональной оси «с» и являются плоскостями роста. А ориентация самой оси «с» зависела от конкретных условий роста.

Для твердых растворов $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$ метод обычной зонной перекристаллизации становится неприменим. В основном, это материалы, обладающие заметим давлением пара в точке плавления. Для большинства из них давление паров при плавлении хотя и не создает опасности для взрыва кварцевых ампул, но тем не менее при локальном плавлении происходит частичное испарение, а в некоторых случаях даже разложение их содержания. Нарушение стехиометрии, конденсация на холодных стенах ампул и другие, возникающие при этом отрицательные факторы, препятствуют

нормальному росту выращивания кристаллов. Для выращивания монокристаллов подобных материалов требуется либо применение специальных способов медленного охлаждения с постоянным температурным градиентом, либо дополнительное усложнения обычных методов кристаллизации, таких как зонная перекристаллизация, вытягивание монокристаллов из расплава по Чохральскому и т.д. но во всех случаях кристаллизацию следует вести в закрытой ампуле возможно малого объема. Данному требованию удовлетворяет при направленной кристаллизации метод Бриджмена. Этот метод оказался предпочтительным для большинства фаз систем $TlInS_2(Se_2,Te_2)$-$TlInS_2(Se_2,Te_2)$, не создающих опасности для взрыва кварцевых ампул. При этом откачанная и запаянная ампула с заостренным концом с веществом, посредством специального спускового часового механизма с определенной скоростью (1,5÷3,5 мм/час) перемешалась из высокотемпературной зоны, превышающей температуры плавления соответствующих фаз, к низкотемпературной зоне, с температурой ниже точки их плавления. Температурное поле зоны перекристаллизации описывается сложной кривой. Кристаллы выращивали в кварцевых ампулах, изготовленных из плавленого кварца, с внутренним диаметром 12-16 мм, и длиной до 150 мм, в зависимости от массы исходного материала. Ампулы откачивали до 10^{-3} Па и отпаивали от вакуумной системы. Подготовленную ампулу помещали в двухзонную печь, которую предварительно выводили на определенный температурный режим. Рост кристаллов продолжался от 4-х до 6-и суток. О монокристалличности выращенных кристаллов судили по снятим лауэграммам. Данные химического анализа показали, что составы кристаллов твердых растворов $TlIn_{1-x}Nd_xSe_2$ соответствуют формульным. Применением данного способа выращивались достаточно крупные, диаметром 10-15 длиной 10-18 мм, однородные монокристаллы сплавов системы $TlInSe_2$-$TlNdSe_2$. Эти монокристаллы раскаливались в двух плоскопараллельных зеркальных плоскостях скола. Выращенные слитки являлись полностью монокристаллическими и имели хорошее качество поверхности. Плотность дислокации составляла $<10^2$ $см^2$, при этом оказалось возможным выделить большие участки и даже целые пластины без дислокации. Исследование электрических свойств этих кристаллов показало, что все они обладают р-типом проводимости с концентрацией носителей $\sim10^{16}$-10^{18} $см^{-3}$, удельной электропроводностью $(0,4\text{-}6)10^{-3}$ См/м при 300 К.

Литература

1. Легасов В.А., Олейников Н.Н., Третьяков Ю.Д. Проблемы гибкости в технологии неорганических материалов. Журн.неорган.химии.1986. т.31.№7. с.1637-1643.
2. Процессы реального кристаллообразования. Под редакцией. Белова Н.В. М.: Наука, 1977, с.31-51, с.15-22.
3. Мюллер Г. Выращивание кристаллов из расплавов. Конвекция и неоднородности: пер. с англ. М.:Мир, 1991, с.37-48.
4. Зарбалиев М.М., Годжаев Э.М., Гаджиев В.А. Электропроводность монокристалла $TlInTe_2$ в сильных электрических полях. Неорганич.материалы. 1980. Т.16.№11, с.1929-1931.
5. Годжаев Э.М., Зарбалиев М.М., Оруджев К.Д., Мамедов В.А., Рзаева К.М. Исследование электрических свойств твердых растворов замещения в системе $TlInTe_2$-$TgeTe_2$. Неорганич.материалы. 1980, т.16. №7. С.1296-1298.
6. Зарбалиев М.М. Твердые растворы замещения в системе $TlInTe_2$-$TlYbTe_2$. Неорганич.материалы. 1999. Т.35,№ 5. С. 560-564.
7. Зарбалиев М.М., Мамедов Э.Г., Ахмедова А.М., Зейналов Г.И. Теплопроводность твердых растворов $TlIn_{1-x}Dy_xTe_2$.Неорганич.материалы. 2007.Т.43. №12, с.1611-1615.
8. Зарбалиев М.М., Гахраманов Н.Ф., Ахмедова А.М. Твердые растворы замещения в системы $TlInSe_2$-$TlYbSe_2$.AMEA-nın “Xəbərlər”. fiz-riyaz. və texn.Elmlər seriyası 2010. N-5. s.149-155
9. Самсонов Г.В., Падерно Ю.Б. Бориды редкоземельных металлов. Киев. Изд.АНУССР. 194-95 с.
10. Глазов В.М., Микротвердость металлов. М.:Металургия, 1969, -96 с.
11. Зарбалиев М.М., Гахраманов Н.Ф., Агаева У.Н. Твердые растворы $TlIn_{1-x}Ln_xS_2(Se_2Te_2)$-перспективные материалы в негатронике. Материалы VII межд.научно-технич.конфер.МЭПП. 2013. С.8-11.

XÜLASƏ
QÜVVƏTLİ ELEKTRİK SAHƏSİNDƏ $TlIn_1$-$xNdxSe_2$ BƏRK MƏHLULLARIN ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİ
Bayramov C.C., Abdulova İ.N.,İbrahimova A.B.,Babayeva A.F.,

***Açar sözlər**: sistem ərintiləri, monokristallar, zonanın yenidən kristallaşması, ekzoeffekt, sintez, diferensial termik analizi*
TlInSe2-TlNdSe2 sisteminin ərintiləri üçün zonanın yenidən kristallaşdırılması onların ilkin komponentlərini təmizləmək və mükəmməl monokristallar yetişdirmək üçün ən təsirli üsuldur. Bu halda zonanın yenidən kristallaşmasından istifadənin səmərəliliyi bu birləşmələrin termiki dayanıqlı olması, ərimə nöqtəsində nisbətən aşağı buxar təzyiqinə malik olması, maye fazada yüksək həll olunan defektləri ehtiva etməsi, müsbət istilik genişlənmə əmsalına malik olması ilə təmin edilir.

SUMMARY
ELECTRICAL CONDUCTIVITY OF TLIn1-xNDxSe2 SOLID SOLUTIONS IN STRONG ELECTRIC FIELDS.
Bayramov J.J., Abdulova I.N., Ibrahimova A.B., Babayeva A.F.

***Keywords:** system alloys, single crystals, zone recrystallization, exoeffect, synthesis, differential thermal analysis*
For alloys of the TlInSe2-TlNdSe2 system, zone recrystallization turned out to be the most effective way to purify their initial components and grow perfect single crystals. The efficiency of using zone recrystallization in this case is ensured by the fact that these compounds are thermally stable, have a relatively low vapor pressure at the melting point, contain highly soluble impurities in the liquid phase, have a positive coefficient of thermal expansion, and melt at medium temperatures.

$TlInSe_2 - TlGdSe_2$ SİSTEM ƏRİNTİLƏRİNİN İSTİDƏN XƏTTİ GENİŞLƏNMƏ ƏMSALININ NƏZƏRİ HESABLANMASI VƏ ONUN KİMYƏVİ RABİTƏ QÜVVƏSİ İLƏ ƏLAQƏSİ

Bayramov C.C., İsmayılov R.M., Abdulova İ.N., Ziyadova S.Ş.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan,
d.d.bayramov@mail.ru

***Açar sözlər**: bərk məhlullar, kristal qəfəs, elastiklik parametrləri, istidən xətti genişlənmə, izotermik sıxılma, Debay temperaturu.*

$TlInSe_2 - TlGdSe_2$ sistem ərintilərinin istidən xətti genişlənmə (İXG) və izotermik sıxılma əmsallarının temperatur asılılığı öyrənilmişdir.Müəyyən olunmuşdur ki, $TlInSe_2$ kristal qəfəsində qadoliniumun miqdarı artdıqca bütün temperaturlarda İXG və izotermik sıxılma əmsalının qiyməti artır. Göstərilmişdir ki, İXG və izotermik sıxılma əmsallarının təcrübi qiymətləri əsasında hesablanmış istilik və elastiqiyyat parametrləri $TlInSe_2$ kristal qəfəsində qadoliniumun metallik payının artması ilə qanunauyğun şəkildə dəyişir.

Məruzənin əsasını $TlIn_{1-x}Gd_xSe_2$ (x=0,01,0,05) bərk məhlullarında istidən xətti genişlənmə əmsalının qiymətinə kimyəvi əlaqənin təsirini öyrənməkdir. Bu məqsədlə istilik parametrlərinindən:Debay temperaturu (θ), kristallik qəfəsdə atomların orta kvadratik yerdəyişməsi $\left(\sqrt{\tilde{U}^2}\right)$, istilik tutumları fərqi (C_p-C_v) və bəzi elastiqiyyat parametrləri: Yunq modulu (E), Puasson əmsalı (τ), sürüşmə əmsalı (μ), səs dalğalarının yayılma sürətinin (v_e) hesablanması təqdim edilir.

Adətən kristallik qəfəsdə atomların orta kvadratik yerdəyişməsi rentqenoqrammalarda intensivlik xətlərinə görə təyin olunur.$[1-3]$ Bu işində isə atomların orta kvadratik yerdəyişməsi elastiqiyyat parametrləri ilə xarakterizə olunur.

$$\overline{U}^2 = \frac{6{,}4\cdot 10^{-18} d_{1/6}}{A^{2/3}E^{1/2}} = \frac{1{,}49\cdot 10^{-23} d^{1/2}}{E^{3/2}} T^2 \qquad (1)$$

$T < \theta/8$ temperaturlarda (1) ifadəsi doğrudur; E- elastiqiyyat modulu, d-nümunənin sıxlığıdır.
$T > 1.6\theta$ temperaturlarda

$$\overline{U}^2 = \left(1.52\cdot 10^{-20} T\right)/ v_a^{1/3}\cdot E$$

olur.
V_a –tətbiq olunan nümunədə səs sürətidir.$\theta/8 < T < 1.6D$ temperatur intervalında isə kristallik qəfəsdə atomların orta kvadratik yerdəyişməsi Debay-Betera münasibətlərindən

$$\overline{U}^2 = 4.3\cdot 10^{-14}\left[D/\theta/T/\theta/T + 1/4\right]/\overline{A}\cdot D \qquad (2)$$

kimi təyin olunur. Burada θ-Debay temperaturu, $\bar{A}$-atomun orta kvadratik kütləsidir. $TlIn_{1-x}Gd_xSe_2$ bərk məhlulların kristallik qəfəsdə atomların orta kvadratik yerdəyişməsini hesablamaq üçün (2) münasibətindən istifadə olunmuşdur.

$TlIn_{1-x}Gd_xSe_2$ bərk məhlulların Debay temperaturunu hesablamaq üçün

$$\theta = 19{,}37/\left(\overline{A}v^{2/3}\cdot\alpha\right)^{1/2}$$

ifadəsindən istifadə olunmuşdur. Burada v-atomun həcmi, $\propto$ –istidən xətti genişlənmə əmsalıdır.[4]

İstilik tutumlarının fərqinin hesablanması

$$C_n - C_v = \frac{\beta^2 v_t \cdot T}{\chi_T}$$

Düsturu ilə aparılmışdır. $\beta \approx 3\alpha$.

İzotermik sıxılmanın təcrübi qiymətləri əsasında $TlIn_{1-x}Gd_xSe_2$ bərk məhlulları üçün bəzi elastiqiyyat parametrləri hesablanmışdır: [3]

Yunq modulu: (E)

$$\sqrt{E} = \frac{\theta \cdot m^{1/3}\cdot d^{1/6}}{1.6818\cdot 10^3}$$

burada θ-Debay temperaturu, d-sıxlıq, m-kütlədir.

Sürüşmə modulu (μ) $\mu = E/2(1+\tau)$

Hərtərəfli sıxılma əmsalı (k) $k = E/3(1-2\tau)$

Puasson əmsalı (τ) $\tau = 1-(E/3k)$

Səs dalğalarının yayılma sürəti (v_e) $v_e = \sqrt{E/\rho}$

ρ-sıxlıqdır.

Hesablamaların nəticəsi cədvəl 1-də verilmişdir. Cədvəldən göründüyü kimi bərk məhlullarda qadolinium atomlarının miqdarı artdıqca Debay temperaturu azalır, kristallik qəfəsdə atomların orta kvadratik yerdəyişməsi artır. TlİnS$_2$ birləşməsində metallik pay artdıqca Yunq modulu, sürüşmə əmsalı, Puasson və səs dalğaların yayılma sürəti də artır.

TlIn_(1-x) Gd_x Se_2 bərk məhlularında istidən xətti genişlənmə əmsalının,√(U¯^2) , E, μ, τ və ve-in artması, Debay temperaturunun isə azalması f-elektronlarının kimyəvi rabitəyə təsiri ilə xarakterizə olunur.

Ədəbiyyat

1. Байрамов Д.Д., Исмайлов Р.М. Своства сплавов системы TlInSe$_2$ -TlGdSe$_2$. Журнал «Физика», т.IV, №2. Баку, с.7-9, 2000 г.

2. Байрамов Д.Д. Электрофихзические и упругие свойства твердых растворов TlIn$_{1-X}$Gd$_x$Se$_2$. Дисс. канд. физ-мат. наук. Баку, БГУ, с. 89, 1991.

3. Байрамов Д.Д.; Курбанов М.М., Изотермическая сжимаемость сплавов системы TlIn$_{1-X}$Gd$_x$S$_2$. Изв. АН СССР, Неорганические материалы, т.26, № 10, 1990, с. 2033.

4. Годжаев Э.М., Байрасмов Д.Д., Температурная зависимость изотермич.сжимаемость твердых растворов TlIn$_{1-X}$Gd$_x$S$_2$ V Вс. Конф. по физ. и хим. Редкоземельных п/п., ч.1., Саратов, с.66., 1990.

РЕЗЮМЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ЛИНЕЙНОГО ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ TlInSe$_2$-TlGdSe$_2$ И ЕГО СВЯЗИ С ПРОЧНОСТЬЮ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ

Байрамов С.Ч., Исмаилов Р.М., Абдулова И.Н., Зиядова С.Ш.

***Ключевые слова**: твердые растворы, кристаллическая решетка, параметры упругости, линейное тепловое расширение, изотермическое сжатие, температура Дебая.*

TlInSe$_2$ TlGdSe$_2$ исследована температурная зависимость коэффициентов теплового линейного расширения (IXG) и изотермического сжатия сплавов системы.Определено, что с увеличением количества гадолиния в кристаллической решетке TlInSe2 значения коэффициента линейного расширения и изотермического сжатия увеличиваются при всех температурах. Показано, что тепловые и упругие параметры, рассчитанные на основе экспериментальных значений IXG и коэффициентов изотермического сжатия, закономерно изменяются с увеличением доли металличности гадолиния в кристаллической решетке TlInSe2.

SUMMARY
THEORETICAL CALCULATION OF THE COEFFICIENT OF LINEAR THERMAL EXPANSION OF ALLOYS OF THE TlInSe2-TlGdSe2 SYSTEM AND ITS CONNECTIONS WITH CHEMICAL BOND STRENGTH
Bayramov S.Ch., Ismailov R.M., Abdulova I.N., Ziyadova S.Sh.

Keywords: *solid solutions, crystal lattice, elasticity parameters, linear thermal expansion, isothermal compression, Debye temperature.*

$TlGdSe_2$ $TlGdSe_2$ the temperature dependence of the coefficients of thermal linear expansion (IXG) and isothermal compression of the alloys of the system is investigated.It is determined that with an increase in the amount of gadolinium in the crystal lattice of TlInSe2, the values of the coefficient of linear expansion and isothermal compression increase at all temperatures.It is shown that the thermal and elastic parameters calculated on the basis of experimental values of IXG and isothermal compression coefficients change naturally with an increase in the proportion of gadolinium metallicity in the crystal lattice of TlNSE2.

МОНОКРИСТАЛЛЫ $TLInTe_2$ В СИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ

[1]Зарбалиев М.М.,[1]Сардарова Н.С.,[1]Исмаилов М.Г.,[1]Халилова Р.Д., [2]Янушкевич К.И.
[1]Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
[2]Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению, Минск, Беларусь
zarbalievmm51@mail.ru , kazimir@ifttp.bas-net.by

Ключевые слова*: твердые растворы, широкозонные полупроводники, тетраэдр, электропроводность, монокристалл, коэффициент Холла*

Исследована электропроводность монокристалла TLInTe2 в сильных электрических полях в интервалах 77-300 К. Определено значение электронной части диэлектрической проницаемости TLInTe2, равное 4. Построена зависимость энергии активации носителей тока от напряженности электрического поля и методом экстраполяции определено значение энергии активации носителей тока в отсутствие электрического поля. Результаты экспериментов хорошо согласуются с теорией Френкеля – Пуля, и это дает основание полагать, что полученные зависимости электропроводности от температуры напряженности электрического поля обусловлены изменением концентрации носителей тока за счет действия механизма термоэлектронной ионизации.

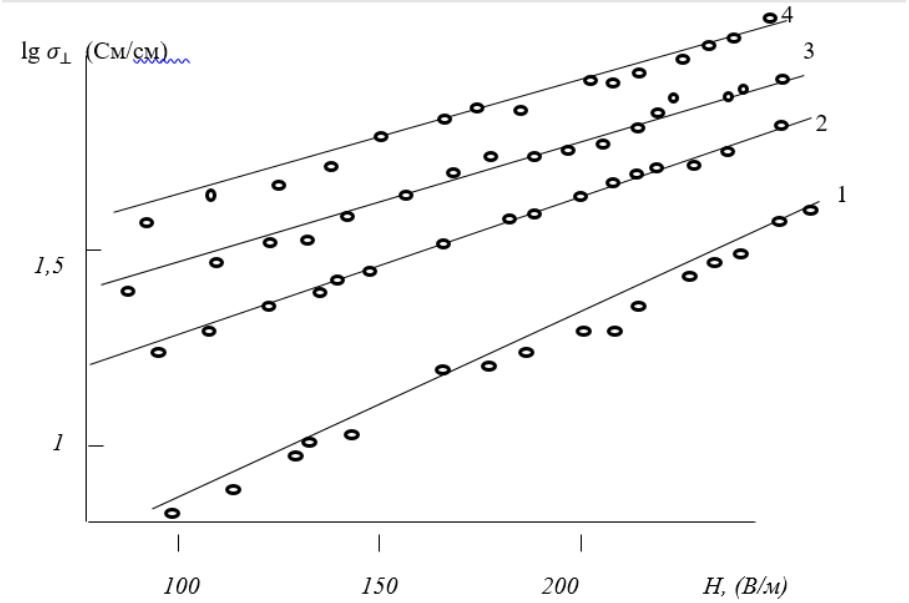


Рисунок 1. Зависимость электропроводности образцов $TLInTe_2$ от напряженности электрического поля при 115 (1), 150 (2), 180 (3) и 230К (4)

Согласно [1], в работе $TLInTe_2$ конгруэнтно плавится при 796℃. Рентгеноструктурный анализ показывает, что соединение $TLInTe_2$ кристаллизуется тетрагональной сингонии и имеет федоровскую группу симметрии *J4/mcm*. В кристаллической структуре данного соединения, так же как и для $TLInSe_2$ [2], выявляются две структурные единицы. Химически главной структурной единицей в этом

случае нужно считать тетраэдр (AX_4), и только между этими тетраэдрами создается полость для образованиявторой единицы-восьмивершинника или закрученного куба. Лишь связь M^{III}-X в тетраэдре имеет в этом случае ковалентной характер, и полупроводимость почти целиком зависит от этой связи. Все остальные связи, если судить по их длине, соответствуют ионному типу. Чтобы убедиться в этом, сопоставим межатомные расстояния в тетраэдре и восьмивершиннике с суммами соответствующих радиусов: для $TLInTe_2$ длина связи In-Te в тетраэдре составляет 2,56 Å, что действительно близко к сумме ковалентных радиусов индия и теллура (2,79 Å), а расстояние TL-Te (3,60 Å) в восьмивершинника соответствует сумме ионных радиусов теллура и одного валентного таллия (3,61 Å).

Изучение электрофизических свойств соединения $TLInTe_2$, в частности температурных зависимостей электропроводимости (σ), теплопроводности, коэффициента Холла, термо-э.д.с. [3] $TLInTe_2$,и волт-амперных характеристик в динамическом и статическом режимах [4], полностью подтверждает изложенное предположение относительно характера химических связей в этом соединении.

Цель настоящей работы - изучение электропроводности монокристалла $TLInTe_2$ в сильных электрических полях в интервале 77-300 К.

Электропроводность исследовали по известной схеме [5]. Для исключения нагрева образца током измерения проводили в импульсном режиме-длительность импульса 4 мкс, частота исследования 50 Гц. Образцы имели форму параллелепипеда размерами 2X4X5 мм. Омический контакт создавали, припаивая индий. Омичность контактов проверяли по вольт-амперной характеристике. Поведение электропроводности всех образцов $TLInTe_2$ свидетельствует о ее экспоненциальном росте направлении, перпендикулярном слоям тетраэдров в структуре $TLInTe_2$ ($\sigma_\perp$), в зависимости от напряженности электрического поля (H) в широком интервале температур (рис.1) [6].

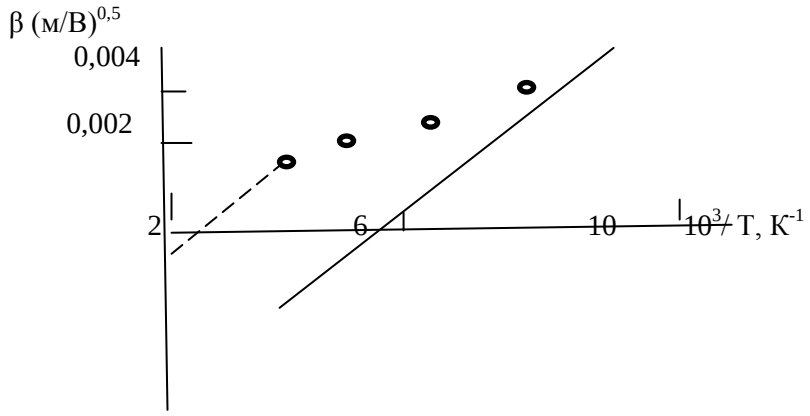


Рисунок 2. Темпратурная зависимость коэффициента β

Из-за малости значения критического поля на температурных зависимостях электропроводности исследованных образцов $TLInTe_2$ отсутствовали области, в которых выполняется закон Ома. Наклон зависимостей $Ig\sigma=f(H)$ при понижении температуры от 300 до 77К увеличивается в хорошем соответствии с формулой $\beta=(1/\kappa T)\sqrt{e^3/4\pi\varepsilon\varepsilon_0}$, где e-заряд электрона, κ-постоянная Больцмана, T-абсолютная температура, ε_0 −электрическая постоянная, ε - диэлектрическая проницаемость. На рис.2 представлена зависимость коэффициента β от температуры. Во всем температурном интервале β линейно растет с уменьшением температуры ($\beta \sim T^{-1}$). Подставляя экспериментально найденные значения β в приведенную формулу, мы определили значение электронной части диэлектрической проницаемости $TLInTe_2$, равное 4.

Результаты измерений температурной зависимости электропроводности приведены на рис. 3,а. наклон зависимости $Ig\sigma(\sim 10^3/T)$ с ростом напряженности электрического поля уменьшается. Этот наклон характеризует энергию активации ΔE(H) носителей тока в сильных электрических полях. Изменение энергии активации в зависимости от электрического поля предсказывается теорией Френкеля [6], согласно которой при термоэлектронной ионизации энергия активации линейно уменьшается с ростом напряженности поля. Зависимость энергии активации носителей тока от напряженности электрического поля показана на рис. 3,б. Из этого рисунка методом экстраполяции

было найдено значении энергии активации носителей тока в отсутствие электрического поля: ΔE= 0,10±0,02 эВ.

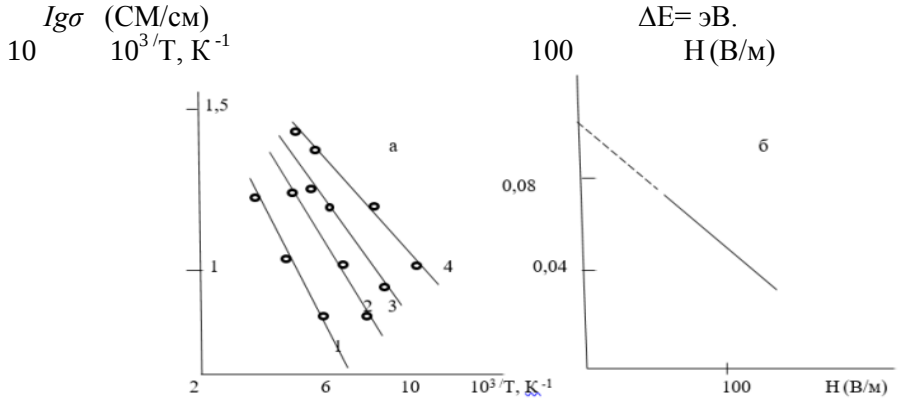


Рисунок 3. Температурные зависимости электропроводимости $TLInTe_2$ (а) при значениях Р62500(1), 5600(2), 10000(3),15600 В/м(4) и зависимость энергии активации носителей тока от напряженности электрического поля (б)

Исследование электропроводности монокристаллов $TLInTe_2$ показало, что проводимость в направлении, перпендикулярном к слоям тетраэдров ($\sigma_\perp$), много меньше, чем в направлении, параллельном слоям (σ_{II}).

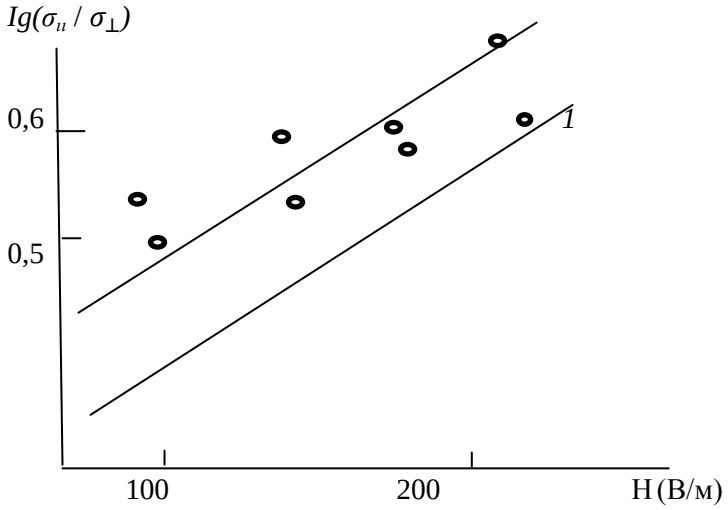


Рисунок 4. Зависимость $Ig(\sigma_{II} / \sigma_\perp)$ от напряженности электрического поля при 230(1) и 150К

Из рис. 4 видно, что отношение $\sigma_{II}/\sigma_\perp$ с ростом напряженности электрического поля и с уменьшением температуры увеличивается. Это означает, что σ_{II} слабее зависит от температуры, чем $\sigma_\perp$, что подтверждает рассуждения о структуре и химических связях в $TLInTe_2$. Полученные результаты можно интерпретировать с позиций теории Френкеля – Пуля, которая дает основание полагать, что рассмотренные зависимости электропроводности σ, энергии активации ΔE и коэффициента β от напряженности электрического поля и температуры в сильных электрических полях обусловлены увеличением концентрации носителей тока в соединении $TLInTe_2$ за счет действия механизма термоэлектронной ионизации. Согласно исследованию эффекта Холла для соединения $TLInTe_2$, подвижность носителей тока с уменьшением температуры возрастает [3], что также подтверждает изложенные рассуждения.

Литература

1. Зарбалиев М.М. Твердые растворы $TlIn_{1-x}Yb_xS_2$. РАН, Неорганические материалы.2000.т.36.№5.с. 619-623

2. Зарбалиев М.М., Годжаев Э.М., Алиев Ф.Ф. Полупроводниковые халькоиндианаты таллия и сплавы на их основе с редкоземельными элементами. Материалы межд. науч. конф. Актуальные вопросы прикладной физики и энергетики. Сумгаит.2018.с.22-27.

3. Зейналов Г. И., Зарбалиев М.М., Сардарова.Н.С. Электрофизические свойства сплавов системы $TlInS_2$- $TlDyS_2$. РАН, Неорганические материалы.1999.т.35.№8.с. 913-916.

4. Зарбалиев М.М., Сардарова.Н.С. Исмаилов М.Г., Янушкевич К.И. Электрофизические свойства твердых растворов системы $TlInS_2 -$ $TlYbS_2$. Перспективные материалы и технологии. НАН Беларусии. Материалы международного симпозиума. Минск. 2021.с.259-261

5. Zarbaliev M,M., Agayeva U.M. $TlIn_{1-x}YbxTe_2$ (0≤X≤0,10) solid solutions termoelectric properties. Journal of Baku engineerinq university-physics, 2020, V.4.N.1

XÜLASƏ
GÜÇLÜ ELEKTRİK SAHƏLƏRİNDƏ $TLInTe_2$ KRİSTALLARI.
Zərbəliyev M.M., Sərdarova N.S., İsmayılov M.Q., Xəlilova R.C., Yanuşkeviç K.İ.

***Açar sözlər**: bərk məhlullar, geniş boşluqlu yarımkeçiricilər, tetraedr, elektrik keçiriciliyi, monokristal, Holl əmsalı*

TLInTe2 monokristalının elektrikkeçiriciliyi 77–300 K diapazonunda güclü elektrik sahələrində tədqiq edilmişdir.TLInTe2-nin keçiriciliyinin elektron hissəsinin 4-ə bərabər qiyməti müəyyən edilmişdir.Cərəyanın aktivləşmə enerjisindən asılılıq elektrik sahəsinin gücü üzrə daşıyıcıların qrafiki çəkilmiş və elektrik sahəsi olmadıqda cərəyan daşıyıcılarının aktivləşmə enerjisinin qiyməti ekstrapolyasiya ilə müəyyən edilmişdir. Təcrübələrin nəticələri Frenkel-Pul nəzəriyyəsi ilə yaxşı uyğunlaşır və bu, elektrik keçiriciliyinin elektrik sahəsinin şiddətinin temperatur asılılığının cərəyan daşıyıcılarının konsentrasiyasının dəyişməsi termoelektron ionlaşma mexanizminin fəaliyyəti ilə əlaqədar olduğunu düşünməyə əsas verir.

SUMMARY
$TLInTe_2$ SINGLE CRYSTALS IN STRONG ELECTRIC FIELDS.
Zarbaliyev M.M., Sardarova N.S., Ismayilov M.G., Khalilova R. J., Yanushkevich K. I.

***Keywords**: solid solutions, wide-gap semiconductors, tetrahedron, electrical conductivity, single crystal, Hall coefficient*

The electrical conductivity of a TLInTe2 single crystal was studied in strong electric fields in the range of 77–300 K. The value of the electronic part of the permittivity of TLInTe2, equal to 4, was determined. The dependence of the activation energy of current carriers on the electric field strength was plotted, and the value of the activation energy of current carriers in the absence of an electric field was determined by extrapolation. The results of the experiments are in good agreement with the Frenkel-Poole theory, and this gives reason to believe that the obtained dependences of the electrical conductivity on the temperature of the electric field strength are due to a change in the concentration of current carriers due to the action of the thermionic ionization mechanism.

$Tl\dot{I}nSe_2 - TlGdSe_2$ SİSTEM ƏRİNTİLƏRİNİN İSTİLİK TUTUMU.

İsmayılov R. M., Mustafayeva Ü.M., Bayramov C.C., İsmayılova X.Ə., Abdulova İ.N.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan,
izzet.abdulova@mail.ru

***Açar sözlər**: bərk məhlil, Debay temperaturu, Qryuneyzen parametri, orta kvadratik yerdəyişmə, kimyəvi rabitə qüvvəsi, anharmoniklik, istidən xətti genişlənmə, izotermik sıxılma.*

İşdə (80÷300) K temperatur intervalında $Tl\dot{I}n_{1-x}Gd_xSe_2$ (x=0; 0.03; 0.05) bərk məhlulların istilik tutumunun temperatur asılılığı öyrənilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, $Tl\dot{I}nSe_2$ kristalında qadolinium atomlarının miqdarı artdıqca istilik tutumunun qiyməti də artır və heç bir anomaliya müşahidə olunmur. Təcrübi qiymətlər əsasında sabit həcmdə istilik tutumu, Qryuneyzen parametri, Debay temperaturu, kristallik qəfəsdə atomların orta kvadratik yerdəyişməsi hesablanmışdır. Hesablamalar göstərmişdir ki, $Tl\dot{I}n_{1-x}Gd_xSe_2$ bərk məhlullarda kimyəvi əlaqənin zəifləməsi istiqmətində istilik parametrləri qanunauyğun şəkildə dəyişir.

Həm $Tl\dot{I}nTe_2$, həm də $TlGdTe_2$ birləşmələri ayrı-ayrılıqda optoelektronika sahəsində və müasir texnikanın digər sahələrində tətbiq olunmaları baxımından perspektivli materiallar hesab edilir. Bu birləşmələrin bütün fiziki xassələrinin tətbiqi ilə yanaşı onların əsasında alınan bərk məhlulların istilik xasələrinin öyrənilməsi böyük maraq doğurur. Belə ki, bir sıra ədəbiyyatlarda $[1-3]$ göstərildiyi kimi indium atomlarının qadolinium atomları ilə hissə-hissə əvəz olunması elektrofiziki xassələrə, eləcə də atomlararası kimyəvi əlaqə qüvvəsinin qiymətinə təsir göstərir. $Tl\dot{I}n_{1-x}Gd_xSe_2$ bərk məhlullarında qadoliniumun miqdarının artması ilə anharmonikliyin, həmçinin atomlararası kimyəvi əlaqənin tədqiqi baxımından ilk dəfə bizim tərəfimizdən $Tl\dot{I}nSe_2 - TlGdSe_2$ sistem ərintilərinin ilk dəfə olaraq təcrübi olaraq istilik tutumunun temperatur asılılığı tədqiq edilmişdir.

Təqdim olunan işdə $Tl\dot{I}nTe_2$, $Tl\dot{I}n_{0.97}Gd_{0.03}Se_2$ və $Tl\dot{I}n_{0.95}Gd_{0.05}Se_2$ monokristallarının (77-300) K temperaturda istilik tutumunun temperatur asılılığı SH- 3000 M tipli yüksək keyfiyyətli adiabatik kolorimetrdə ölçülmüşdür. Bu halda təcrübənin xətası etalon nümunəyə nisbətən ~ 2% olmuşdur.

Baxılan nümunələr stexiometrik çəki nisbətində sintez olunmuş, həmin maddələrin monokristalları Bricmen üsulu ilə alınmışdır. Müxtəlif tərkiblərin rentgenquruluş analizi göstərmişdir ki, alınan bütün birləşmələr tetraqonal sinqoniyada kristallaşır. $Tl\dot{I}n_{1-x}Gd_xSe_2$ bərk məhlulları *p*- tip keçiriciliyə malikdir. Deşiklərin konsentrasiyası $\sim 2.3 \cdot 10^{14} sm^{-3}$ yürüklüyü isə 77 K temperaturda $\sim 1.2 \cdot 10^{14} sm^2/(V \cdot S)$ tərtibindədir.

Sintez olunmuş tərkiblərdən istilik tutumunu ölçmək üçün uzunluğu 3 sm, diametri 5 mm olan silindrik formalı nümunələr hazırlanmışdır.

$Tl\dot{I}n_{1-x}Gd_xSe_2$ (*x=0; 0.03; 0.05*) bərk məhlulları üçün C_p-nin təcrübi qiymətləri cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1.

$Tl\dot{I}n_{0.95}Gd_{0.05}Se_2$			$Tl\dot{I}n_{0.97}Gd_{0.03}Se_2$			$Tl\dot{I}nSe_2$	
T, K	Kal/mol·K	Kal/mol·K	T, K	Kal/mol·K	Kal/mol·K	T, K	Kal/mol·K
	C_p	C_v		C_p	C_v		C_p
80.3	75.8	74.7	95.05	81.2	82.8	96.5	81.2
82.5	76.75	75.4	104.5	83.95	84.3	106.2	84.4
85.2	77.75	78.9	112.75	86.25	87.5	107.5	84.8
91.2	80.2	82.1	122.5	88.95	90.6	110.2	85.5
97.1	82.05	83.4	126.4	92.5	94.1	118.23	87.8
105.83	85.9	86.7	135.5	92.95	94.8	132.5	90.9
116.15	87.8	88.7	152.5	95.5	96.6	145.05	93.97
125.1	90.05	91.8	163.5	97.8	99.5	162.8	97.35
133.5	91.95	93.0	177.5	99.5	101.8	175.05	99.02
140.05	93.66	94.3	196.45	101.95	102.7	193.5	101.18
151.05	96.27	97.6	207.8	102.5	104.1	224.5	103.5
162.02	97.4	98.6	223.5	103.4	105.6	242.8	104.6
168.4	98.68	99.2	237.4	104.4	106.3	256.8	105.38
177.7	99.85	99.8	246.5	105.2	106.8	282.04	106.05
198.95	102.28	104.3	252.5	105.5	107.5	292.35	106.7
200.1	103.95	104.9	267.5	105.9	108.0	298.5	106.75
238.55	104.96	105.6	277.7	105.91	108.4		
247.7	105.25	106.8	285.5	106.2	109.4		
258.8	105.85	107.3	296.5	106.75	109.8		
269.4	106.04	107.8					
283.9	106.8	107.1					
290.5	106.85	108.6					
298.4	107.01	109					

Göründüyü kimi, $Tl\dot{I}nSe_2$ qəfəsində qadoliniumun metallik payı artdıqca Cp-nin də qiyməti artır. 140 K-dən böyük temperaturlarda C_p –nin qiymətində nəzərə çarpacaq artım müşahidə olunur ki, bu da fikrimizcə nöqtəvi defektlərin yaranması ilə əlaqədardır [4]. Temperaturun artması ilə $Tl\dot{I}n_{1-x}Gd_xSe_2$ bərk məhlullarında izobarik istilik tutumunun qiyməti də artır.

Təcrübə göstərir ki, tədqiq olunan bərk məhlulların istilik tutumunun temperatur asılılığında heç bir faza keçidi müşahidə edilmir. $Tl\dot{I}nSe_2$ birləşməsində indium atomları qadolinium atomları ilə əvəz olunduqca istilik tutumunun qiymətində artım baş verir. Bu da istidən xətti genişlənmə və izotermik sıxılmanın temperatur asılılığının təcrübi qiymətləri ilə tam üst-üstə düşür. [5,6]

Sabit həcmdə istilik tutumunun qiyməti aşağıdakı düstura görə hesablanmışdır.

$$C_v = C_p - \frac{9\alpha^2 VT}{\chi} \qquad (1)$$

Burada α- istidən xətti genişlənmə, χ – izotermik sıxılma əmsalıdır. $Tl\dot{I}n_{1-x}Gd_xSe_2$ bərk məhlulları üçün C_p –nin təcrübi qiymətləri əsasında (1) düsturu ilə hesablanmış C_v –nin qiymətləri cədvəldə verilmişdir.

Tədqiq olunan nümunələrdə Qryuneyzen parametrinin böyük hədlə dəyişməsi kristallik qəfəsdə rəqslərin anharmonikliyi ilə bağlıdır. Qryuneyzen parametri isə

$$\gamma = \frac{3\alpha x}{C_v \chi} \quad (2)$$

düsturu ilə hesablanmışdır. Hesablamalar göstərmişdir ki, Qryuneyzen parametri $Tl\dot{I}nSe_2$ birləşməsi üçün (0.58 ÷ 0.76)K^{-1} , $Tl\dot{I}n_{0.03}Gd_{0.07}Se_2$ üçün (0.64 ÷ 0.81)K^{-1} , $Tl\dot{I}n_{0.95}Gd_{0.05}Se_2$ bərk məhlulu üçün isə (0.68 ÷ 0.91)K^{-1} aralığında dəyişir.

$Tl\dot{I}n_{1-x}Gd_xSe_2$ bərk məhlullarında C_v –nin və C_p –nin ~140 K temperaturda çox cüzi (0.05 ÷ 0.1)Kal/mol·K qiymətində dəyişməsi $Tl\dot{I}nTe_2$ qəfəsində qadoliniumun miqdarının artması ilə defektliyin artmasını və beləliklə də kimyəvi rabitə qüvvəsinin azalması hesanına olur.

Istidən xətti genişlənmə və izotermik sıxılma əmsallarının təcrübi qiymətləri əsasında Debay temperaturu $D = \frac{19.37}{(\bar{A}V^{2/3}\alpha)^{\frac{1}{2}}}$ (3), harada ki, $\bar{A}$ – atomunun orta kvadratik kütləsi və kristallik qəfəsdə atomlararası orta kvadratik yerdəyişmə $\bar{u}^2 = 4.3 \cdot 10^{-14} \left[\frac{D\left(\frac{\theta}{T}\right)}{\frac{\theta}{T}+\frac{1}{4}}\right] \bar{A}\theta$ hesablanmışdır.

Hesablamalar göstərmişdir ki, hesablanmış bütün parametrlər $Tl\dot{I}nSe_2$ kristalında qadoliniumun miqdarı artdıqca dəyişir.

Yuxarıda gətirilən ifadələrdən göründüyü kimi izobarik istilik tutumu, istidən xətti genişlənmə və izotermik sıxılma əmsalları yalnız qəfəs rəqslərinin anharmonizmi ilə təyin olunur, yəni C_p , C_v və χ –nın hər üçü γ – Qryuneyzen parametri ilə mütənasibdir.

Ədəbıyyat

1. Байрамов Д.Д. Электрофизические и упругие свойства твердых растворов $Tl\dot{I}n_{1-x}Gd_xSe_2$. Дис.на соискание уч.степ.канд.физ.мат.наук. Баку, 1991, стр.135
2. Зарбалиев М.М., Годжаев Э.М.,Алиев. Ф.Ф. Полупроводниковые халькоиндианаты таллия и сплавы на их основе с редкоземельными элементами. SDU, Tətbiqi fizika və energetikanın aktual məsələləri beynəlxalq elmi konfransın materialları, Sumqayıt, 24-25 may 2018, səh. 22-27
3. Байрамов Дж.Дж.,Джафаров Т. Г., Алигулиева Х. В.,Талыфлы А.Ф. Термическая сжимаемость $TlGdX_2$(X-S,Se,Te) SDU,Tətbiqi fizika və energetikanın aktual məsələləri beynəlxalq elmi konfransın materialları, Sumqayıt, 24-25 may 2018, səh.68-70
4. Зарбалиев М.М.,Самедов О.А.,Сардарова Н.С. Особенности теплового расширения в твердых растворах системы $TlInSe_2$–$TlCeSe_2$. SDU, Tətbiqi fizika və energetikanın aktual məsələləri beynəlxalq elmi konfransın materialları, Sumqayıt, 24-25 may 2018, səh. 87-90
5. Байрамов Дж.Дж. Исмаилов Р. М., Мустафаев Х.А., Абдулова И. Н. Вычисления разности теплоемкости (C_p-C_v) соединений Tl_2InGdS_4 .BDU-nun 95 illik yubleyinə həsr olunmuş fizikanın müasir problemləri VIII respublika konfransı materialları, Bakı,24-25 dekabr 2014,səh.332-334.

РЕЗЮМЕ

ТЕПЛОЕМКОСТЬ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ 〖Tl\dot{I}n〗_(1-x) 〖Gd〗_x 〖Se〗_2

Исмаилов Р.М., Мустафаева У.М., Байрамов Д.Д., Исмаилова Х.Е., Абдулова И.Н.

***Ключевые слова**: Твердый раствор, температура Дебая, параметр Грюнайзена, среднеквадратичное смещение, сила химической связи, ангармонизм, линейное расширение от тепла, изотермическое сжатие*.

Исследована температурная зависимость теплоемкости твердых растворов 〖Tl\dot{I}n〗_(1-x) 〖Gd〗_x 〖Se〗_2 (x=0; 0.03; 0.05) в интервале температур (80÷300) К. Установлено, что с увеличением количества атомов гадолиния в кристалле 〖Tl\dot{I}nSe〗_2значение теплоемкости также увеличивается и никаких аномалий не наблюдается. На основе экспериментальных значений рассчитаны теплоемкость при постоянном объеме, параметр Грюнайзена, температура Дебая, среднеквадратичное смещение атомов в кристаллической решетке. Расчеты показали, что тепловые параметры закономерно изменяются в сторону ослабления химических связей в твердых растворах.

SUMMARY

HEAT CAPACITY OF ALLOYS OF THE SYSTEM $Tl\dot{I}n_{1-x}Gd_xSe_2$

Ismayılov R.M., Mustafayeva U.M., Bayramov J. J., Ismayılova X.E., Abdulova I.N.

***Keywords:** Solid solution, Debye temperature, Grüneisen parameter, rms displacement, chemical bond strength, anharmonicity, linear thermal expansion, isothermal contraction.*

The temperature dependence of the heat capacity of solid solutions 〖Tl\dot{I}n〗_(1-x) 〖Gd〗_x 〖Se〗_2 (x=0; 0.03; 0.05) in the temperature range (80÷300) K was studied. It was found that with an increase in the number of gadolinium atoms in the 〖Tl\dot{I}nSe〗_2_2 crystal, the heat capacity also increases and no anomalies are observed. Based on the experimental values, the heat capacity at constant volume, the Grüneisen parameter, the Debye temperature, and the root-mean-square displacement of atoms in the

crystal lattice are calculated. Calculations have shown that the thermal parameters regularly change in the direction of weakening chemical bonds in solid solutions.

ОТНОШЕНИЕ ОРТОГОНАЛЬНОСТИ ДЛЯ ПОЛИНОМОВ ШАРЛЬЕ ОТНОСИТЕЛЬНО НЕПРЕРЫВНОЙ МЕРЫ

Кулиева Г.Г., Абдулова И. Н., Меликова Я.К.
Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
quliyeva_gulnara@inbox.ru

***Ключевые слова**: полиномы Шарлье; отношение ортогональности; гипергеометрические функции*

Известно, что полиномы выражаются с помощью гипергеометрических функций 2F0 и удовлетворяют условию ортогональности относительно некоторой дискретной размерности. Также хорошо известно выражение, связывающее полиномы Шарлье и Лаже. С учетом существования ортогональности полиномов Лагера по некоторой непрерывной мере предложено новое условие ортогональности полиномов Шарля от дискретной переменной x>m+n с непрерывной мерой, использующее известные свойства символа Похаммера и гамма-функции , правильность этого соотношения ортогональности была доказана.

То, что ортогональные полиномы играют роль в понимании любого аналитического решения динамических систем со статистических точек зрения является бесспорным фактом.
Обычно все важные проблемы квантовой физики, у которых квантование их энергетического спектра происходит при решении, сводится к волновым функциям, описанным через ортогональные полиномы определенного типа. При этом необходимо отметить, что в математике сами ортогональные полиномы возникают как решения дифференциальных уравнений или уравнений разниц связанных с гипергеометрическими уравнениями.В настоящее время , имеется перечень так называемой Askey-схемы гипергеометрических ортогональных полиномов, выраженных через определенные гипергеометрические функции начиная от простого ${}_2F_0$ к более высшему ${}_4F_3$ [1]. Простейшей в этой схеме является хорошо известный полином Гермита, который возникает в квантовой физике в виде решения нерелятивистского гармонического осциллятора в каноноческом приближении [2].

Имеется также проблема обобщения нерелятивитского квантового осциллятора сводящаяся к волновым функциям выражающимся через ортогональные полиномы из Аскей-схем высоких уровней. Одномерный квантовый осциллятор Вигнера [3] выраженный через полиномы Лагера [4] , осцилляторы Шарлье [5,6], осцилляторы Кравчука [7] , осцилляторы Мейкснера [6],релятивистский квантовые линейные и сингульярные осцилляторы выраженные соответственно по Мейкснеру-Поллачек у [8] и непрерывные дуальные полиномы Гана находятся среди них.

Полиномов Шарлье, находящихся на втором уровне так называемого Аскей-схемы, имеют очень интересное отношение ортогональности, которое является ортогональностью относительно определенной дискретной меры. Несмотря на простейшую известную взаимосвязь между полиномами Шарлье и Лагера, ортогональность относительно определенной непрерывной меры для полиномов Лагера терпит неудачу в случае полиномов Шарлье. Поэтому, вопрос о непрерывном отношении ортогональности для полиномов Шарлье все еще остается открытым. В этой статье мы попытаемся ответить на этот вопрос и представить новое отношение ортогональности для полиномов Шарлье для некоторого диапазона дискретных значений переменной x. Это отношение ортогональности является непрерывным относительно параметра a.

Наша статья построена по указанному порядку: в Разделе 2 приводятся базовые определения и уже известная информация о свойствах полиномов Шарлье. Новое отношение ортогональности и его доказательство приведены в Разделе 3.

Основные свойства полиномов Шарлье.

Полиномы Шарлье определены в виде

$$C_n(x;a)={}_2F_0\left(\begin{matrix}-n,-x\\ -\end{matrix};\ -\frac{1}{a}\right)=\sum_{k=0}^{n}(-1)^k\frac{(-n)_k(-x)_k}{k!a^k}.$$

Они удовлетворяют следующее отношение ортогональности относительно дискретной меры:

$$\sum_{x=0}^{\infty}\frac{a^x}{x!}C_m(x;a)C_n(x;a)=a^{-n}e^a n!\delta_{mn},\ \ a>0,$$

и следующее рекуррентное отношение

$$-xC_n(x;a)=aC_{n+1}(x;a)-(n+a)C_n(x;a)+nC_{n-1}(x;a).$$

Необходимо отметить, что они являются решением следующего уравнения разностей

$$-ny(x)=ay(x+1)-(x+a)y(x)+xy(x-1),\ y(x)=C_n(x;a),$$

так же следующее операторы передвигающие вперед и обратно существует для полиномов Шарлье:

$$C_n(x+1;a)-C_n(x;a)=-\frac{n}{a}C_{n-1}(x;a),$$

$$C_n(x;a)-\frac{x}{a}C_n(x-1;a)=C_{n+1}(x;a).$$

Их другая важная особенностью является их следующее связь с полиномами Лагера

$$C_n(x;a)=\frac{n!}{(-a)^n}L_n^{(x-n)}(a),$$

где, полиномы Лагера определяются в виде:

$$L_n^{(\alpha)}(x)=\frac{1}{n!}\sum_{k=0}^{n}\frac{(-n)_k}{k!}(\alpha+k+1)_{n-k}x^k$$

Новое отношение ортогональности.

В этом разделе мы предлагаем новое отношение ортогональности для полиномв Шарлье относительно непрерывной меры a. Наше предложение для этого нового отношения является следующим:

$$\int_0^{\infty}e^{-\alpha}a^{x-1}C_m(x-m;a)C_n(x-n;a)da=\frac{n!(x-n)!}{x-2n}\delta_{mn},\ x>m+n.$$

Доказать его правильность легко. Во-первых, мы используем здесь (1) и переписываем левую сторону (9) в виде двойной суммы интегрального отношения

$$\sum_{k=0}^{m}(-1)^k\frac{(-m)_k(m-x)_k}{k!}\sum_{s=0}^{n}(-1)^s\frac{(-n)_s(n-x)_s}{s!}\int_0^{\infty}e^{-a}a^{x-k-s-1}da.$$

Интеграл сводится к известной Гамма функции $\Gamma(x-k-s)=(x-k-s-1)!,\ x-k-s>0$.Можно также применить и в k и в s суммировании следующие известные свойства для символа Pochhammer $(a)_k$:

$$\frac{(-m)_k}{k!}=(-1)^k\binom{m}{k}=(-1)^k\binom{m}{m-k},\ (m-x)_k=(-1)^k(x-m+1-k)_k,$$

который позволяет нам заново выразить (10) в следующем виде:

$$\sum_{k=0}^{m}(-1)^k\binom{m}{m-k}(x-m+1-k)_k\sum_{s=0}^{n}(-1)^s\binom{n}{n-s}(x-n+1-s)_s(x-k-s-1)!.$$

Теперь, мы можем полностью обратить порядок суммирования и для k и для s рядов виде k и s так же как $k\to m-k$, $s\to n-s$ применение свойства символа Поххамера $(a+k)_{n-k}=(a)_n/(a)_k$ $(a)_n\Gamma(n)=\Gamma(a+n)$, откуда где мы получаем следующее

$$(-1)^{n+m}(x-2m+1)_m(x-2n+1)_n(x-m-n-1)!\sum_{k=0}^{m}\frac{(-m)_k(x-m-n)_k}{k!(x-2m+1)_k}\sum_{s=0}^{n}\frac{(-n)_s(x-m-n+k)_s}{s!(x-2n+1)_s}$$

Легко заметить, что суммирование по s является ${}_2F_1$ следующей формы:

$$\sum_{s=0}^{n}\frac{(-n)_s(x-m-n+k)_s}{s!(x-2n+1)_s}.={}_2F_1\left(\begin{matrix}-n,x-m-n+k\\ x-2n+1\end{matrix};1\right).$$

Можно применить теперь формулу суммирования Вандермонда

$$ {}_2F_1\left(\begin{matrix} -n, b \\ c \end{matrix};\ 1\right) = \frac{(c-b)_n}{(c)_n}, $$

это упрощает следующим образом:

$$ (-1)^{n+m}(x-2m+1)_m(x-m-n-1)!\sum_{k=0}^{m}\frac{(-m)_k(x-m-n)_k}{k!(x-2m+1)_k}(m-n+1-k)_n. $$

Можно использовать теперь другое интересное отношение для символа Поххамера,

$(a-k)_n = \dfrac{(1-a)_k(a)_n}{(1-a-n)_k}$ заново выражает $(m-n+1-k)_n$ в виде

$$ (m-n+1-k)_n = \frac{(n-m)_k(m+1-n)_n}{(-m)_k}. $$

Вставление в упрощает ее следующим образом

$$ (-1)^{m+n}(x-2m+1)_m(m+1-n)_n(x-m-n-1)!\sum_{k=0}^{m}\frac{(n-m)_k(x-m-n)_k}{k!(x-2m+1)_k}. $$

Суммирование по к является также ${}_2F_1$ следующей формы

$$ \sum_{k=0}^{m}\frac{(n-m)_k(x-m-n)_k}{k!(x-2m+1)_k} = {}_2F_1\left(\begin{matrix} n-m, x-m-n \\ x-2m+1 \end{matrix};1\right) $$

для $(m+1-n)_n$ мы имеем

$$ (m+1-n)_n = (-1)^n(-m)_n = n!\binom{m}{n}. $$

Мы можем использовать теперь известную формулу суммирования Гаусса

$$ {}_2F_1\left(\begin{matrix} a, b \\ c \end{matrix};1\right) = \frac{\Gamma(c)\Gamma(c-a-b)}{\Gamma(c-a)\Gamma(c-b)},\ \mathrm{Re}(c-a-b)>0 $$

это позволяет писать в более простой форме:

$$ (-1)^{m+n}(x-2m+1)_m\binom{m}{n}n!\frac{(x-m-n-1)!(x-2m)!}{(n-m)!(x-n-m)!}. $$

Можно объединить $(x-2m+1)_m$ и $(x-2m)!$ виде $(x-2m+1)_m(x-2m)! = (x-m)!$ переписать следующим образом:

$$ (-1)^{m+n}\binom{m}{n}\binom{n}{m}\frac{m!(x-m)!}{x-n-m}. $$

Из-за появившихся двучленных коэффициентов в выражении, становится 0 в случае $n \neq m$, тогда как случай $n = m$ дает правильную правую сторону , то есть $n!(x-n)!/(x-2n)$

Заключение.

Полиномы Шарлье - один из ортогональных полиномов, у которых различные свойства изучены в различных аспектах [10,11]. Можно отметить здесь также их однородные асимптотические расширения [12,13,14], обобщения, комбинаторика [16] и т.д. В этой статье мы предлагаем новое отношение ортогональности для полиномов Шарлье дискретной переменной $x > m+n$ относительно непрерывной меры а и доказываем правильность этого предложения. Необходимо отметить здесь, что из-за известной взаимосвязи между полиномами Шарлье и Лагера (7), отношение ортогональности для полиномов Шарлье, предложенных здесь, сводится к следующему отношению ортогональности для полиномиалов Лагера.

$$ \int_0^\infty e^{-x}x^{\alpha-m-n-1}L_m^{(\alpha-2m)}(x)L_n^{(\alpha-2n)}(x)dx = \frac{\Gamma(\alpha-n+1)}{n!(\alpha-2n)}\delta_{mn},\ \alpha > m+n, $$

который возникает и играет важную роль в аналитическом решении проблемы квантовой механики по осциллятору Морзе [17]. Можно заметить, что это весьма отличается от известного отношения ортогональности для полиномов Лагера[1]

$$\int_0^\infty e^{-x} x^a L_m^{(\alpha)}(x) L_n^\alpha(x) dx = \frac{\Gamma(n+\alpha+1)}{n!}\delta_{mn},\ \alpha > -1.$$

Литература

1. Koekoek, R. and Swarttouw,R.F.: 1998 *Delft University of Technology Report* no. 98-17
2. Landau, L.D. and Lifshitz, E.M.:1997 *Quantum Mechanics : Non-Relativistic Theory* (Oxford: Butterworth-Heinemann)
3. Wigner, E.P.: 1950 *Phys. Rev*. 77 711
4. Ohnuki, Y. and Kamefuchi, S.: 1982 *Quantum Field Theory and Parastatistics* (New York: Springer Verlag
5. Atakishiyev, N.M. and Suslov, S.K.: 1989 in *Modern Group Analysis:Methods and Applications* (Baku: Elm) p. 17 [in Russian]
6. Atakishiyev,N.M., Jafarov, E.I., Nagiyev, S.M. and Wolf, K.B.: 1998 *Rev. Mex. Fis.*44 235
7. Atakishiyev, N.M. and Suslov, S.K.: 1991 *Theor. Math. Phys.*85 1055
8. Atakishiyev,N.M., Mir-Kasimov, R.M. and Nagiyev, S.M.:1980 *Theor. Math. Phys*. 44 47
9. Nagiyev, S.M., Jafarov, E.I. and Imanov, R.M.: 2003 *J. Phys. A* 36 7813
10. Askey, R.: 1975 Orthogonal Polynomials and Special Functions (GBMS Regional Conference Series Volume 21. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia)
11. Nikiforov, A.F., Suslov, S.K. and Uvarov, V.B.: 1991 *Orthogonal Polynomials of a Discrete Variable* (Berlin-Heidelberg – New York: Springer Verlag)
12. Rui, B. and Wong, R.: 1994 *Meth. Applic. Analys.* 1 294
13. Dunster, T.M.: 2001 *J.Approx. Theor.* 112 93
14. Krasikov, I.: 2002 *Meth. Applic. Analys.* 9 599
15. Bavinck, H. and Koekoek, R.: 1995 *J.Approx. Theor.* 81 195
16. Labelle, J. and Yeh, Y.N.: 1989 *Stud. Appl. Math.* 80 25
17. Morse, P.M.: 1929 *Phys. Rev*. 34 57

XÜLASƏ

ŞARLE ÇOXHƏDLİLƏRİ ÜÇÜN KƏSİLMƏZ ÖLÇÜYƏ MALİK ORTAQONALLIQ ŞƏRTİ

Quliyeva G.H., Abdulova İ.N., Məlikova Y.Q.

Açar sözlər: *Şarle polinomları, ortonormallıq şərti, hiperqenometrik funksiya*

Məlumdur ki, çoxhədlilər ${}_2F_0$ hiperhəndəsi funksiyaların köməyi ilə ifadə olunur və onlar müəyyən diskret ölçüyə görə ortoqonallıq şərtini ödəyir. Həmçinin Şarlye və Lager çoxhədlilərini bir-biri ilə bağlayan ifadə yaxşı məlumdur. Lager çoxhədliləri üçün müəyyən kəsilməz ölçüyə görə ortoqonallığın mövcudluğunu nəzərə alaraq, x>m+n diskret dəyişənli Şarle çoxhədliləri üçün kəsilməz ölçüyə malik yeni ortoqonalləq şərti təklif edilmişdir. Pohammer simvolu və Gamma funksiyasının məlum xassələrindən istifadə etməklə bu ortoqonallıq münasibətinin doğruluğu isbat edilmişdir.

SUMMARY

ORTHOGONALITY RELATION FOR THE CHARLIER POLYNOMIALS WITH RESPECT TO THE CONTINUOUS MEASURE

Guliyeva G.H., Abdulova I.N., Malikova Y.G.

Keywords*: Charlier polynomials; orthogonality relation; hypergeometric functions.*

It is known that Charlier polynomials are defined in terms of ${}_2F_0$ hypergeometric functions and theysatisfy orthogonality relation with respect to a certain discrete measure. There is also well-known interrelationbetween the Charlier and the Laguerre polynomials. Taking into account that the orthogonality with respect to acertain continuous measure for the Laguerre polynomials already exists, then, new orthogonality relation for the Charlier polynomials of the discrete variable x>m+n is proposed with respect to the continuous measure. Thecorrectness of this orthogonality relation is proved by using known properties of the Pochhammer symbol and Gamma function. Some brief discussions regarding proposed new orthogonality relation for the Charlier polynomialsare provided, too.

In_2Se_3 BİRLƏŞMƏSİNİN SƏTHİNİN MORFOLOGİYASININ TƏDQİQİ

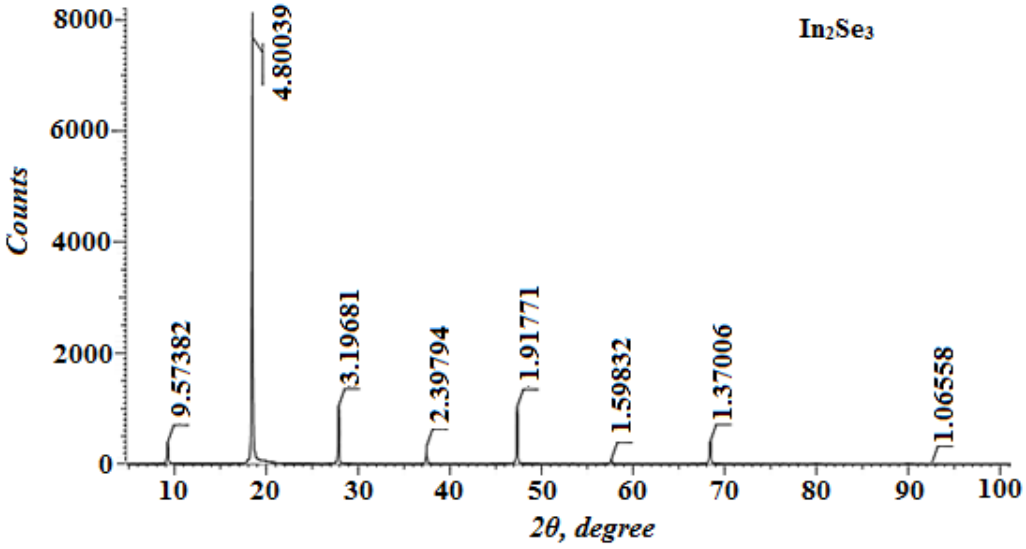
Talıflı A. F.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
talibli_aysel@mail.ru

***Açar sözlər**: mikrorelyef, kristallik qəfəs, atom qüvvə mikroskopu, keçiricilik, kristallik quruluş*

Təqdim olunan işdə In_2Se_3 birləşməsinin sintezi aparılmış, monokristalı yetişdirilmiş, rentgenofaza analiz üsulu ilə qəfəs parametrləri təyin edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, bu birləşmə heksaqonal sinqoniyada kristallaşır və a=4.025 Å, c=28.762 Å, $\alpha=\beta=90^0$, $\gamma=120^0$, fəza qəfəsi R-3m, qəfəsdəki atomların sayı Z=3qəfəs parametrlərinə malikdir. Atom qüvvə mikroskopu ilə In_2Se_3 birləşməsinin səthinin mikrorelyefinin 2D və 3D miqyaslarında, nümunənin müxtəlif hissələrində alınmış profiloqrammaları, habelə histoqrammaları tədqiq edilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, birləşmənin səthi yüksək hamarlığa malikdir.

Məlum olduğu kimi arzu olunan fiziki xassələrə malik yeni yarımkeçirici materialların aşkar olunmasının elmi əsaslarından ən vacibi rentgenoqrafik analiz hesab olunur. Bu analiz üsulu ilə bərk cisimlərin fiziki xassələr kompleksi, onların kimyəvi tərkibi və onları təşkil edən atomların fəzada yerləşmə vəziyyətləri müəyyən olunur [1-3]. Maddələr arasında elektron qarşılıqlı təsiri onları təşkil edən elementlərin halı ilə müəyyən olunsa da, bu yalnız, bu və ya digər konkret kristallik quruluş çərçivəsində aydın təsəvvür oluna bilər. Beəliklə, yarımkeçiricilərin fizika və kimyasının konkret məsələləri, yarımkeçiricilərin fiziki xüsusiyyətlərinin onların kimyəvi tərkibi, kristallik quruluşu və kimyəvi rabitənin təbiəti ilə müəyyən olunur. Lakin adətən yeni alınmış yarımkeçiricilərin öyrənilməsi əsasən birtərəfli aparılır və çox zaman yalnız fiziki xüsusiyyətlərinin tədqiq edilməsi ilə məhdudlaşır, kristallik qəfəsin quruluşunun tədqiqinə isə lazımi diqqət yetirilmir.

Mürəkkəb yarımkeçirici maddələrin rentegnoqrafik tədqiqi hər hansı yeni bir faza kimi fərdi maraqdan əlavə onların xassələrinin izah edilməsinin də elmi əsasını təşkil edir. Məhz bu səbəbdən də rentgenoqrafik tədqiqatlarda məqsəd yeni kristalların mövcudluğunu sübut etməkdən ibarətdir.



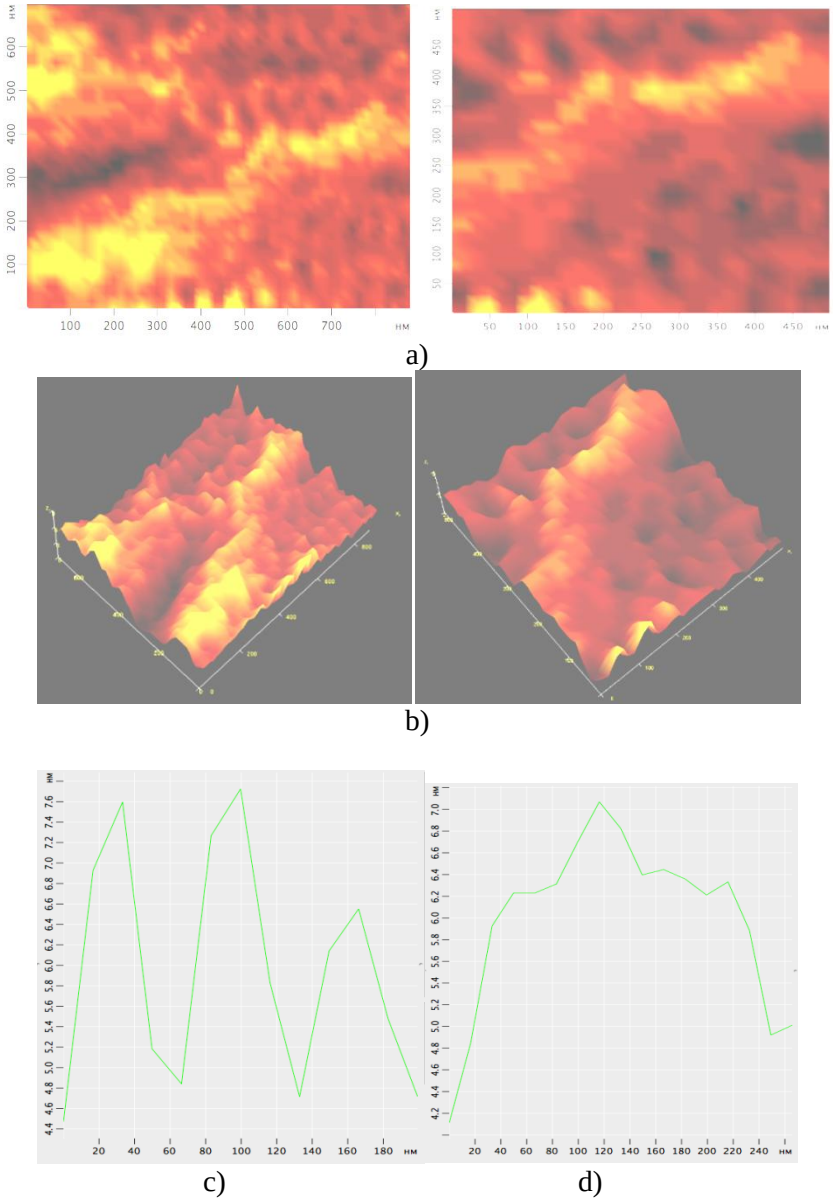
Şəkil 1. In_2Se_3 birləşməsinin rentgenoqrafiyası

Digər tərəfdən, həm elementar maddələrin, həm də mürəkkəb birləşmələrin keçiriciliyinin lazımı səviyyədə izah edilməsi üçün kristallik qəfəslərdə təsir edən qüvvələrin təbiəti barədə konkret anlayışlara malik olunmalıdır. Bununla əlaqədar olaraq struktur analizlərə əsaslanan kristallokimya məsələlərinin həlli çox vacibdir. Bərk cisimlərdə, o cümlədən yarımkeçiricilərdə yaxına təsirin rolunun aşkar edilməsindən sonra kristallokimyanın eksperimental bazasını yaradan struktur tədqiqatların əhəmiyyəti danılmazdır.

Məlum olduğu kimi bərk cisimlərin fiziki xassələr kompleksi onların kimyəvi tərkibindən və atomların fəzada yerləşməsindən asılı olur. Atomlararasında elektron qarşılıqlı təsiri maddəni təşkil edən atomların vəziyyəti ilə müəyyən olunmalarında onlar müəyyən konkret kristallik quruluş çərçivəsində aydın təsəvvür edilir. Digər tərəfdən maddələrin səth quruluşlarının tədqiqi də müasir nanotexnologiyanın əsas problemlərindən hesab edilir. Beləliklə, fizikanın yarımkeçiricilər kimyasının hər hansı konkret probleminin

həll edilməsi eyni zamanda yarımkeçiricilərin kimyəvi tərkibi ilə fiziki xassələri arasında əlaqənin dəqiqləşməsində kristallik quruluşdan və rabitənin təbiətindən asılı olur. Qeyd olunanları nəzərə alaraq təqdim olunan işdə In_2Se_3 birləşməsinin rentgenofaza analizi aparılmış və müxtəlif vəziyyətlərdə səth quruluşlarının mikrorelyefləri tədqiqi edilmişdir.

In_2Se_3 birləşməsinin atom qüvvə mikroskopu vasitəsilə 2D və 3D miqyaslarında səthlərinin mikrorelyeflərinin tədqiqinin nəticələri şəkil 2 - də verilmişdir.



Şəkil 2. In_2Se_3 birləşməsinin atom qüvvə mikroskopu vasitəsilə 2D (a) və 3D (b) miqyaslarında səthlərinin mikrorelyefləri, profiloqrammaları (c) və histoqrammaları (d)

Ədəbiyyat

1. Popovic S., Tonejc A., Grzeta-Plenkovic B., Celustka and B., Trojko R. Revised and new crystal data for indium selenidesJ. Appl. Cryst. (1979), 12, 416-420

2. Боднарь И.В., Ильчук Г.А., Петрусь Р.Ю., Рудь В.Ю., Рудь Ю.В., Сергинов М. Электрические свойства монокристаллов In_2Se_3 и фоточувствительность барьеров Шоттки Al/ In_2Se_3Физика и техника полупроводников, 2009, том 43, вып. 9 с. 1179-1182

3. Kuepers M., Philipp M. Konze, Meledin A., Mayer J. Controlled Crystal Growth of Indium Selenide, In_2Se_3, and the Crystal Structures of α-In_2Se_3 Inorganic Chemistry 57(18), 2018 11775−11781

РЕЗЮМЕ
ИЗУЧЕНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ In_2Se_3
Талыфлы А.Ф.

***Ключевые слова**: микрорельеф, кристаллическая решетка, атомно-силовой микроскоп, электропроводность, кристаллическая структура*

В предъявленной работе изложены результаты рентгенографического анализа соединения In_2Se_3 и выявлено, что данная фаза кристаллизуется в гексагональной сингонии и имеет параметры решетки a=4.025 Ǻ, c=28.762 Ǻ, α=β=900, γ=1200, пространственная группа R-3m, число формульных единиц Z=3. Изложены результаты исследования микрорельефа поверхности в 2D и3D масштабах, гистограммы и профилограммы данной фазы, полученные атомно–силовым микроскопом.

SUMMARY
STUDY OF SURFACE MORPHOLOGY OF In_2Se_3 COMPOUND
Talıflı A. F.

***Key words**: microrelief, crystal lattice, atomic force microscope, conductivity, crystal structure*

The presented work presents the results of X-ray analysis of the In_2Se_3 compound and revealed that this phase crystallizes in hexagonal syngony and has lattice parameters a = 4.025, c = 28.762, α= β = 900, γ = 1200, space group R-3m, number formula units Z = 3. The results of the study of the surface microrelief in 2D and 3D scales, histograms and profilograms of this phase obtained by an atomic force microscope are presented.

ЭФФЕКТ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ В СПЛАВАХ СИСТЕМЫ $TlInTe_2$ – $TlLnTe_2$

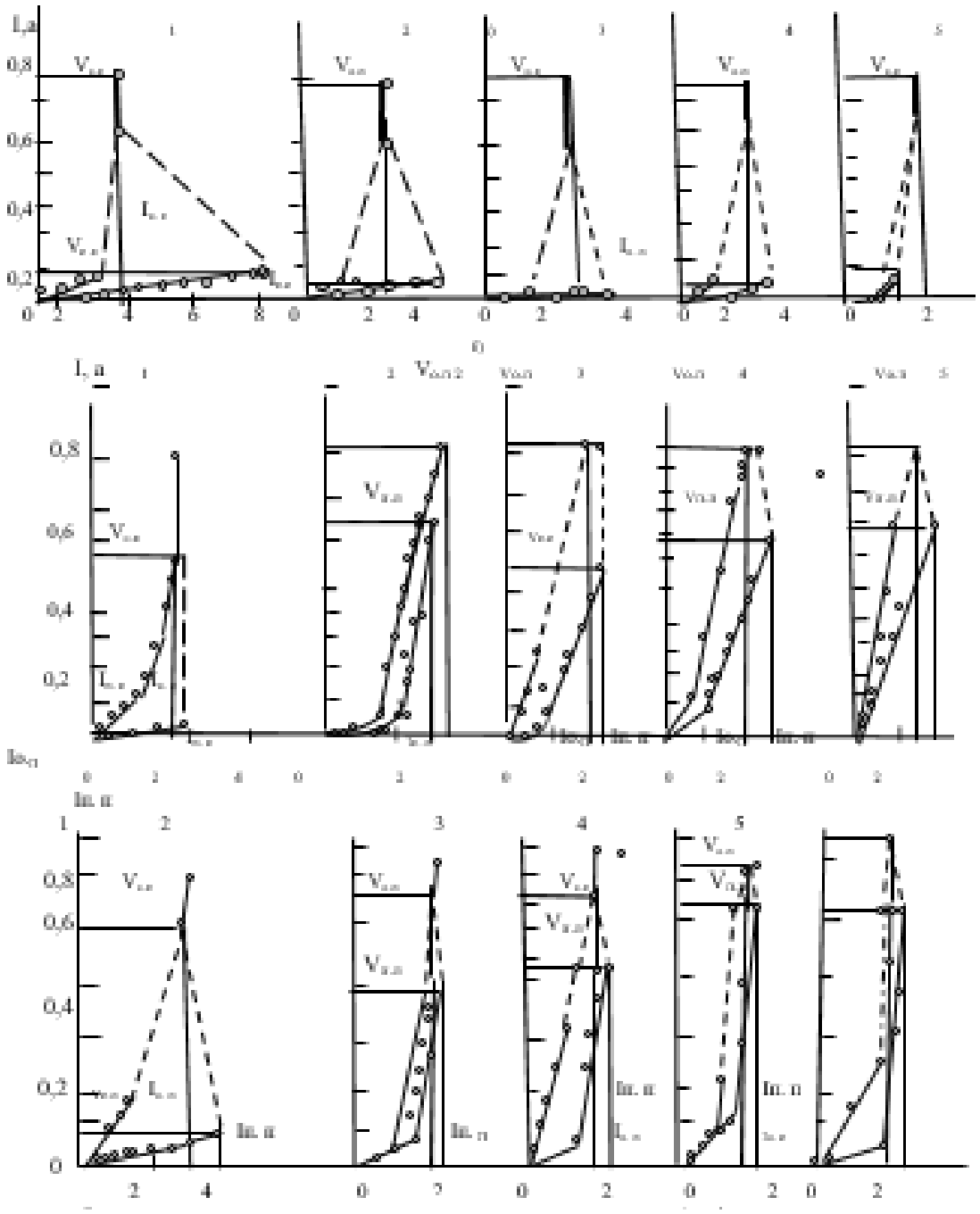
[1]Янушкевич К.И., [2]Зарбалиев М.М., [2]Сардарова Н.С., [2]Кулиева К.А., [2]Исмаилов М. Г., [2]Халилова Р.Д.
[1]Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению
[2]Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
kazimir@ifttp.bas-net.by, zarbalievmm51@mail.ru

***Ключевые слова**: рентгенографические свойства, тетраэдр, пороговое напряжение, редкоземельные элементы , монокристалл, эффект переключения*

На основе исследования вольт-амперных характеристик сплавов TlInxLn1-xTe2 (0≤x≤1) показано, что все они обладают переключающими свойствами. Значение Vп.п не зависит от плотности тока, а пороговое напряжение не зависит от способа изготовления контактов и полярности включения.

В последнее время появилось значительное число работ, посвященных эффекту переключения в аморфных и кристаллических полупроводниках [1-5]. Согласно этим работам, средние характеристики аморфных переключателей таковы: пороговое поле $E_п$ - 10^5 в/см, время переключения $\tau \sim 10^{-6} - 10^{-10}$ сек, оптимальные толщины пленок $\sim 0{,}1 - 5$мкм, число переключений со стабильными параметрами $\sim 10^4 - 10^{12}$. Особое место занимают переключатели на основе «тетраэдрических» стеклообразных полупроводников. Эти переключатели обладают следующими преимуществами: работают независимо от полярности напряжения, дешевы, допускают возможность микроминиатюрного плёночного исполнения, оказываются не чувствительными к радиационному облучению [4]. Их недостаток – ограниченное число переключений – является общей проблемой такого рода устройств и временным препятствием для массового применения их в технике.

Особый интерес вызывает эффект переключения с памятью. Такой эффект наблюдали в стеклах $CdGe(As_xP_{i-x})_2$ и $ZnGeAs_2$ [3,5]. Он наступает при определенных значениях времени и амплитуды проходящего через элемент тока в открытом состоянии, а его механизм связан с обратимым фазовым переходом стекло→кристалл в токовом канале [4,5]. Поэтому с целью обеспечения высокой надежности работы элементов памяти рекомендуется обеспечить такой режим эксплуатации, когда реализуется более простой переход стекло→кристалл. Ячейки памяти, как показано в [2,3], позволяют поднять рабочую температуру и обеспечить проведение фотолитографии. Объектами исследования настоящей работы были сплавы системы $TlInTe_2$ - $TlLnTe_2$, где Ln-лантаноиды цериевой подгруппы



Вольт-амперные характеристики сплавов:
$TlIn_{0,9}Ln_{0,1}Te_2$(1), $TlIn_{0,7}Ln_{0,3}Te_2$(2), $TlIn_{0,5}Ln_{0,5}Te_2$(3),$lIn_{0,3}Ln_{0,7}Te_2$(4), $TlIn_{0,1}Ln_{0,9}Te_2$(5), Ln-Nd (а), Ce (б), Eu(в)

.

Методы получения этих сплавов подробно изложены в [1-5], физико – химические и рентгенографические свойства – в [3]. Сплавы получали из элементов прямым синтезом в эвакуированных до 10^{-4}мм рт. ст. кварцевых ампулах. Для синтеза были использованы Tl, In,Te ос.ч. и Ln чистотой 99,9% (содержание других р.з.м. ~ 0,08% , Fe ~0,001%, Ca ~ 0,004% , Cu ~ 0,01%). При синтезе сплавов типа $TlInX_2$ - $TlLnX_2$ печь, загруженную ампулами с исходными элементами, постепенно нагревали до 1300° С, в зависимости от состава выдерживали при этой температуре 5-7 ч, после чего со скоростью 10-15 град/ч охлаждали до комнатной температуры. В процессе синтеза обнаружено, что по мере увеличения количества редкоземельных элементов в сплавах следует повысить температуру их выдержки.

Исследования были проведены на монокристаллических образцах, полученных методами зонной плавки, и на тонких пленках. В результате получены материалы с концентрациями электронов $1{,}48 \cdot 10^{15}$ -$1{,}95 \cdot 10^{18}$ см$^{-3}$ и низкими значениями подвижности.

Вольт-амперные характеристики, снятые в статическом режиме, приведены на рисунке. Напряжение, которое устанавливается после переключения $V_{п.п}$, не зависит от плотности тока. Пороговое напряжение переключения также не зависело от способа изготовления контактов (контактами служили Cu или Fe) и от полярности включения. Площадь контактов составляла ~ 10^{-3} $см^2$. В процессе работы исследовали значительное число образцов, в результате чего оказалось, что все образцы обладают переключающими свойствами.

Параметры вольт-амперных характеристик сплавов изменяются в следующих интервалах: ток прямого перехода $I_{п.п}$ = *(0,02 - 0,65) а,* ток обратного перехода $I_{о.п}$=*(0,5 - 0,82) а,* напряжение прямого перехода $V_{п.п}$=(1,6 - 8) *в,* напряжение обратного перехода $V_{о.п}$= *(1.5-3) в.* С изменением состава сплавов $TlIn_xLn_{1-x}Te_2$ можно управлять параметрами переключения. В частности, по мере замещения атомов In атомами Ln происходит закономерное снижение $V_{п.п}$ и ухудшаются переключающие свойства исследуемых фаз.

Несмотря на нарушения состава в исследуемых фазах, наблюдавшиеся при создании термически напыленных слоев, процесс переключения происходит с теми же закономерностями, что и в монолитных образцах, а возможность создавать пленки с малыми толщинами позволяет снизить величины $V_{п.п}$.

Важным фактором является также то, что в исследуемых сплавах проводящее состояние может существовать длительное время, для стирания которого требуется короткий импульс сильного тока, т.е. исследуемые сплавы являются переключателями с памятью. Вид вольт-амперных характеристик и значения характерных параметров, в частности токов и напряжений прямого и обратного перехода, не завистях от числа повторений эксперимента.

В исследованных образцах проявились зависимости, характерные для участия в переключении теплового механизма. Это связано с ухудшением условий теплоотдачи в толстых образцах, что и обеспечивает развитие теплового переключения.

Переход образца из высокоомного состояния в низкоомное, как известно, возникает при тепловом пробое в результате резкого возрастания концентрации свободных носителей в зоне проводимости из- за сильного разогрева полупроводника протекающим током. По- видимому, именно этот эффект приводит к появлению отрицательного сопротивления в исследованных образцах, потому что фазовые переходы, являющиеся также причиной отрицательного сопротивления, исследуемых образцах отсутствуют.

Наблюдаемые сходства характеристик переключения различных образцов объясняется изоструктурностью всех исследуемых фаз.

Литература

1. Зарбалиев М.М. Твердые растворы $TlIn_{1-x}Yb_xS_2$. РАН, Неорганические материалы.2000.т.36.№5.с. 619-623
2. Зарбалиев М.М., Годжаев Э.М., Алиев Ф.Ф. Полупроводниковые халькоиндианаты таллия и сплавы на их основе с редкоземельными элементами. Материалы межд. науч. конф. Актуальные вопросы прикладной физики и энергетики. Сумгаит.2018.с.22-27.
3. Зейналов Г. И., Зарбалиев М.М., Сардарова.Н.С. Электрофизические свойства сплавов системы $TlInS_2$- $TlDyS_2$. РАН, Неорганические материалы.1999.т.35.№8.с. 913-916.
4. Зарбалиев М.М., Сардарова.Н.С. Исмаилов М.Г., Янушкевич К.И. Электрофизические свойства твердых растворов системы $TlInS_2 - TlYbS_2$. Перспективные материалы и технологии. НАН Беларусии. Материалы международного симпозиума. Минск. 2021.с.259-261
5. Zarbaliev M,M., Agayeva U.M. $TlIn_{1-x}YbxTe_2$ (0≤X≤0,10) solid solutions termoelectric properties. Journal of Baku engineerinq university-physics, 2020, V.4.N.1

XÜLASƏ

$TlInTe_2$ – $TlLnTE_2$ SİSTEMİNİN ƏRİNTİLƏRİNDƏ KEÇİRİCİ EFFEKTİ

Yanuşkeviç K.İ., Zərbəliyev M.M, Sərdarova N.S., Quliyeva K.Ə., İsmayılov M.Q., Xəlilova R. C.

Açar sözlər: *rentgenoqrafik xassələr, tetraedr, nadir torpaq elementləri, monokristal, keçid effekti*

TlInxLn1-xTe2 (0≤x≤1) ərintilərinin volt-amper xarakteristikasnın tədqiqi əsasında onların hamısının kommutasiya xassələrinə malik olduğu göstərilmişdir. Vp.p-I gərginliyinin qiyməti cərəyan sıxlığından asılı olmadıgı halda astana gərginliyinin qiyməti kontaktların hazırlanma texnologiyasından və onun mənbəyə qoşulma polyarizasiyasından asılı deyil.

SUMMARY
SWITCHING EFFECT IN ALLOYS OF THE $TlInTe_2$ – $TlLnTe_2$ SYSTEM
Yanushkevich K.I., Zarbaliyev M.M., Sardarova N.S., Guliyeva K.A., Ismayilov M. G., Khalilova R. J.

***Keywords**: rentgengraphic properties, tetrahedron, threshold voltage, rare earth elements, single crystal, switching effect*

Based on the study of the current-voltage characteristics of TlInxLn1-xTe2 ($0 \le x \le 1$) alloys, it is shown that all of them have switching properties. The value of Vp.p does not depend on the current density, and the threshold voltage does not depend on the way the contacts are made and the polarity of the inclusion.

$TlSe_{1-x}S_x$ (x=0,2) BƏRK MƏHLUL KRİSTALININ AC–KEÇİRİCİLİYİ

[1]Əliyeva N.Ə., [1]Məmmədov R.A., [2]Orucova A.A.
[1]*AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu,Bakı, Azərbaycan*
[2]*Mingəçevir Dövlət Universiteti, Minqəçevir, Azərbaycan*
ramil.m.azadoglu@gmail.com

***Açar sözlər**: ac- keçiriciliyi, yükdayışıyıcı, superion keçiricilik, elektrikkeçiricilik*

$TlSe_{1-x}S_x$ (x=0,2) bərk məhlulunda $25 \div 10^6$ Hs tezlik intervalında yükdaşıma prosesləri impedans spektroskopiya metodu ilə tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, aşağı temperaturlarda 10^5 Hs tezlik intervalında elektrikkeçiriciliyi $\sigma_{ac}(f)$ qanununa tabe olur. Tezliyin sonrakı artması ilə elektrikkeciriciliyinin tezlikdən asılılığnda tərkibdən asılı olaraq keçiriciliyin əhəmiyyətli dərəcədə artdığını göstərir. Göstərilmişdir ki, tədqiq olunan bərk məhlullarda keçiriciliyinin bu davranışı ion komponentinin artması ilə bağlıdır.

$TlSe_{0,8}S_{0,2}$ bərk məhlul kristalının əmələ gəldiyi TlS və TlSe monokristalları A^3B^6 tip yarımkeçirici birləşmələr sinifinə aid olub zəncirvari (tetraqonal) modifikasiyada kristallaşır [1-4]. TlS monokristalı TlSe-ilə izostrukturdur və tetraqonal simetriyada kristallaşır. TlSe üçün qəfəs parametrləri $a = b = 8{,}020$ Å, $c = 6{,}7910$ Å, $Z = 4$, TlS kristalı üçün isə a=b=7,785 Å, c=6,802 Å, Z=8. [2,4]. $TlSe_{1-x}S_x$ (x=0.2) bərk məhlul nümunəsinin elektrikkeçiriciliyi $25 \div 10^6$ Hs tezlik intervalında impedans spektroskopiyası metodu ilə tədqiq edilmişdir. Elektrikkeçiriciliyinin tədqiqatları E7-25 rəqəmsal immitas ölçü cihazında aparılmışdır, ölçmənin dəqiqliyi 0,1 % -dir.

$TlSe_{0,8}S_{0,2}$ kristalının T = 300, 350 və 400 K temperaturlarda keçiriciliyin tezlikdən asılılıqları tədqiq edilmişdir. $TlSe_{0,8}S_{0,2}$ nümunəsinin təcrübi nəticələrdən alınmış σ(lgv) əyriləri iki hissəyə bölmək olar: aşağı temperaturda (300 və 350 K) və aşağı tezliklər $\nu < 10^3$ Hz. Bu zaman keçiriciliyin tezlik asılılığında zəif artma müşahidə edilir. $\nu > 10^5$ Hz -dən yuxarı tezliklərdə isə əhəmiyyətli dərəcədə dispersiya müşahidə olunur.

Məlumdur ki, A^3B^6 və $A^3B^3C^6_2$ qrup kristallarda keçiricilik Fermi səviyyəsi yaxınlığında lokallaşmış halların, fononların iştirakı ilə və dəyişən uzunluqlu sıçrayışın köməyi ilə otürülür [4]. T=300K-də $TlSe_{0,8}S_{0,2}$ bərk məhlul nümunəsinin elektrikkeçiriciliyinin tezlikdən asılılığında zəif dispersiya müşahidə olunur. $\sigma_{ac}(f)$ asılılığının xarakterik xüsusiyyətindən görünür ki, $f \sim 10^5$ Hs olduqda, bu asılılıq $\sigma_{ac} \sim f^{0.8}$ qanununa tabedir. Bu cür asılılıq isə Fermi səviyyəsi yaxınlığında lokallaşmış halların keçirilməsi ilə əlaqədardır.

$TlSe_{0,8}S_{0,2}$ kristalının yüksək temperaturlarda (350 K, 400 K temperaturlarda) elektrikkeciriciliyinin tezlikdən asılılığnda tərkibdən aslı olaraq keçiriciliyin və dispersiyanın əhəmiyyətli dərəcədə artdığını göstərir. Tədqiq etdiyimiz bərk məhlul kristalında keçiriciliyinin bu davranışı ion komponentinin artması ilə bağlıdır ki, bu da 400 K temperaturda kristalda superion hala faza keçidi ilə əlaqədardır. $TlSe_{0,8}S_{0,2}$ kristalında müşahidə olunan bu dəyişmə quruluşda Tl^+ alt qəfəsinin nizamsızlaşması ilə (alt qəfəsin əriməsi) müşaiyyət olunan faza keçidi nəticəsində baş verir.

Ədəbiyyat

1. Hahn H., Kleingler W. Rontgenographische beitrage zu den systemen Thallium- Selen andThallium -Tellur. Zeitseh. Anorg chem., 260 (1949), 110-119.
2. Nakamura K., Kasida S. X-ray Stady of the Room Temperature structure in monoclinic TlS. J.of the Phys Soc. Japan, 62 ,(1993), 3135-3141.
3. Kashida S., Nakamura K., Katayama S. Ferroelectric phase transition in monoclinic TlS. SolidSt. Commun., 82 (1992), 127-130.
4. Kasida S., Nakamura K. An X-Ray Study of the Polimorphism in Thallium Monosulfide:

Thestructure of Two Tetraqonal Forms. J. Solid State Chemistry., 110, (1994), 264-269.

РЕЗЮМЕ
АС ПРОВОДИМОСТЬ ТВЕРДОГО РАСТВОРА КРИСТАЛЛА $TlSe_{1-x}S_x$ (x=0,2)
Алиева Н.А., Мамедов Р.А., Оруджова А.А.

***Ключевые слова**: АС - проводимость, носители заряда, суперионная проводимость, электрическая проводимость*

Методом импедансной спектроскопии исследованы процессы переноса заряда в твердом растворе $TlSe_{1-x}S_x$ (x=0,2) в интервале частот $25\div10^6$ Гц. Установлено, что при низких температурах электропроводность в интервале частот 10^5 Гц подчиняется закону $\sigma_{ac}(f)$. При дальнейшем повышении частоты частотная зависимость электропроводности показывает, что электропроводность существенно возрастает в зависимости от состава. Показано, что такое поведение проводимости в исследованных твердых растворах связано с увеличением ионной составляющей.

SUMMARY
AC CONDUCTIVITY OF $TLSE_{1-X}S_X$ (X= 0.2) SOLID SOLUTION'S CRYSTALS
Aliyeva N.A., Mammadov R.A., Orujova A.A.

***Keywords:** AC- conductivity, carries, superionic conductivity, electrical conductivity*

Charge transport processes in the $TlSe_{1-x}S_x$ (x=0.2) solid solution in the frequency interval of $25\div10^6$ Hs were studied by the impedance spectroscopy method. It was determined that at low temperatures, the electrical conductivity in the frequency interval of 10^5 Hs obeys the law of $\sigma_{ac}(f)$. With the further increase of the frequency, the frequency dependence of the electrical conductivity shows that the conductivity increases significantly depending on the composition. It was shown that this behavior of the conductivity in the studied solid solutions is related to the increase of the ionic component.

POLİMER SİSTEMLƏRDƏ SƏTH HADİSƏLƏRİNİN AVTOMATLAŞDIRILMIŞ NƏZARƏT VASİTƏSİLƏ TƏDQİQİ

[1]Həşimov A.M., [2]Süleymanova L.Ç., [1]Tağiyeva Z.A., [1]Hüseynova S.A., [1]Əhədova S.S., [1]Haciyeva V.M., [1]Qurbanov K.B.
[1]H.M.Abdullayev adına Fizika İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
[2]Mingəçevir Dövlət Universiteti, Mingəçevir, Azərbaycan
tzenfira@mail.ru , SuleymanovaL.C.@mail.ru

***Açar sözlər**: polimer, elektrik qazboşalması, polietilen, poliamid 6.6., polivinilidenftorid, polietilentereftalat.*

Təqdim olunan məqalədə yüksək gərginlikli elektrik qazboşalmasının təsirlərinə məruz qalan xətti polimer sistemlərin səthindən makromolekulların atom və molekullarının emissiya prosesi kütlə spektrometri vastəsilə tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, polimer materiallardan polietilen polivinilidenftorid (PVDF), poliamid 6.6, polietilentereftalat (PETF) materiallarından emissiya prosesinin temperaturdan asılı olaraq güclənməsi qeydə alınmışdır.

Xətti polimer sistemləri amorf-kristallik struktura malik olaraq, ölçüləri 50-1000Å olan böyük təkrarlanma periodu ilə xarakterizə olunurlar. Polimer materiallar xarici təsirlərə, o cümlədən elektrik qazboşalmalarının, temperaturun, mexaniki təsirlərə və digər hallarda məruz qaldıqda, onların kimyəvi və fiziki qurluşlarında bir sıra dəyişikliklər müşahidə olunur ki, bu vəziyyətdə materialların elektrofiziki və mexaniki xassələrinə də təsirini göstərir [1-5].

Elektrik qazboşalmalarının təsirlərinə məruz qalan polimer materiallarda, qazboşalmasının növündən və parametrlərindən asılı olaraq aşağıdakı fiziki-kimyəvi proseslər müşahidə olunur;

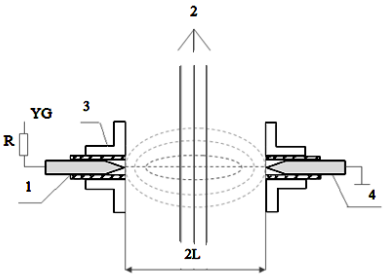
- Qazboşalmalarının təsiri nəticəsində polimer materiallarda elektrik yüklü vəziyyətlər müşahidə olunur;
- Polimerdə, elektrik parametrlərinin müəyyən təsir gücündə destruksiya prosesi, digər parametrlərdə isə materialda şəbəkə strukturunun əmələ gəlməsi müşahidə olunur;
- Materiallarda sərbəst radikalların əmələ gəlməsi prosesi baş verir;
- Materiallarda faza keçidi reallaşır;
- Polimerdə lokal qızma halları mövcud olur;
- Materialların səthində yeni qrup elementlər əmələ gəlir;
- Materiallarda rekristalizasiya prosesi reallaşır;
- Polimerlərin səthindən atom və molekulların emissiyası baş verir;

- Təsir gücünün yüksək qiymətlərində polimerin köhnəlməsi prosesi intensivləşir və sonda polimer dielektrik xassələrini itirərək deşilmə prosesinə məruz qalır.

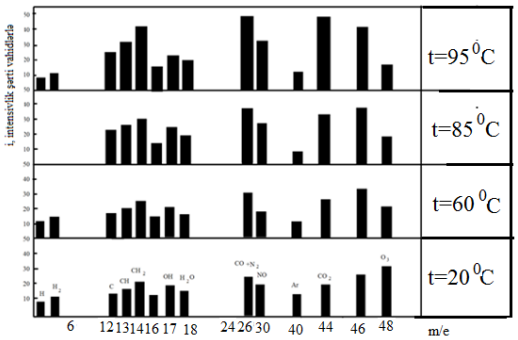
Yuxarıda qeyd olunan proseslərin hər biri ayrı – ayrılıqda təsir edərək, polimerin mühüm xassələrinin dəyişməsinə səəbəb olur. Bu baxımdan polimer materiallara bu və ya digər xassələrin aşılanmasını (verilməsini) əldə etmək üçün elektrik qazboşalmalarının təsirlərindən məqsədyönlü istifadə etmək perspektiv üsul hesab olunur. Qazboşalmalarının təsirləri nəticəsində materiallarda müşahidə olunan dəyişikliklərlə materialların xassələri arasında olan əlaqələrin öyrənilməsi mühüm elmi – praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Qeyd olunan istiqamətdə aparılan işlərin mürəkkəbliyi, bütün halları əhatə edən vahid nəticəni əldə etməyi çətinləşdirdiyi səbəbindən, ayrı – ayrı halların tədqiqi düzgün istiqamət hesab olunur. Təcrübələrdə çətinlik törədən amil ondan ibarətdir ki, polimerin hər hansı xassələrinin müəyyən bir təsir amilindən asılılığını tədqiq etdikdə digər amillərin də eyni zamanda təsirlərini tam olaraq kənarlaşdırmaq mümkün olmur. Təcrübələrdə dəqiqliyi təmin etmək üçün, yardımçı təcrübələr və təcrübələrin dəfələrlə təkrarlanması yerinə yetirilmişdir.

Təcrübələri yerinə yetirmək üçün yüksək gərginlikli elektrik sxemindən istifadə edilmişdir. Materialların modifikasiya prosesinin intensivliyini yüksəltmək məqsədilə məşəl qazboşalmasının "qarşılıqlı sxemindən" istifadə edilmişdir. Polimer nümunəsinin qızdırılması, tənzimlənən, üç tərəfdən verilən isti hava kütləsi vastəsilə yerinə yetirilmişdir. Şəkil 1 – də məşəl qazboşalmasının "qarşılıqlı sxemi" təqdim edilmişdir.

Təcrübələrdə 140 atmosfer təzyiqində emal olunmuş, otaq temperaturunda kristallaşmış polimer nümunələrindən istifadə edilmişdir.

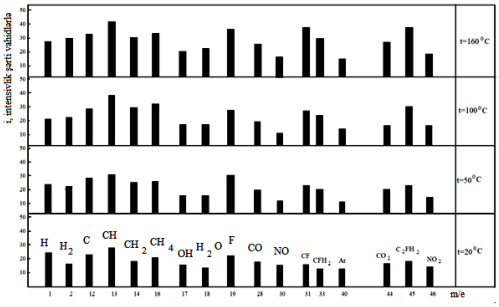


Şəkil 1. Məşəl qazboşalmasının "qarşılıqlı sxemi" [47. c.291]
1 – dielektrik örtük; 2 – polimer nümunəsi; YG – yüksək gərginlik; R – tormozlayıcı müqavimət.



Şəkil 2. PE materialından emissiya prosesinin temperaturundan asılılığının kütlə spektroqrammasının diaqramı.

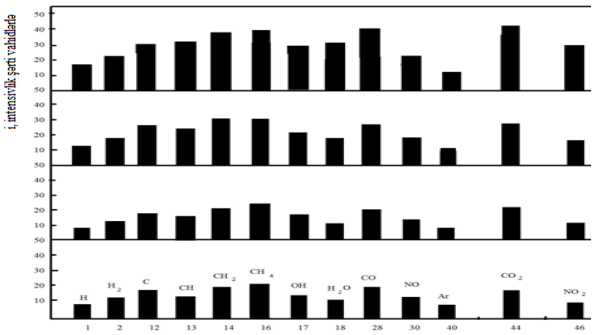
Şəkil 2 – də polietilen (PE) nümunələrindən, qazboşalmasının təsiri nəticəsində baş verən emissiya prosesini əks etdirən kütlə - spektroqramasının diaqramı təqdim olunmuşdur.
Qazboşalması atmosfer havası mühütində və atmosfer təzyiqində yerinə yetirilmişdir.Təcrübələrin növbəti mərhələsindən məşəl qazboşalmasının təsirlərinə məruz qalan polivinilidenftirid (PVDF) materialının səthindən reallaşan emissiya prosesi tədqiq edilmişdir. Şəkil 3 – də PVDF nümunələrindən baş verən emissiya prosesinin kütlə - spektroqramasının diaqramı verilmişdir.



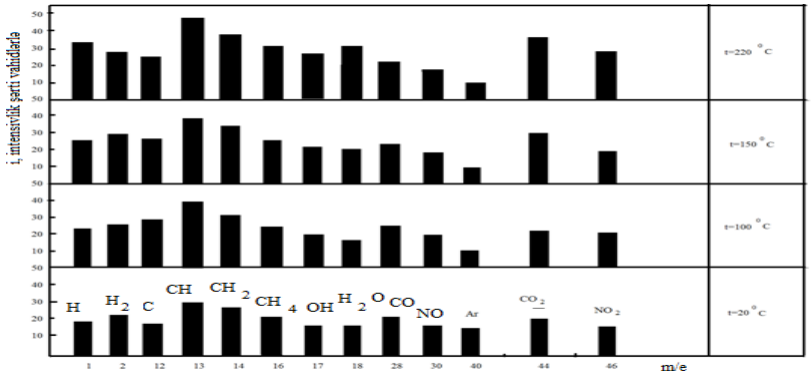
Şəkil 3. PVDF materialından emissiya prosesinin temperaturdan asılılığının kütlə spektroqramasının diaqramı.

Məşəl qazboşalmasının materiala təsir müddəti 30 dəqiqə təşkil etmişdir. Spektoqramadan görünür ki, qazboşalması aralığında, materialı təşkil edən C, H, F atom və molekullarından başqa, atmosfer havasının təşkil edən N və O atom və molekullarının ionları və onların kimyəvi birləşmələri də müşahidə olunmuşdur. Qazboşalmasının polimer materiala təsiri müddətində, eyni zamanda qazboşalması aralığında mövcud olan atmosfer havasına da təsir edərək, bir sıra qaz reaksiyalarının baş verməsində katalizator əhəmiyyəti kəsb etmişdir və nəticədə spektrdə qeydə alınan birləşmələr özünə yer almışdır.

Şəkil 4 – də Poliamid 6.6 və şəkil 5 – də Polietilenteraftalat materiallarından emissiya proseslərinin temperaturdan asılılıqlarının kütlə spektroqramalarının diaqramları verilmişdir.



Şəkil 4. PK 6.6 polimer materialından emissiya prosesinin temperaturdan asılılığının kütlə spektroqramasının diaqramı**.**



Şəkil 5. PETF materiallarından emissiya prosesinin temperaturdan asılılığının kütlə spektroqramasının diaqramı.

Təqdim olunan kütlə spektoqramalarının analizindən məlum olur ki, məşəl qazboşalmasının təsirləri materialların yüksək temperatur hallarında (temperaur artdıqca) materialın səthindən emissiya prosesi daha intensiv müşahidə olunmuşdur. Materialın ərimə temperaturuna yaxın temperaturlarda emissiya prosesinin intensivliyi daha yüksək qeydə alınmışdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, tədqiq edilən xətli polimer sistemləri amorf – kristallik qurluşa malik, izotrop xassəsi və sferolit struktur elementi ilə xarakterizə olunaraq, polikristallik sistem təşkil edir. Sferolitlər arası məsafələr və sferolitlərin daxilində mərkəzdən yayılan fibrillərdə və fibrillər arası məsafələrdə də amorf

hissələr yerləşir. Polimer material qazboşalmasının təsirlərinə məruz qaldıqda materialın aşağı (20^0C) temperaturunda emissiya prosesi amorf hissələrdən, materialın yuxarı temperaturlarında amorf hissələrdə yanaşı, eyni zamanda kristallik hissələrində emissiya prosesində iştirak etdiyi səbəbindən, yüksək temperaturlarda emissiya prosesinin intensivliyinin artması müşahidə olunmuşdur.

Aparılan tədqiqatların nəticələrindən məlum olmuşdur ki,məşəl şəkilli elektrik qazboçalmalarının təsirlərinə məruz qalan xətli polimer sistemlərin səthindən atom və molekulların emissiya prosesi baş verir və materialın temperaturu artdıqca emissiya prosesinin intensivliyinin yüksəlməsi müşahidə olunmuşdur. Alınan nəticələrin struktur anlayışları vastəsilə izahatları verilmişdir. Tədqiqatda alınan nəticələrə əsaslanaraq qazboşalmalarının təsirləri şəraitində istismar olunan polimer materialların, istismar müddətərinin proqnozlaşdırılmasına imkan verir.

Ədəbiyyat

1. Həşimov, A.M. Ozon qazı mühitində qazboşalmasının təsirinə məruz qalan polimerlərdə destruksiya prosesi / A.M.Həşimov, L.Ç.Süleymanova, K.B.Qurbanov [və b.] // Fizika, - 2017. cild XXIII, №1, sektion: Az, -s.13-15.
2. Həşimov, A.M. SF_6 qaz mühitində elektrik qazboşalmasının təsiri şəraitində polietilentereftalat materialından emissiya prosesləri / A.M.Həşimov, S L.Ç.üleymanova, K.B.Qurbanov // Energetikanın problemləri -2018, №1,-s.6-10.
3. Süleymanova, L.Ç. Elektrik qazboşalmalarının təsirlərinə məruz qalan polimer materialların səthində və həcmində reallaşan proseslərin təhlili // Fizika, - 2019. cild XXV, №3, s.37-42.
4. Драчов, А.И. Воздействие тлеющего низкочастотного разряда на пленки полиэтилентерефталата / А.И.Драчов, А.Б.Гильман, В.М.Пак [и др.] // Химия высоких энергий. -2002. т.36, №2, -с.143-147.
5. Джуварлы, Ч.М. Комбинированная электроразрядная обработка поверхности материалов / Ч.М.Джуварлы, С.К.Балаев, Ю.В.Горин [и др.] // Электронная обработка материалов, - 1987, №1, - с.57-58.

РЕЗЮМЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ЯВЛЕНИЙ В ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМАХ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ
Гашимов А.М., Сулейманова Л.Ч., Тагиева З.А., Гусейнова С.А., Ахадова С.С., Хаджиева В.М., Гурбанов К.В

***Ключевые слова**: полимер, электрический газоразряд, полиэтилен, полиамид 6.6., поливинилиденфторид, полиэтилентерефталат*

В представленной статье с помощью масс-спектрометрии изучен процесс эмиссии атомов и молекул с поверхности линейных полимерных систем, подвергнутых воздействию электрического газового разряда высокого напряжения. Было установлено, что из полимерных материалов, таких как полиэтилен поливинилиденфторид (ПВДФ), полиамид 6.6, полиэтилентерефталат (ПЭТ), зарегистрировано усиление процесса эмиссии в зависимости от температуры.

SUMMARY
INVESTIGATION OF SURFACE PHENOMENA IN POLYMER SYSTEMS USING AUTOMATED CONTROL
Hashimov A.M., Suleymanova L.C., Taghiyeva Z.A., Huseynova S.A., Ahadova S.S., Hajiyeva V.M., Gurbanov K.B.

***Keywords**: polymer, Electric Gas Discharge, polyethylene, polyamide 6.6. polyvinylidenphthoride, polyethylenterephthalate*.

In the present article, the process of emission of atoms and molecules from the surface of linear polymer systems exposed to a high-voltage electric gas discharge is studied using mass spectrometry. It was found that from polymer materials such as polyethylene polyvinylidene fluoride (PVDF), polyamide 6.6, polyethylene terephthalate (PET), an increase in the emission process was registered depending on temperature.

$Sn_{1-x}Tb_xSe$ MONOKRİSTALLARININ TERMOELEKTİK HƏRƏKƏT QÜVVƏSİNƏ γ-ŞÜALARIN TƏSİRİ

Cəfərov T.A., Hüseynov C. İ., Qaraşova G.Ə.
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Bakı, Azərbaycan
tapd75@mail.ru, cahangir.adpu@mail.ru, kafedra.uf@adpu.edu.az

***Açar sözlər**: nadir torpaq elementləri, udulma dozası, elektrikkeçiricilik, Holl əmsalı, yürüklük, istilikkeçiricilik, termoelektrik hərəkət qüvvəsi*

İşdə $Sn_{1-x}Tb_xSe$ sistemdə bərk məhlullar alınmış, onların tərkib-xassə xarakteristikaları öyrənilmiş, termo-e.h.q.-si əmsalının temperatur asılılığı və bu xassələrə kiçik dozalı ionlaşdırıcı şüalarının tətədqiq olunmuşdur. Şüalanma zamanı yaranan akseptor tipli nöqtəvi radiasiya defektlərin konsentrasiyası x=0,05 tərkibli nümunədəkinə nisbətən daha azdır və radiasiyaya qarşı daha davamlıdır.

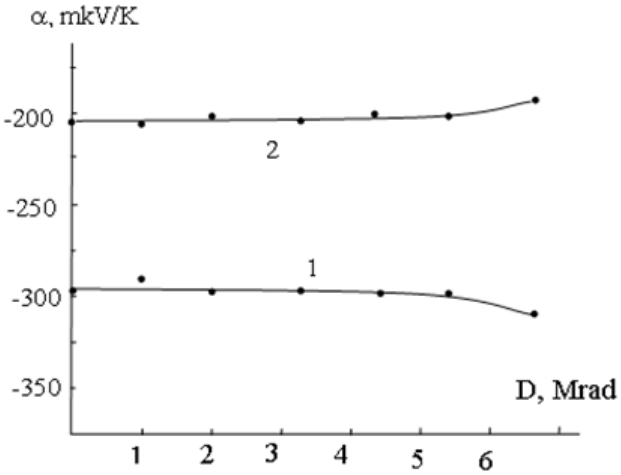
$\boldsymbol{A^{VI}B^{VI}}$ tipli birləşmələrdən olan qurğuşun xalkogenidləri (*PbX*) və nadir torpaq metallarının iştirakı ilə onlar əsasında alınmış bərk məhlullar termoelektrik soyuducuların *p* budağındakı materiallar kimi [4], laylı qruluşa malik olan germanium sulfid (*GeS*) monokristallarından holoqrafiya yazılışlarında, elektrik yaddaş qurğularında, günəş batareyalarının hazırlanmasında istifadə olunur [3]. *SnSe* binar birləşməsi həm termoelektrik, həm də optik xassələrə meyillidir [7]. İon-kovalent kimyəvi rabitəyə malik olub, deformasiya olunmuş *NaCl* tipli quruluşda kristallaşan *SnSe* binar birləşməsinin əsas xüsusiyyətlərindən biri müəyyən dərəcədə defektlərə malik olamsıdır. Hər iki altqəfəsdə vakansiyaların mövcudluğu və onların qaşılıqlı təsirinin antiquruluş defektlərinin əmələ gətirdiyindən məlum olmuşdur. Nadir torpaq metal (NTM) elementlərinin daxil edilməsi qalay monoselenidində defektəmələgəlmənin təbiəti və defektlərin qarşılıqlı təsiri ilə bağlı olan bir sıra fiziki xüsusiyyətlərin yaranmasına səbəb olur [6]. $Sn_{1-x}Tb_xSe$ sistem ərintilərinin bəzi elektrofiziki xassələrinə ionlaşdırıcı şüaların təsiri qismən tədqiq olunsa da, $\gamma-$şüalanmanın termo-e.h.q.-nə təsiri öyrənilməmişdir.

SnSe-TbSe sisteminin hal qiaqramı [1] işlərində ətraflı tədqiq edilmiş, *SnSe – TbSe* sisteminin faza tarazılığının tədqiqi *SnSe* əsasında 3,2 mol %-ə qədər həll olma oblastının mövcud olduğu və komponentlərin 1:1 nisbətində inkonquriyent əriyən yeni $TbSnSe_2$ üçlü birləşməsinin alındığı aşkar edilmişdir. SnSe-TbSe sisteminin bərk məhlul oblastından yuxarıda qeyd etdiyimiz üsulla alınmış kristallik nümunələrinin termo-e.h.q.-nin və Holl əmsalının tərkib asılılığı tədqiq olunmuşdur. Terbiumum konsentrasiyasının artımı ilə termo-ehq-si (α) azalır və $x\geq0,001$ % də işarəsini *p*-tipdən *n*-tipə dəyişərək maksimumdan keçməklə $Tb_xSn_{1-x}Se$ bərk məhlullarında mütləq qiyməti stabilləşir. Holl əmsalının qiyməti də termo.e.h.q-nin qiymətinə analoji dəyişir. *TbSe*-də kation atomları arasında metallik rabitə yaranır ki, bunun hesabına terbium 3+ oksidləşmə dərəcəsinə malik olur [5]. Elektrofiziki xassələri terbium monoselenidinin (*TbSe*) metallik xarakterə malik olduğunu göstərir. Bu nöqteyi nəzərdən $(SnSe)_{1-x}(TbSe)_x$ sistem ərintilərində *TbSe*-nin miqdarının artımı ilə *n*-tip keçiriciliyin yaranması qanunauyğun haldır.

Hər hansı sistemi öyrənərkən adətən ilk növbədə onun termoelektrik və qalvanomaqnit xassələrinin temperatur asılılığı tədqiq edilir. Bu məqsədlə x=0,25; 0,50; 2; 3; 4 mol % TbSe tərkibli monokristallik nümunələri ölçmə aparmaq üçün həndəsi ölçüləri 3x5x20mm olan xüsusi paralelopied şəklinə salınmışdır. Sonra nümunələrin üzərində omik kontaktlar qoyulmuş və ölçmə aparmaq üçün qurğuya yerləşdirilmişdir. Ölçmə 77÷320K temperatur intervalında aparılmış və alınan nəticələr analiz edilmişdir.

$Sn_{1-x}Tb_xSe$ sistem ərintilərinin şüalanmadan əvvəl və sonra bir sıra elektrofiziki parametrləri 300 K temperaturda ölçülməklə tərkib-xassə asılılıqları müəyyənləşdirilmiş, geniş temperatur intervalında termo-e.h.q.-si tədqiq olunmuş və bu xassələrə γ- şüaların təsiri araşdırılmışdır. γ- şüaların mənbəyi kimi kvantının enerjisi 1,25 *MeV* olan ^{60}Co izotopundan istifadə olunmuşdur. Şüalanma $D=0,6Qr/san$ dozada, 30 saat ərzində aparılmışdır.

$Sn_{1-x}Tb_xSe$ sistem ərintilərindən $Sn_{0,99}Tb_{0,01}Se$ və $Sn_{0,95}Tb_{0,05}Se$ tərkibli kütləsi 2 qram olan nümunələrin şüalanmadan əvvəl qalvanomaqnit, termoelektrik və istilik xassələri geniş temperatur intervalında tədqiq olunmuşdur. Sonra nümunələr qamma şüalarla şüalandırılmış və bu xassələr yenidən tədqiq olunmuşdur. Şüalanma dozasını müəyyən etmək üçün nümunələr t=5, 10, 15, 20;25 və 30 saat müddətində (uyğun olaraq D = 1,08; 2,16; 3,24; 4,32; 5,4; 6,48 Mrad dozalarda) şüalandırılmış və T=300K temperaturda kinetik parametrlər ölçülmüşdür. Müəyyən edilmişdir ki, kiçik dozalı şüalanmalar kristalın kinetik parametrlərinin qiymətini çox cüzi dəyişir. Hətta demək olar ki, bu dəyişməni ölçmə xətası daxilində nəzərə almamaq olar. Beləliklə nümunələr şüalanma gücü 0,6 Qr/san , kvantının enerjisi 1,25 *MeV* olan γ-şüalarla 30 saat ərzində (6,5Mrad) şüalandırılmışdır. Şüalanma mənbəyi kimi ^{60}Co izotopundan istifadə



Şəkil 1. $Sn_{1-x}Tb_xSe$ sistem ərintilərdə termo.e.h.q şüalanma dozasından asılılığı. 1-x=0,01; 2- x=0,05, T=300K

olunmuşdur. Alınan nəticələrin müqayisəli şəkildə təhlili aparılmış və $Sn_{0,99}Tb_{0,01}Se$ və $Sn_{0,95}Tb_{0,05}Se$ bərk məhlulların elektrofiziki xassələrinə γ - şüaların təsiri araşdırılımışdır.

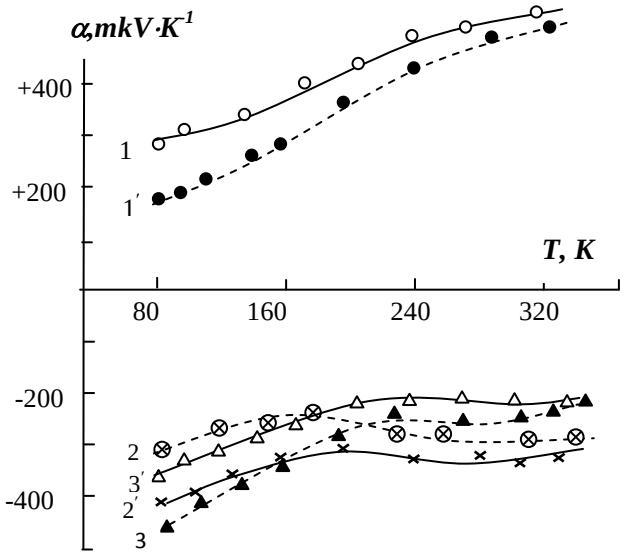
Şəkil 1 – də $Sn_{0,99}Tb_{0,01}Se$ və $Sn_{0,95}Tb_{0,05}Se$ sistem ərintilərinin T=300K temperaturda termo. e.h.q-nin şüalanma dozasından asılılq qrafikləri verilmişdir. Göründüyü kimi termo e.h.q hər iki nümunədə kiçik dozalarda demək olar ki dəyişmir. 6,5Mrad dozada isə $Sn_{0,99}Tb_{0,01}Se$ nümunəsində 7% artır, $Sn_{0,95}Tb_{0,05}Se$ nümunədə şüalanmadan sonra 10% azalır. Ana maddədən (*p-SnSe*) onun terbiumlu bərk məhlullarına keçdikdə α-nın həm qiymətinin, həm də işarəsinin dəyişməsi müşahidə olunur. Dəyişmə xarakeri tərkibdə *TbSe*-nin miqdarından asılı olaraq fərqli xarakter daşıyır. $x_2 = 0.005$ tərkibli nümunənin $\alpha(T)$ asılılığı T=80-250 K temperatur intervalında 500 $\frac{mkV}{K}$-dən 1000 $\frac{mkV}{K}$-ə qədər artır və temperaturun sonrakı artımında işarəsi müsbət qalmaqla monoton azalma müşahidə olunur. Qeyd edək ki, aşağı temperaturlarda aşqar keçiriciliyi oblastında temperaturun artımı ilə termo-e.h.q.-si (α) artması, məxsusi keçiricilik oblastıda isə azalması mü-rəkkəb zona qurluşlu birləşmələr və bərk məhlullar üçün xarakterikdir.

$Tb_{0,01}Sn_{0,99}Se$ və $Tb_{0,05}Sn_{0,95}Se$ monokristalları istiqamətlənmiş ərimə zonası üsulu ilə alınmışdır və şüalanmadan əvvəl və sonra bir sıra elektrofiziki xassələri 77-320 *K* intervalında tədqiq olunmuş və bu xassələrə γ - şüaların təsiri araşdırılmışdır. $Sn_{1-x}Tb_xSe$ $(x = 0;\ 0{,}01;\ 0{,}05)$ sistem ərintilərinin 300K temperaturda bəzi kinetik parametrlərinin: xüsusi elektrikkeçiriciliyi (σ), termo.e.h.q (α), yükdaşıyıcıların konsentrasiyası (*n*) və Holl yüruklüyünün (μ) şüalanmadan əvvəl və şüalanmadan sonra təyin edimiş qiymətləri cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl.

T=300 K –də $Sn_{1-x}Tb_xSe$ ərintilərinin kinetik parametrləri

Tərkiblər	Şüalanmadan əvvəl					Şüalanmadan sonra				
	tip keç	*n. p(n)* sm^{-3}	σ, $Om^{-1}\cdot sm^{-1}$	μ, $\frac{sm^2}{V\cdot san}$	α $\frac{mkV}{K}$	*tip keç*	*n*, sm^{-3}	σ, $Om^{-1}\cdot sm^{-1}$	μ, $\frac{sm^2}{V\cdot san}$	α $\frac{mkV}{K}$
SnSe	*p*	$7{,}2\cdot 10^{17}$	18	156	420	*p*	$6{,}8\cdot 10^{17}$	16,7	153	+465
$Tb_{0,01}Sn_{0,99}Se$	*n*	$6\cdot 10^{15}$	$6{,}3\cdot 10^{-3}$	6,5	-297	*n*	$6{,}9\cdot 10^{14}$	$8{,}1\cdot 10^{-3}$	30	-315
$Tb_{0,05}Sn_{0,95}Se$	*n*	$9{,}8\cdot 10^{16}$	$4{,}5\cdot 10^{-2}$	3	-210	*n*	$4{,}0\cdot 10^{17}$	$3{,}2\cdot 10^{-1}$	20	-191



Şəkil 2. Termo.e.h.q -α, temperatur asılılığı 1-SnSe; 2- $Sn_{0,99}Tb_{0,01}Se$, 3- $Sn_{0,95}Tb_{0,05}Se$. $1^{/}$, $2^{/}$ və $3^{/}$ -şüalanmadan sonra

Cədvəldən göründüyü kimi şüalanmadan sonra kinetik parametrlərin qiymətlərində xeyli dəyişmələr baş vermişdir. 2-ci nümunədə yükdaşıyıcıların konsentrasiyası bir tərtib azalmış, 3-cü nümunədə isə əksinə yükdaşıyıcıların konsentrasiyası bir tərtib, yürüklüyü isə 6 dəfə artmışdır. *T=300K*-də termo e.h.q. (α) şüalanmadan sonra 2-ci nümunədə, Δα=18 mkV/dər artdığı halda, 3-cü nümunədə Δα=19 mkV/dər qədər azalmışdır.Məlum olduğu kimi yarımkeçirici materialalrda termo e.h.q. (α) yükdaşıyıcıların konsentrasiyasına və defektlərə qarşı çox həssasdır. Ona görə alınmış nümunələrin termo e.h.q-ə γ-şüaların təsirini öyrənmək məqsədi ilə yuxarıda göstərildiyi kimi *T=77-320K* temperatur intervalında $\alpha(T)$ asılılığı şüalanmadan əvvəl və sonra ölçülmüş və analiz edilmişdir.

Şəkil 2-də SnSe, $Tb_{0,01}Sn_{0,99}Se$ və $Tb_{0,05}Sn_{0,95}Se$ nümunələrinin termo e.h.q-nin şüalanmadan əvvəl və sonra temperatur asılılğı verilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, *T=85K* temperaturunda α-nın qiyməti *SnSe* və *x=0,01* tərkibli nümunədən fərqli olaraq *x=0,05* tərkibli nümunədə şüalanmadan sonra 16% azalmışdır. Əksinə olaraq *x=0,01* tərkibli nümunədə -22%, *SnSe* birləşməsində isə - 18% artma müşahidə olunmuşdur [2].

Şüalanma kristallarda bir-birləri ilə və kimyəvi aşqarlarla qarşılıqlı təsirdə olan vakansiyalar, düyünlərarası atomlar, müxtəlif tip kompleks defektlərin yaranmasına səbəb olur.

Radiasiya defektləri öz-özünü kompensasiyaya gətirir və yarımkeçiricinin keçiriçiliyi məxsusi keçiriçiliyə yaxınlaşır. γ-şüalarının təsiri ilə *n*-tip keçiriciliyə malik $Sn_{1-x}Tb_xSe$ **(***x=0,01; 0,05***)** kristallarında, donor aşqar mərkəzlərini kompensasiya edən, akseptor tipli radiasiya defekləri yaradır və radiasiya defektləri hesabına yükdaşıyıcıların yürüklüyü və elektrikkeçiriciliyi artır.

Tədqiqat nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, $Sn_{1-x}Tb_xSe$ sistem ərintilərində şüalanma zamanı yaranan akseptor tipli nöqtəvi radiasiya defektlərin konsentrasiyası *x=0,05* tərkibli nümunədə nisbətən daha azdır və radiasiyaya qarşı daha davamlıdır.

Ədəbiyyat

1. Huseynov, J. I., Hasanov, K. A., Jafarov, T. A., & Abbasov, I. I. Compensating Effect of Terbium Impurity on the Conductivity of $Tb_xSn_{1-x}Se$ Solid Solutions.// *Ukrainian Journal of Physics*, 2020. *65*(3), 225.
2. Jafarov T.A. //The occurrence of defects in hard alloys $Tb_xSn_{1-x}Se$ within the γ-irradiation //, Journal of Radiation Researches, vol.6, №2, 2019, Baku, p.p. 126-131
3. Li Z., Yang Y., Wang X, Shi W., Xue D.J., Hu J.S. Three-Dimensional Optical Anisotropy of Low-Symmetry Layered GeS. // *ACS Appl Mater Interfaces*. 2019 Jul 10; 11 (27): 24247-24253.
4. Shi Y., Sturm C., Kleinke H. Chalcogenides as thermoelectric materials. *J. Solid State Chem.* 2019, 270, 273–279.
5. Strange P., Svane A., Temmerman W. M., Szotek Z., Winter H. Understanding the valency of rare earths from first-principles theory // Nature vol. 399, p. 756–758 (1999)
6. Chen J., Zhan J., Kolawole Sh.K., Tan L., et al. Article Effects of Different Rare Earth Elements on the Degradation and Mechanical Properties of the ECAP Extruded Mg Alloys // *Materials.* 2022, 15, 627.
7. Zhou C., Lee Y.K., Yu Y., Byun S., Luo Z.Z., Lee H., Ge B., Lee Y.L., Chen X., Lee J.Y., et al. Polycrystalline SnSe with a thermoelectric figure of merit greater than the single crystal // *Nat. Mater.* 2021, 20, 1378–1384.

РЕЗЮМЕ

ВЛИЯНИЕ γ-ЛУЧЕЙ НА ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ДВИЖУЩУЮ СИЛУ МОНОКРИСТАЛЛОВ Sn1-xTbxSe

Джафаров Т.А, Гусейнов Д.И., Гарашова Г.А.

Ключевые слова: *редкоземельные элементы, доза поглощения, электропроводность, коэффициент Холла, теплопроводность, термоэлектродвижущая сила*.

В работе получены твердые растворы в системе $Sn_{1-x}Tb_xSe$, изучены их состав и свойства, изучена температурная зависимость коэффициента термо-e.h.q.-si и малодозного ионизирующего излучения от этих свойств. Концентрация точечных радиационных дефектов акцепторного типа, возникающих при облучении, меньше, чем в образце с x = 0,05, и они более устойчивы к радиации.

SUMMARY

THE EFFECT OF γ-RAYS ON THE THERMOELECTRIC MOTIVE FORCE OF Sn1-xTbxSe MONOCRYSTALS

Jafarov T.A., Huseynov C.I., Garashova G.A.

Keywords*: rare earth elements, absorbed dose, electrical conductivity, Hall coefficient, conductivity, thermal conductivity, thermoelectric motive force*

In this study, solid solutions were obtained in the $Sn_{1-x}Tb_xSe$ system, their composition and properties were studied, the temperature dependence of the thermo-e.f.m. coefficient and small-dose ionizing radiation on these properties were studied. The concentration of acceptor-type spot radiation defects generated during irradiation is lower than in the sample with x = 0.05 and is more resistant to radiation.

Tm İLƏ DOPİNQ OLUNMUŞ $TlGaS_2$ KRİSTALININ OPTİK XASSƏLƏRİ

Hüseynova K.M., Məmmədova R.L.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

kama.mag@rambler.ru

Açar sözlər: *nadir torpaq elementi, optik udulma sərhədi, qadağan zonanın eni PACS: 82.33.Pt; 72.40.+w; 78.20.Ci*

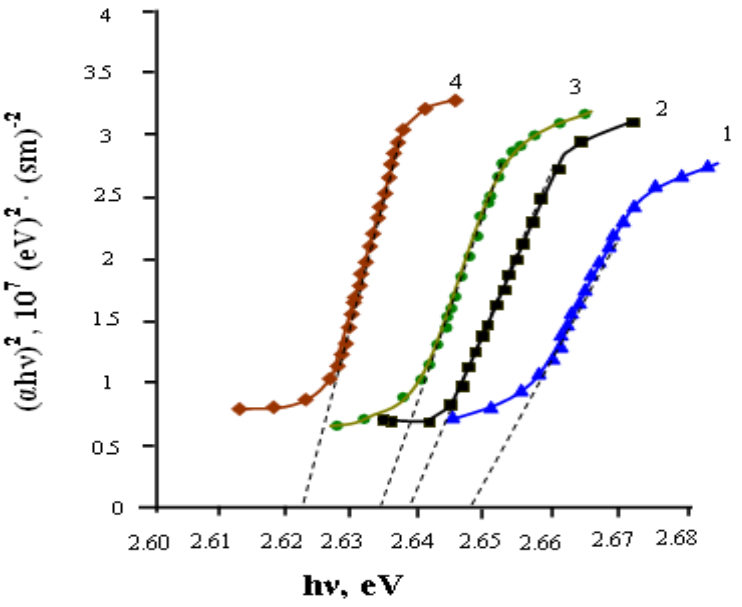
Temperaturun 77-300 K intervalında nadir torpaq elementi olan Tm ilə dopinq olunmuş $TlGaS_2$ yarımkeçirici birləşməsindın alınan kristalların optik xassələri tədqiq olunmuşdur. Optik udulma sərhədinin tədqiqi zamanı dopinq nəticəsində alınmış kristallarda qadağan zonasının eninin E_g dəyişməsi müşahidə

edilmişdir. $TlGaS_2$-də Tm miqdarı artdıqca zona quruluşunda müəyyən dəyişmə baş verir. Alınmış kristallarda Eg azalır. Bu isə o deməkdir ki, yaranan yeni defektlər nəticəsində əlavə enerji səviyyələri yaranır. Bu zaman valent zonanın tavanı yuxarı, keçirici zonanın dibi bir az aşağı sürüşür

Son illər nadir torpaq elementləri ilə dopinq olunmuş yarımkeçiricilərin tədqiqinə həsr olunmuş işlərin sayı çoxalır. Nadir torpaq elementləri daxil olmuş birləşmə və bərk məhlullar qeyri adi fiziki – kimyəvi xassələrə malik olmaları ilə böyük maraq doğurur. Yarımkeçirici materiallara nadir torpaq elementlərinin dopinq olunması aşqar oblastdakı fotohəssaslığı, fotolümunisensiyanı yüksəldir [1-6]. Öyrəndiyimiz sistem bu baxımdan da effektiv material hesab olunur.

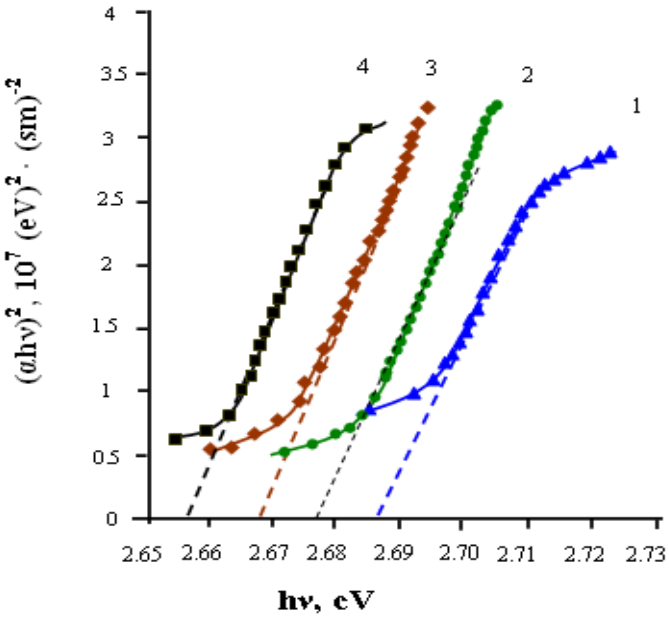
$(TlGaS_2)_{1-x}Tm_x$ (x=0; 0,001; 0,005; 0,01; 0,02) bərk məhlullarının optik udulma spektrini ölçmək üçün qalınlığı 20-140 mkm tərtibində nümunələr hazırlanmışdır. İşıq səthə perpendikulyar istiqamətdə yönəldilmişdir. Ölçmələr temperaturun 160-300 K intervalında aparılmışdır. Təcrübələr MDR-23 monoxromatorundan və temperaturu avtomatik stabilləşdirmə (stabilləşmənin dəqiqiliyi ±0,01K təşkil edir) imkanına malik "UTREKS" kriostatından istifadə edilməklə, 77-300K temperatur intervalında aparılmışdır. İşıq qəbuledicisi olaraq FEU-100-dən istifadə edilmiş, qurğunun ayırdetmə qabiliyyəti 2Å olmuşdur. Monoxramatorun çıxışından çıxan işıq sferik alüminium güzgülərin vasitəsilə tədqiq olunan kristalın təbii laylarına perpendikulyar istiqamətə yönəldilmişdir.

$(TlGaS_2)_{1-x}Tm_x$ bərk məhlullarının qadağan olunmuş zonasının eni $(\alpha h\nu)^2$ düşən şüanın enerjisindən (hν) asılılıq əyrisindən düz xətti hissəsinin ekstrapolyasiyasından müəyyən edilmişdir. $(TlGaS_2)_{1-x}Tm_x$ (x=0; 0,001; 0,005; 0,01; 0,02) bərk məhlullarının 160-300 K temperatur oblastında udma spektrlərindən qadağan olunmuş zonanın temperaturdan asılılığını müəyyən etməyə imkan verdi.



Şəkil 1. $(TlGaS_2)_{1-x}Tm_x$ (x=0; 0,001; 0,005; 0,01; 0,02) bərk məhlullarında düz optik keçidin fotonun enerjisindən asılılığı. T=160 K. 1 – x=0,001; 2 – x=0,005; 3 – x=0,01; 4 – x=0,02

$(TlGaS_2)_{1-x}Tm_x$ (x=0,001; 0,005; 0,01; 0,02) bərk məhlullarında 160 və 300 K temperaturlarda optik keçidlərinin fotonun enerjisindən asılılığı şəkil 1 və 2-də verilmişdir. Şəkillərdən də göründüyü kimi, Tm konsentrasiyası artdıqca udulma sərhədi aşağı enerji tərəfə sürüşür.

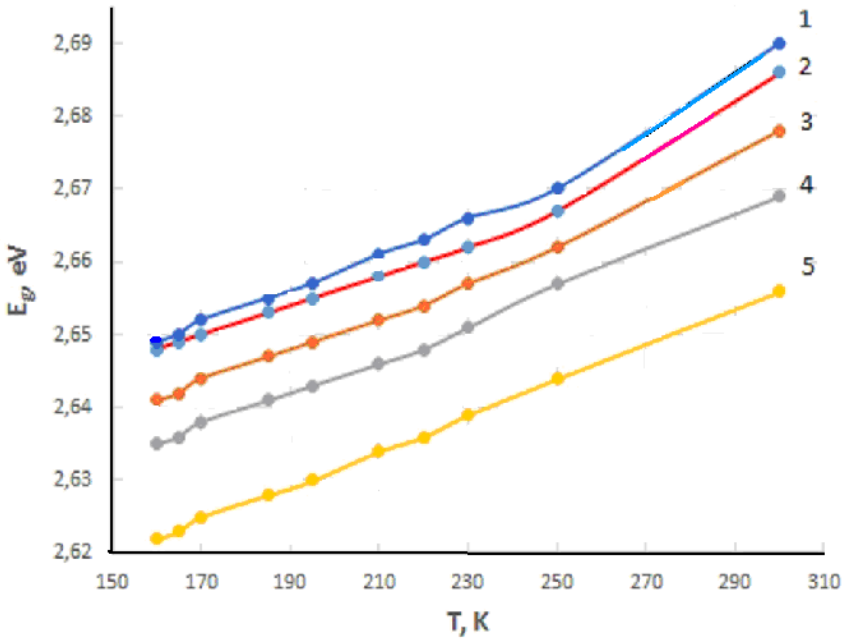


Şəkil 2. $(TlGaS_2)_{1-x}Tm_x$ (x=0; 0,001; 0,005; 0,01; 0,02) bərk məhlullarında düz optik keçidin fotonun enerjisindən asılılığı. T=300 K. 1–x=0,001; 2– x=0,005; 3 – x=0,01; 4 – x=0,02

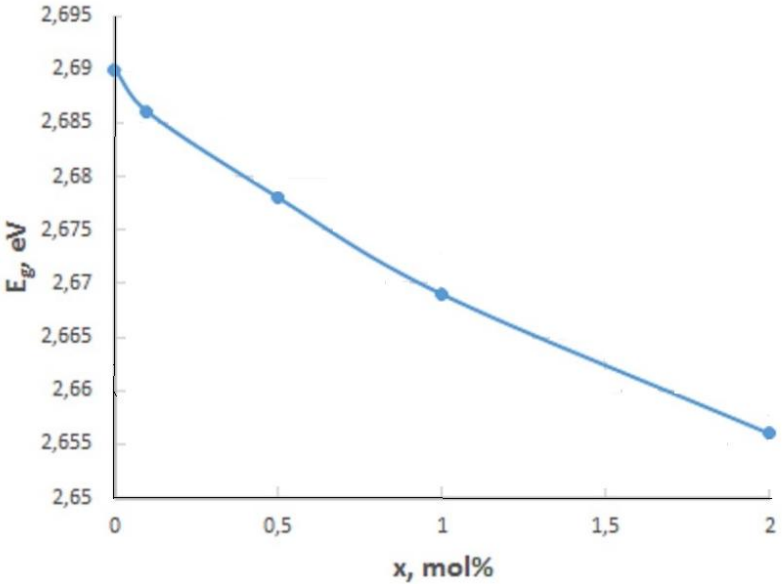
Şəkil 3-də $(TlGaS_2)_{1-x}Tm_x$ (x=0; 0,001; 0,005; 0,01; 0,02) bərk məhlullarının qadagan olunmuş zonasının temperaturdan asılılığı verilmişdir. $TlGa_{1-x}Tm_xS_2$ bərk məhlullarının 300 K temperaturda qadağan olunmuş zonasının konsentrasiyadan asılılığı şəkil 4-də verilmişdir.

Bütün tərkiblər üçün qadağan olunmuş zonanın temperatur əmsalı müsbət işarəlidir. Belə ki, otaq temperaturu ilə müqayisədə 160 K temperaturda $TlGa_{0.98}Tm_{0.02}S_2$ bərk məhlulunun qadağan olunmuş zonasının eni 34 meV azalır.

Tədqiq olunan bərk məhlullarda tuliumun konsentrasiyası artdıqca optik udma kənarında kiçik enerjili tərəfə dəyişmə müşahidə olunur. Bu halda qadağan olunmuş zonanın orta temperatur əmsalı $\frac{\partial E_g}{\partial T}$ nisbətən azalır: $TlGaS_2$ kristalı üçün $2{,}9\cdot10^{-4}$ eV/K, $TlGa_{0,98}Tm_{0,02}S_2$ birləşməsi üçün isə $2{,}4\cdot10^{-4}$ eV/K-dir.



Şəkil 3. $(TlGaS_2)_{1-x}Tm_x$ (2 – x=0,001; 3 – x=0,005; 4 – x=0,01; 5 – x=0,02) bərk məhlullarının və $TlGaS_2$ (1) kristalının qadağan olunmuş zonasının temperaturdan asılılığı.



Şəkil 4. $(TlGaS_2)_{1-x}Tm_x$ bərk məhlullarının qadağan olunmuş zonasının tərkibdən asılılığı. T=300 K.

Ədəbiyyat

1. Жузе, Л. Физические свойства халькогенидов редкоземельных элементов. М.: Наука, 1973, 304 с.
2. Kərimova E.M., Həsənov N.Z., Həsənov A.İ., Hüseynova K.M., İsayeva A.Ə. $TlInS_2$ və $TlGaSe_2$ birləşmələrində In və Ga atomlarının Dy atomlarla qismən əvəz edilməsinin onların fiziki xassələrinə təsiri // Fizika, 2012, cild XVIII, №2, section: Az. S.36-38.
3. Пашаев А.М., Мустафаева С.Н., Керимова Э.М., Гасанов Н.З. Диэлектрические и оптические свойства легированных редкоземельными элементами монокристаллов $TlInS_2$ и $TlInSe_2$// Ученые записки Национальной Академии Авиации. 2014. Т. 16. № 3. С. 29-37.
4. Керимова Э.М., Гасанов Н.З.. Кристаллофизика сложных полупроводников на основе соединений типа $TlB^{III}C_2^{VI}$, включающих редкоземельные элементы и переходные металлы // AMEA Xəbərlər, Fizika və Astronomiya seriyası. 2017, №2, C.12-26.
5. Kerimova E.M., Gasanov N.Z., Seidov F.M. Some physical properties of the $TlGaSe_2$-$TlTmSe_2$ system // Milli Aviasiya Akademiyası. Elmi Məcmuələr, 2018, c.20, N4, s.51-53.
6. Hüseynova K.M. $TlA_{1-x}M_xS_2(Se_2)$ (A - In, Ga; M - Dy, Er, Yb; x=0÷0,03) kristallarının alınması, elektrik və optik xassələri. Dissertasiya, 2021.

РЕЗЮМЕ
ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛА $TlGaS_2$, ЛЕГИРОВАННОГО Tm.
Гусейнова К.М., Маммедова Р.Л.

***Ключевые слова**: редкоземельный элемент, предел оптического поглощения, ширина запрещенной зоны*

Исследованы оптические свойства кристаллов, полученных из полупроводникового соединения $TlGaS_2$, легированного редкоземельным элементом Tm, в диапазоне температур 77-300 К. При исследовании предела оптического поглощения определялось изменение ширины запрещенной зоны Eg в кристаллах, полученных в результате легирования. С увеличением количества Tm в $TlGaS_2$ происходит некоторое изменение зонной структуры. В полученных кристаллах уменьшается Eg. Это означает, что в результате новых дефектов создаются дополнительные энергетические уровни. В это время потолок валентной зоны смещается вверх, а дно зоны проводимости немного смещается вниз.

SUMMARY
OPTİCAL PROPERTİES OF Tm-DOPED $TlGaS_2$ CRYSTAL.
Huseinova K.M., Mammadova R.L.

***Key words**: rare earth element, optical absorption limit, forbidden zone width*

The optical properties of the crystals obtained from the $TlGaS_2$ semiconductor compound doped with Tm, a rare earth element, were studied in the temperature range of 77-300 K. During the study of the optical absorption limit, the change in the width of the forbidden zone Eg was determined in the crystals obtained as a result of doping. As the amount of Tm in $TlGaS_2$ increases, a certain change in the zone structure occurs. Eg decreases in the obtained crystals. This means that additional energy levels are created as a result of new defects. At this time, the ceiling of the valence band is shifted up, and the bottom of the conduction band is slightly shifted down.

TALLİUM HALKOGENİDLƏRİNİN GRYUNAYZEN PARAMETRİ VƏ KRİSTAL QƏFƏSİNDƏ ATOMLARIN KİPLƏŞMƏ SIXLIĞI

Qurbanov M.M., Qocayev M.M
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
qocayev.52@mail.ru

***Açar sözlər**: parametr, sıxlıq, qablaşdırma, xalkogenid, termal genişlənmə, istilik tutumu, izotermik sıxılma, kimyəvi bağ.*

Məqalədə biz tallium monoxalkogenidlərinin kristal qəfəsindəki atomların qablaşdırma sıxlığını hesabladıq. Grüneisen parametri artdıqca atom qablaşdırma sıxlığı azalır. Bu cür dəyişikliklər atomlar arasında kimyəvi əlaqənin dəyişməsi ilə əlaqələndirilir.

Məlum olduğu kimi kristal qəfəsində atomların kipləşmə sıxlığının (buna bəzən kristal qəfəsində atomların yerləşmə sıxlığı da deyilir) təyin edilməsi, tədqiq edilən maddədə kristallik quruluşun mükəmməlliyini, qəfəsin daxili enerjisini, qəfəs daxilində atomlararası kimyəvi rabitənin növünü və xarakterini müəyyənləşdirməyə imkan verir. Bu parametrin qiymətinin ekdperimental olaraq təyini çətin olduğundan, çox hallarda onu mövcud termodinamik parametrlərin vasitəsilə hesablamağa üstünlük verilir.

Ədəbiyyatda kipləşmə sıxlığının da daxil olduğu termodinamik münasibət mövcuddur [1].

$$\frac{C_P}{C_V} = 1 + \frac{3\alpha T}{a} \tag{1}$$

Burada C_P və C_V – sabit təzyiqdə və sabit həcmdə xüsusi istilik tutumları, α – istidən xətti genişlənmə əmsalı, T – mütləq temperatur və a – atomların kristal qəfəsində kipləşmə sıxlığıdır. (1) – düsturuna daxil olan termodinamik parametrlərin qiymətləri Gryunayzen düsturu vasitəsilə də əlaqələnmişdir.

$$\gamma = \frac{3\alpha V}{\chi_T \cdot C_V} \tag{2}$$

C_P və C_V – arasında da termodinamik münasibət vardır [2,3].

$$C_P - C_V = \frac{9\alpha^2 VT}{\chi_T} \tag{3}$$

(2) və (3) ifadələrinə daxil olan V – molyar həcm və χ_T – izotermik sıxılma əmsalıdır.

(1), (2) və (3) ifadələrinin birgə araşdırılması nəticəsində

$$a = \frac{1}{\gamma} \tag{4}$$

Tallium monohalkogenidləri üçün istidən genişlənmə və izotermik sıxılma əmsalları, eləcə də sabit təzyiqdə xüsusi istilik tutumları eksperimental olaraq ölçülmüş, (C_P - C_V) fərqi və γ-Gryunayzen parametri hesablanmışdır [2-5]. Bu qiymətlər cədvəl şəklində verilmişdir (cədvəl).

Bu işdə Tallium monohalkogenidləri üçün (4) düsturu əsasında atomların kristallik qəfəsdə kipləşmə sıxlıqları hesablanmışdır. Bu hesablamaların nəticəsi də cədvəldə verilmişdir.

Cədvəldən göründüyü kimi Tallium monohalkogenidlərində tərkibdə halkogenidin çəki nisbəti artdıqca, başqa sözlə kükürddən tellura keçdikdə kristal qəfəsində atomların kipləşmə sıxlığının qiyməti cüzi də olsa azalır. a – nın qiymətindəki azalma həmçinin hər birləşmə üçün temperaturun artması ilə də baş verir. a- parametrinin qiymətində baş verən bu cür dəyişikliyi kristal qəfəsində atomların kipləşmə sıxlığının azalması ilə kimyəvi rabitənin zəifləməsi və rəqslərin qeyri-harmoniklikdərəcəsinin artması ilə əlaqələndirmək olar.

T,K	TlS					TlSe					TlTe				
	$\alpha \cdot 10^6$, K^{-1}	c_p, $\frac{C}{kq \cdot K}$	$\chi_T \cdot 10^{12}$ m^2/N	γ	a	$\alpha \cdot 10^6$, K^{-1}	c_p, $\frac{C}{kq \cdot K}$	$\chi_T \cdot 10^{12}$ m^2/N	γ	a	$\alpha \cdot 10^6$, K^{-1}	c_p, $\frac{C}{kq \cdot K}$	$\chi_T \cdot 10^{12}$ m^2/N	γ	a
80	2,75	-	0,615	1,261	0,682	3,17	-	0,819	1,475	0,678	5,21	-	0,873	1,576	0,634
100	5,01	161,2	0,618	1,592	0,628	5,18	149,2	0,824	1,648	0,657	7,34	143,0	0,876	1,611	0,620
140	6,80	177,2	0,621	2,143	0,547	8,25	125,1	0,834	2,069	0,483	11,25	149,2	0,891	2,155	0,464
170	8,60	183,4	0,625	2,412	0,465	9,88	163,7	0,839	2,400	0,417	4,20	151,7	0,893	2,507	0,399
200	8,65	194,7	0,628	2,382	0,412	9,93	170,5	0,843	2,465	0,406	12,51	153,5	0,895	2,709	0,369
250	8,67	202,4		2,306	0,632	9,95	172,2	0,849	2,476	0,404	13,05	155,1	0,897	2,849	0,351
300	8,90	210,1		2,212	0,632	10,02	176,5	0,853	2,485	0,402	13,52	159,9	0,901	2,778	0,359
350	8,92	-	0,633	2,245	0,405	10,12	-	0,854	2,486	0,402	13,85	-	0,903	2,790	0,356

Ədəbiyyat

1. Калишевич Г.И., Гельпертина Т.Н., Гельд Р.В. Теплоемкость и тепловое расширение Cosb, неорганические материалы, Том 12, №6, 1976, стр.1119
2. Курбанов М.М. Изотермическая сжимаемость холькогенидов Таллия, неорганические материалы, Том 28, №2, 1992 г.
3. Курбанов М.М., Годжаев Э.М., Гулиев Л.А. Тепловое расширение TlSe, ФТТ, Том 24,вып.1, 1982.
4. Алджанов М.А. Автореферат, канд. диссертации ИФАН Аз. ССР, Баку 1978
5. Алджанов М.А., Мамедов К.К., Гусейнов Д.А., Абдуллаев А.Б. Тепловое расширение и изотермическая сжимаемость теллурида Таллия, ФТТ 25, вып.3, 1983 г.

РЕЗЮМЕ
ПАРАМЕТР ГРЮНАЙЗЕНА И ПЛОТНОСТЬ УПАКОВКИ АТОМОВ В КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКЕ МОНОХАЛЬКОГЕНИДОВ ТАЛЛИЯ
Курбанов М.М., Годжаев Э.М.

***Ключевые слова**: параметр, плотность, упаковка, халькогенид, тепловое расширение, теплоемкость, изотермическая сжимаемость, химическая связь.*

В данной статье проведены вычисления плотности упаковки атомов кристаллической решетки монохалькогенидов Таллия. С увеличением параметра Грюнайзена уменюшается плотность упаковки атомов. Такие изменения связаны с изменением химической связи между атомами.

SUMMARY
PARAMETER AND PACKING DENSITY OF ATOMS IN THE CRYSTAL LATTICE OF THALLIUM MONOCHALCOGENIDES
Gurbanov M.M., Gojayev E.M.

***Key words:** parameter, density, packing, chalcogenide, thermal expansion, heat capacity, isothermal compressibility, chemical bond.*

In this article, we calculated the packing density of atoms in the crystal lattice of thallium monochalcogenides. As the Grüneisen parameter increases, the atomic packing density decreases. Such changes are associated with a change in the chemical bond between atoms.

ФОТОПРОВОДИМОСТЬ МОНОКРИСТАЛЛА $[TlInSe_2]_{1-x}[Nd_2Se_3]_x$

Сардарова Н.С.
Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
naile.545@mail.ru

***Ключевые слова:** твердые растворы, легирование, фотопрово-димость,фотолюминесценция, примесная проводимость, ИК поглощения.*

В работе исследуются соединения типа $TlA^{III}X_2^{IV}$ (где A^{III} – Ga, In; X_2^{IV} – S, Se). Установлено, что легирование этих соединений редкоземельными элементами, придают твердым растворам необычные физико-химические свойства.

В последние годы число работ по исследованию полупроводниковых соединений легированных редкоземельными элементами (РЗЭ) и с их участием увеличивается. Такой большой интерес вызван тем, что РЗЭ входит в состав огромного числа соединений твердых растворов, обладающих необычными физико-химическими свойствами. Кроме того, в этих соединениях идет достройка внутренних f - орбиталей, что делает их интересными объектами для изучения характера химического взаимодействия в зависимости от электронного строения изолированного атома. Легирование полупроводниковых материалов РЗЭ придает им фоточувствительность в примесной области, повышает их радиационную стойкость в фотолюминесценции [1,2].

Люминесценции полупроводников, легированных лантаноидами, представляет интерес, как с теоретической, так и с практической точки зрения. Так, например, интересны последствия возбужденных состояний полупроводника с ионами лантаноидов. Анализ спектров люминесценции этих ионов важен для оценки величины кристаллического поля, эффективности люминесценции. Необходимо выяснить возможности применения этих материалов в электронных приборах – люминесцентных индикаторах, транспарантах и приборах квантовой электроники.

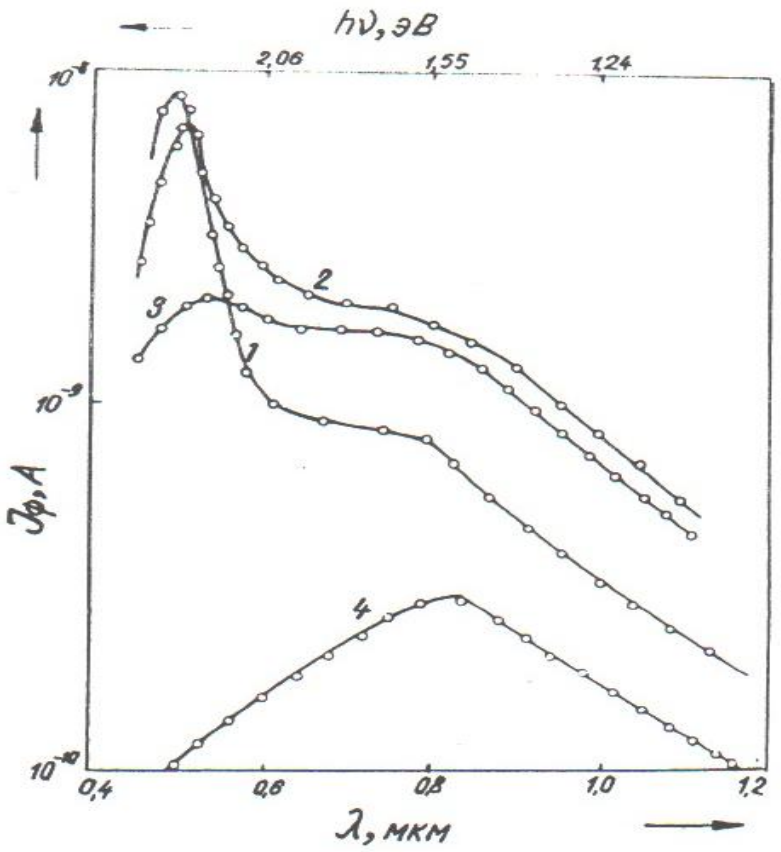


Рисунок. Спектральное распределение фотопроводимости монокристаллов $[TlInSe_2]_{1-x}[Nd_2Se_3]_x$ при 300К. Кривые соответствуют: 1 – x=0; 2 – x=0,01; 3 – x=0,02; 4 – x=0,03.

В работе изучена ФП и ФЛ монокристаллов $[TlInSe_2]_{1-x}[Nd_2Se_3]_x$ (глее x=0; 0,003, 0,005, 0,07). Показано, что введение примесей РЗЭ приводит к появлению примесей ФП в широком интервале энергий от 0,65 до 1,5 эВ. Другой особенностью влияния примесей РЗЭ на ФП заключается в том, что с увеличением температуры от 77К до 300÷400К примесная фоточувствительность увеличивается.Монокристаллы $[TlInSe_2]_{1-x}[Nd_2Se_3]_x$ ($0 \le x \le 0,07$) получены методом Бриджмена-Стокваргера [1]. На полученных монокристаллических образцах проведено измерение стационарной фотопроводимости в области энергии падающих фотонов 0,8-3 эВ и температур 77-300К.

Электрическое поле было направлено вдоль естественных слоев, свет перпендикулярно к ней. Омическим контактом являлся I_n нанесенный на торцы образцов.

Фотолюминесценция необходимая в области 0,6-1,1 mkm возбуждается лазером на родамине 6ж, пропускается через монохроматолог MDP-23. В таблице 1 приведены значения некоторых фотоэлектрических параметров $[TlInSe_2]_{1-x}[Nd_2Se_3]_x$ ($0 \le x \le 0,007$) определенные нами, где ρ – удельное темновое сопротивление, R_T и R_C темновое и световое сопротивления, E – энергия, найденная из спектрального распределения фотопроводимости.

Таблица.

Некоторые фотоэлектрические параметры монокристаллов $[TlInSe_2]_{1-x}[Nd_2Se_3]_x$

x	ρ, Om·sm при 300К	R_T / R_C при 100Lk		E, эВ при 77К
		300К	77К	
0	$5 \cdot 10^6$	2	10^2	2,2
0,003		1–1,5	1–1,5	–
0,005	$2\text{-}3 \cdot 10^5$	5–10	10^2–10^3	2,1
0,007	$3\text{-}5 \cdot 10^3$	10–20	10^2–10^3	2,0

Как следует из приведенных в таблице данных, при низких полях (~10^2В/см) монокристаллические образцы составов с x=0,003 обладают незаметной фоточувствительностью, а составы с x=0,005 и x=0,007 обладают большей фоточувствительностью, чем с x=0.

Спектральное распределение фотопроводимости $[TlInSe_2]_{1-x}[Nd_2Se_3]_x$ приведено на рис.1 и 2 при 77 и 300К соответственно. При 77К (рис.1) с увеличением x от 0 до 0,007 положение максимума фототока в спектре фотопроводимости смещается в сторону меньших энергий. Положение максимумов фотопроводимости для составов x=0; 0,005 и 0,007 составляет 2,2; 2,1; 2,0 эВ соответственно. Несмотря на то, что по мере увеличения x кривые спектрального распределения фотопроводимости смещаются в длинноволновую сторону и E_g, определяемое по I_{max} меняется линейно (рис.1,в) с x при 77К. нужно отметить, что величина $\Delta E_g(x)$ может и не соответствовать истинному значению. Так как ширина запрещенной зоны $TlInSe_2$ и Nd_2Se_3 очень близки и введение 0,007 Nd_2Se_3 в $TlInSe_2$ не должно так сильно изменить ширину запрещенной зоны.

По-видимому, смещение кривых фотопроводимости с изменением состава связано появлением мелких фоточувствительных примесных центров. При росте температуры до 300К в спектре фотопроводимости проявляется длинноволновой хвост обусловленный примесной фотопроводимостью (рис.2). Для кристаллов x=0,007 при 300К явно выделяются примесные полосы с красной границей 1,0; 1,2; 1,6 эВ. В кристаллах $TlInSe_2$ присутствуют только примесные уровни с энергией 1,75 и 1,45 эВ. Отсюда следует, что более глубокие уровни твердых растворов $[TlInSe_2]_{1-x}[Nd_2Se_3]_x$ обусловлены влиянием РЗЭ. На рис.3. показаны спектры примесной фотопроводимости для монокристаллов x=0,003; 0,005; 0,007 при 77К при значении приложенного напряжения 60В. Как видно с увеличением процентного содержания Nd_2Se_3 в $TlInSe_2$ длинноволновой хвост спектрального распределения примесной фотопроводимости смещается в длинноволновую сторону.

При 77К фоточувствительность в образцах $[TlInSe_2]_{1-x}[Nd_2Se_3]_x$ в примесной области появляется только при наличии сильного электрического поля (E= $10^3 \div 10^4$ эВ. Это показывает, что в исследованных кристаллах имеет место примесная фотопроводимость индуцированная электрическим полем.

Для монокристаллов состава x=0,003 при низких полях отсутствует фоточувствительность и появляется лишь при значениях приложенного направления выше U=60В. При этом на кривой спректрального распределения фотопроводимости собственная область не появляется. Для состава x=0,005 примесная фотопроводимость имеет два максимума, один из которых совпадает с максимумом фотопроводимости состава x=0,003, а другой находится в более длинноволновой области – 1,6÷2,2 мкм. Примесная фотопроводимость монокристаллов состава x=0,007 лежит в более длинноволновой области (от 1,0 до 2,8 мкм) и имеет максимум при 1,8 мкм.

Литература

1. Зарбалиев М.М., Сардарова Н.С, ВаурамовД.Д, Агаева У.М.Оптимизация процесса выращивания монокристаллов твердых растворов системы $TlInSe_2$-$TlNdSe_2$”

2. Бархалов Б.Ш., Нуруллаев Ю.Г., Сардарова Н.С, Вердиева Н.А., Джафаров М.Б. Электрические свойства кристаллов твердых растворов $TlI\dot{I}nS_2$-$TlEuS_2$ различного состава”Научно-методический журнал “Наука, техника и образование”№11 (29), М., 2016.

3. Zarbaliev M.M., İsmailov M.H., Sardarova N.S. On the formation and electrophysıcal properties of solid solutions $Tl\dot{I}n_{1-x}Dy_xS_2$. Modern Trends in Physics international Conference. 01-.03 May, 2019, Baku, pp.75-76.

4. Зарбалиев М.М., Сардарова Н.С., Исмаилов М.Г., Аплевич А.В., Живулько А.М., Лапатко П.Ю., Янушкевич К.И.Удельная намагниченность и магнитная восприимчивость $Tl\dot{I}n_{1-x}Dy_xS_2$, $Tl\dot{I}n_{1-x}Sm_xS_2$, $Tl\dot{I}n_{1-x}Dy_xTe_2$, $Tl\dot{I}n_{1-x}Nd_xSe_2$” Материалы международного симпозиума. Перспективные материалы и технологии. Минск,23-27 августа2021 года,стр.262-263,

XÜLASƏ

$[TlInSe_2]_{1-x}[Nd_2Se_3]_x$ KRİSTALIN FOTOKEÇİRİCİLİYİ

Sərdarova N.S.

Açar sözlər:*bərk məhlullar, dopinq, fotokeçiricilik, fotolüminessensiya, çirkin keçiriciliyi, IQ udma.*

Bu işdə $[TlInSe_2]_{1-x}[Nd_2Se_3]_x$ (burada A^{III} – Ga, In; X_2^{IV} – S, Se) tipli birləşmələr öyrənilir. Müəyyən edilmişdir ki, bu birləşmələri nadir torpaq elementləri ilə əritməklə bərk məhlullar qeyri-adi fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərə malikdir.

SUMMARY
PHOTOCONDUCTIVITY OF A $[TlInSe_2]_{1-x}[Nd_2Se_3]_x$ SINGLE CRYSTAL
Sardarova N.S.

Keywords: *solid solutions, doping, photoconductivity, photoluminescence, impurity conductivity, IR absorption*.
In this work, compounds of the type [TlInSe2]1-x[Nd2Se3]x (where A^III – Ga, In; X_2^IV – S, Se) are investigated. It has been established that alloying these compounds with rare earth elements, solid solutions have unusual physicochemical properties.

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК ОКСИДА ИНДИЯ

[1]Долгий В.К., [2]Волобуев В.С., [2]Почтенный А.Е., [1]Барайшук С.М.
[1]Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь
[2]Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь
vsnaa@tut.by

Ключевые слова: *сенсоры, механизм проводимости, тонкая пленка, прыжковая проводимость, термодесорбция.*

Исследованы электрофизические свойства тонких пленок наноструктурированного оксида индия. Структура и химический состав пленок изучались методами электронной дифракции, сканирующей электронной микроскопии, рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Температурная зависимость проводимости этих пленок измерялась при постоянной концентрации кислорода методом циклической термодесорбции. На основе результатов исследования предложен механизм проводимости. Результаты могут быть использованы в микроэлектронных датчиках.

Введение. Развитие технологий на современном этапе делает весьма важной задачу контроля окружающей среды и эффективности управления технологическими процессами на более высоком уровне. В ее основе должны лежать газовые сенсоры, меняющие свою проводимость в результате окислительных реакций с кислородом и восстанавливающимися реагентами, к которым относятся многие газы, а также пары большого числа органических веществ. В настоящее время активно разрабатываются структуры для таких элементов органической электроники, как химические сенсоры [1], биологические сенсоры [2] и солнечные батареи [3] с улучшенными характеристиками.

Одной из нерешенных проблем химической сенсорики является создание высокочувствительных и селективных датчиков газового анализа, перспективными среди которых считаются полупроводниковые газовые сенсоры (ППГС) адсорбционного типа, выполненные по микроэлектронной групповой технологии. Перспективность ППГС обусловлена низкой материало- и энергоемкостью, хорошей воспроизводимостью параметров, миниатюрностью, исключительным удобством обработки считываемой с них информации, и возможностью их изготовления в едином комплексе интегральных и микросистемных технологий.

Из множества различных конструкций и принципов работы ППГС адсорбционного типа широкое применение на практике получили сенсоры хеморезистивного типа, принцип действия которых основан на изменении сопротивления сенсорного элемента при взаимодействии с определенным газом. При этом зависимость проводимости конденсированных пленок от концентрации адсорбированных примесей определяется механизмом электропереноса. Так, например, в тонких конденсированных пленках органических полупроводников с прыжковым механизмом проводимости, адсорбированные примеси влияют на энергию активации проводимости и на концентрацию центров локализации, которые обеспечивают электроперенос [4, 5]. В полупроводниковых пленках с зонным механизмом проводимости адсорбированные примеси, как правило, изменяют концентрацию носителей заряда, не влияя при этом на величину энергии активации проводимости.

Учитывая, что газовые сенсоры функционируют в присутствии адсорбированного кислорода, адсорбированные молекулы которого влияют на электропроводность, важно знать механизм такого влияния, включая вклад собственных электронных состояний и состояний адсорбированного кислорода в процессы электропереноса.

Использование оксида индия (In_2O_3) в качестве газочувствительных материалов сдерживается высокой квазиметаллической электропроводностью и низкой селективностью. Потенциал повышения их чувствительности и селективности растет с модификацией химического состава и структуры таких пленок, что делает актуальным исследования в этой области. Изучение влияния адсорбированного

кислорода на электрофизические свойства сенсорных пленок In_2O_3 и является целью настоящей работы.

Методика эксперимента. В качестве исследуемого материала использовались тонкие пленки In_2O_3, толщиной 30 – 80 нм, которые были получены термическим окислением пленок индия, осажденных методом магнетронного напыления постоянного тока. Выбор данного метода обусловлен тем, что пленочная технология методом термического окисления металлического слоя позволяет формировать оксидные слои толщиной от нескольких нанометров до нескольких сотен нанометров. Напыление пленок индия осуществлялось на вакуумном универсальном посту ВУП-5М. Распыление проводилось при ускоряющем напряжении 0,5 кВ, ток разряда составлял 0,15 А. Давление в процессе распыления составляло 0,1-1 Па. В качестве газа для травления использовался аргон, индиевый наконечник выступал в качестве катода. Пленки индия осаждались на монокристаллических кремниевых пластинах, покрытых диэлектрическим слоем эпитаксиального SiO_2, Al_2O_3 и слюдой. После осаждения пленки индия были окислены в муфельной электрической печи в неизотермическом режиме: в течение 40-60 минут производился нагрев до температуры 500-600 °С, а затем отжиг в изотермическом режиме при 500 °С и 600 °С в течение 60 минут (температура и время окисления выбрано экспериментально).

Для измерения электрофизических свойств использовались либо электроды из проводящей контактной пасты, наносимые на поверхность пленки, либо встречно-штыревая система никелевых электродов, расположенная под пленкой. В качестве подложки использовалась слюда (мусковит) толщиной 10 мкм, низкая теплопроводность которой позволяет реализовывать большие градиенты температур, а высокое удельное сопротивление обеспечивает хорошую электроизоляцию.

Проводимость пленок на постоянном токе измерялась электрометром В7-57/1 (Белвар, Минск). Температурные зависимости проводимости исследовались в вакууме (10^{-2} Па) методом циклической термодесорбции [6-8], суть которого состоит в нагревании образца до некоторой температуры T_0, после чего охлаждается, и в процессе охлаждения измеряется зависимость проводимости от абсолютной температуры, имеющая вид

$$G = G_0 \cdot \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right), \qquad (1)$$

где G_0 – предэкспоненциальный множитель; E_a – энергия активации проводимости; k – постоянная Больцмана.

Концентрация адсорбированного кислорода при охлаждении не увеличивалась, так как измерения проводились в вакууме. Образец последовательно нагревался до все более высоких температур, т.е. все более низких концентраций адсорбированного кислорода. Измерение температурных зависимостей проводимости при охлаждении позволяет получить набор температурных зависимостей проводимости, соответствующих различным концентрациям адсорбированного в одном и том же образце. Измеренный набор температурных зависимостей позволяет определить набор значений проводимости G (при температуре 300 К), предэкспоненциальный множитель G_0 и энергию активации проводимости E_a, соответствующие различным концентрациям адсорбированного кислорода.

Фазовая структура, морфология поверхности исследовалась методом сканирующей электронной микроскопии с использованием TEM H-800 (Hitachi) и SEM S-806.

Результаты и обсуждение. Анализ электронных дифрактограмм показал, что единственной идентифицируемой кристаллической фазой в процессе окисления в оксидных пленках является кубическая фаза с поликристаллической структурой In_2O_3. Для пленок индия характерна зернистая структура с размером частиц от 10 до 70 нм, основная часть которых (80%) приходится на интервал от 15 до 50 нм (рис.1 (а)).

Образование оксидной пленки на кремниевой подложке сопровождается уменьшением количества мелких частиц и увеличением содержания частиц большего размера, основная часть которых (~80%) находится в диапазоне 20-55 нм, причем максимум находился в диапазоне 30-35 нм (рис.1 (б)).

Рентгеновский фотоэлектронный спектр индия характеризуется наличием двух спектральных линий с энергиями связи 444,4 и 452 эВ за счет мультиплетного расщепления 3d-уровня. Химический сдвиг линии In 3d5/2 в оксидной пленке относительно In^0 (исходные данные для средней энергии связи 443,5 эВ) составляет 0,9 эВ, что можно объяснить состоянием In^{3+} (изменение энергии связи по справочным данным составляет 0,8-1,2 эВ).

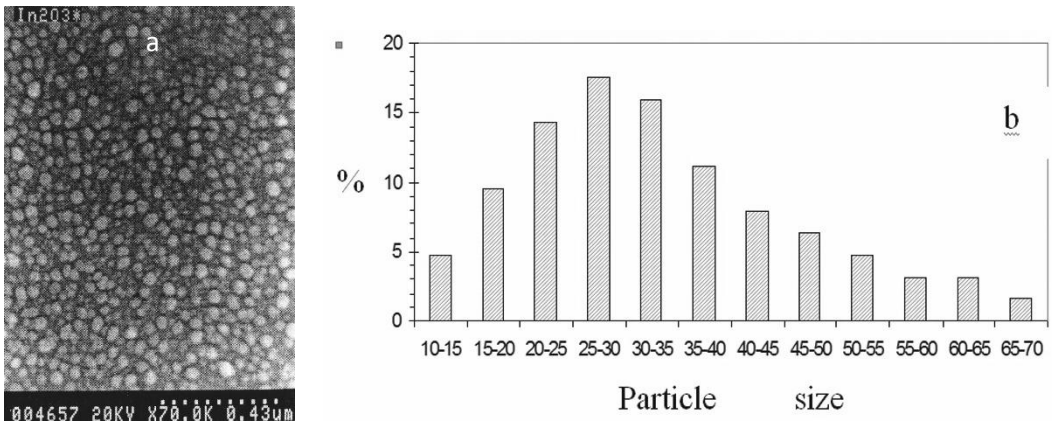


Рис. 1. Изображения СЭМ (а) и распределение по размерам (б) пленок оксидов индия на слюде

.

Кислородная фотоэлектронная линия показана на рис. 2. Пиковый кислород имеет ярко выраженную асимметрию, что указывает на наличие перекрывающихся пиков, различающихся по энергии, форме и интенсивности, с энергиями связи 529,95 эВ и 531,9 эВ.

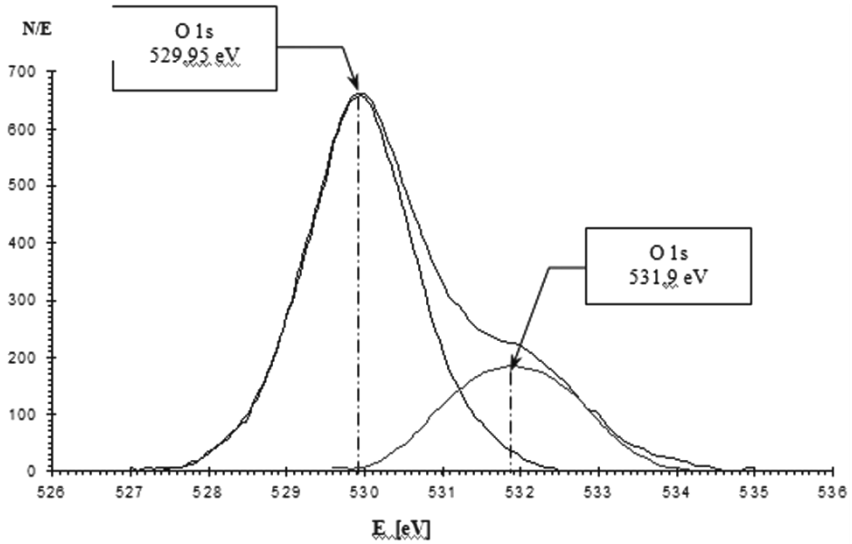


Рис.2 - РФЭС-спектры кислорода на поверхностных пленках In_2O_3

Фотоэлектронная линия 529,95 эВ имеет большую интенсивность и соответствует состоянию решетки кислорода (справочные данные для средней энергии связи O2 в соединении In2O3 составляют 530 эВ и варьируются от 529,1 до 530,9 эВ). Широкая оболочка фотоэлектронных линий O 1s в области 531-534,5 эВ связана с достаточно большим числом форм кислорода и его соединений, адсорбированных на поверхности. Фотоэлектронная линия с энергией связи 531,9 эВ может соответствовать поверхности адсорбированного кислорода в различных формах, а также кислорода, включенного в гидроксильную группу.

Полученные температурные зависимости проводимости (рис. 3), измеренные в вакууме при охлаждении в интервале температур от 100°С до 170°С, показывают, что по мере десорбции кислорода проводимость пленок оксида индия возрастает, а сами температурные зависимости подчиняются уравнению (1). По мере десорбции кислорода проводимость пленок оксида индия возрастает, а энергия активации проводимости практически не изменяется и составляет значение 10 meV. Следовательно, обнаруженный рост проводимости обусловлен тем, что адсорбированный кислород представляет собой центры рассеяния носителей заряда, и уменьшение его концентрации приводит к увеличению подвижности носителей заряда.

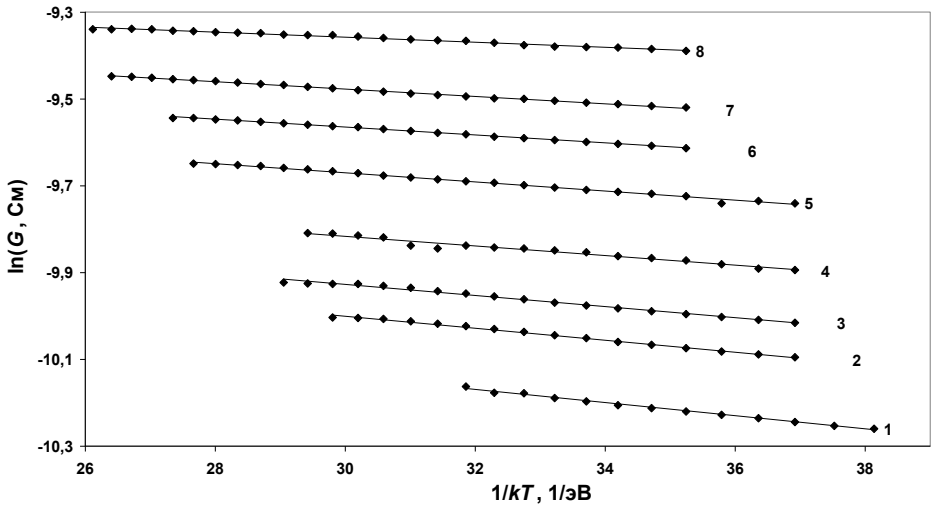


Рис. 3 – Температурные зависимости проводимости пленок In_2O_3

Заключение. Взаимодействие адсорбированных частиц с пленкой приводит к образованию различных адсорбционных состояний, влияющих на электрофизические свойства пленки. Основным видом несобственных поверхностных состояний, оказывающих сильное влияние на электрофизические параметры пленок, являются состояния, образованные хемосорбцией кислорода. Исходя из этого, одним из механизмов воздействия адсорбции газовых частиц на термоэлектрические свойства может являться изменение концентрации или зарядовой формы адсорбированного кислорода.

Полученные тонкопленочные полупроводниковые газовые сенсоры являются более удобными для использования в конструкциях газоанализаторов, так как измеряемым электрическим сигналом является электродвижущая сила, генерируемая сенсором, значение которой определяется составом окружающей газовой среды. Такие сенсоры обладают более высоким быстродействием и значительно меньшим дрейфом показаний по сравнению с резистивными сенсорами, изготовленными с применением тех же чувствительных материалов.

Исследования были поддержаны программой Министерства образования Республики Беларусь № ГР 20211250

Литература

1. Rahim A., Santos L.S.S, Barros S.B.A., Kubota L.T., Gushikem Y. // Sensors and Actuators B: Chemical. 2013 Vol. 177. P. 231-238.

2. Apetrei I.M., Rodrigues-Mendes M.L., Apetrei C., de Saja J.A. // Sensors and Actuators B: Chemical. 2013 Vol. 177. P. 138-144.

3. Takeda A., Oku T., Suzuki A., Akiyama T., Yamasaki Y. // Synthetic Metals. 2013. Vol. 177. P. 48-51.

4. Почтенный А. Е., Мисевич А. В. Влияние адсорбированного кислорода на проводимость пленок фталоцианина свинца // Письма в ЖТФ. 2003. Т. 29, вып. 1. С. 56–61.

5. Мисевич А. В., Почтенный А. Е., Лаппо А. Н. Адсорбционно-резистивные свойства композитных пленок на основе периленовых пигментов // Труды БГТУ. Сер. VI, Физ.-мат. науки и информатика. 2007. Вып. XV. С. 75–78.

6. Почтенный, А. Е. Прыжковая проводимость на постоянном токе в собственных и примесных органических полупроводниках / А. Е. Почтенный. – Минск: БГТУ, 2016. – 171 с.

7. Почтенный, А. Е. Прыжковая проводимость во фталоцианине меди и композиционных структурах на его основе / А. Е. Почтенный, Д. И. Сагайдак, Г. Г. Федорук, А. В. Мисевич // Физика твердого тела.– 1996.– Т. 38, № 8.– С. 2592–2601.

8. Misevich, A. V. The effect of gas adsorption on hopping conduction in metallophthalocyanines / A. V. Misevich, A. E. Pochtenny // Electron Technology. – 2000. – Vol. 33, № 1/2. – P. 167–170.

XÜLASƏ
İNDİUM OKSİD NAZİK TƏBƏQƏLƏRİN ELEKTROFİZİKİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ
Dolgiy V.K., Volobuyev V.S., Pochtennıy A.E., Barayşuk S.M.

Açar sözlər: *sensorlar, keçirici mexanizm, nazik təbəqə, hoppanma keçiriciliyi, istilik desorbsiya.*
Nanostrukturlu indium oksidin nazik təbəqələrinin elektrofiziki xassələri tədqiq edilmişdir. Filmlərin quruluşu və kimyəvi tərkibi elektron difraksiyası, skan edən elektron mikroskopiyası və rentgen fotoelektron spektroskopiyası ilə öyrənilmişdir. Bu filmlərin keçiriciliyinin temperaturdan asılılığı sabit oksigen konsentrasiyasında siklik termal desorbsiya ilə ölçülmüşdür. Tədqiqatın nəticələrinə əsasən, aparılması mexanizmi təklif olunur. Nəticələr mikroelektron sensorlarda istifadə edilə bilər.

SUMMARY
ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF INDIUM OXIDE THIN FILMS
Dolgiy V.K., Volobuev V.S., Pochtenny A.E., Baraishyk S.M.

Key words: *sensors, conduction mechanism, thin layer, hopping conductivity, thermal desorption.*
The electricophysical properties of the nanostructured indium oxide thin films were investigated. The structure and chemical composition of these films were studied by methods of electron diffraction, scanning electron microscopy, *X*-ray photoelectron spectroscopy. The temperature dependence of the conductivity of these films were measured at a constant oxygen concentration by method of cyclic thermal desorption. The conduction mechanism is proposed based on the results of research. The results can be used in microelectronic sensors.

YARIMKEÇİRİCİ NANOKRİSTALLARIN ALINMA TEXNOLOGİYALARI

Qardaşbəyova N.
Naxçıvan Dövlət Universiteti, Naxçıvan,Azərbaycan
naileqardashbeyova@gmail.com

Açar sözlər: *elektronika, nanotexnologiya, texnologiya, nanokristal, yarımkeçirici, atom, molekul, tranzistor, hüceyrə, konsentrasiya*

Ən ümumi mənada nanotexnologiyalar , işləməsi nanostruktur, yəni ölçüsü 1-dən 100 nm-ə qədər olan sifarişli fraqmentləri ilə müəyyən edilən materialların, cihazların və texniki sistemlərin yaradılması və istifadəsini əhatə edir.

Nanotexnologiya material və cihazlara bizim üçün faydalı, çox vaxt qeyri-adi xüsusiyyətlər verən nanoölçülü strukturlar yaratmağın bir yoludur.

Yarımkeçiricilərin fiziki xassələri, ilk növbədə onlardakı kənar maddələrin idarə olunmayan atom və molekullarının (aşqarların) miqdarı ilə təyin olunur. Məhsulun istehsalı zamanı yerinə yetirilən materialın, xammalın və ya yarım fabrikatın emalı, hazırlanması, xassələrinin, formasının dəyişdirilməsi metodlarının toplusu texnalogiya adlanır. Nanotexnologiyanın əsas xüsusiyyətləri ondan ibarətdir ki, qeyd olunan proseslər nanometr ölçülü miqyaslarda baş verir.

Hal-hazırda yarımkeçiricilərin alınması üçün müxtəlif texnoloji üsullardan istifadə olunur. Məqalədə bu üsullar haqqında ətraflı məlumat verilmişdir.

Bu gün təkcə fizika, kimya deyil, digər təbiət elmlərində də bu sahədə hadisələrin öyrənilməsinə böyük diqqət yetirilir. Bunu nəzərə alaraq vurğulamaq lazımdır ki, bədənimiz nəfəs alma və ya həzm kimi bir sıra "nanotexnoloji" proseslərə nümunələr təqdim edir. Məsələn, kotlet götürək. Təsəvvür edin ki, biz onu naharda ləzzətlə yedik. Kotlet qaraciyərə, böyrəklərə necə daxil olur? Ayrı-ayrı atomlara və molekullara parçalanır və qidanın bədən tərəfindən mənimsənilməsi molekulyar səviyyədədir. Nanotexnoloqlar ayrı-ayrı atomlar və molekullar səviyyəsində işlə məşğul olurlar. Kvant elektrodinamika sahəsində tədqiqatlara görə Nobel mükafatı laureatı R.P. Feynman demişdir:"Əgər təbiət milyonlar ildir atomlar və molekullar səviyyəsində işləyirsə, niyə biz bunu edə bilmirik.

Təbiətin "lotus effekti" adlanan xüsusiyyətlərindən biri var. Bu, bu çiçəyin yarpaqlarının həmişə təmiz qalması ilə bağlıdır. Yağış yağanda su damcıları yarpaqları islatmır, sadəcə olaraq yuvarlanır, onlarla birlikdə kir hissəciklərini sürükləyir. Bu, yarpaqların səthinin quruluşu ilə izah olunur. O, hündürlüyü 65-10 mikron olan xırda qabarcıqlarla örtülmüşdür və qabarcıqların üzərində də çoxsaylı nano tüklər var. İndi nanotexnoloqlar “lotus effekti”ndən özünü təmizləyən eynək, boya və parçalar hazırlayarkən istifadə etməyə çalışırlar.

Bəşəriyyətin uzun müddət istifadə etdiyi materialların çoxu məhz “nano-obyektlər”dir. Belə sistemlərin ən qədim nümunələrindən biri istehsal texnologiyası qədim Misirdə məlum olan metal

nanohissəciklərlə rənglənmiş rəngli şüşələrdir. Yaqut şüşəsinin sözün əsl mənasında qızıl olduğunu az adam bilir, çünki o, yüksək keyfiyyətli şüşədə "həll edilmiş" qızıl nanohissəciklərdir.

Ən ümumi mənada nanotexnologiyalar , işləməsi nanostruktur, yəni ölçüsü 1-dən 100 nm-ə qədər olan sifarişli fraqmentləri ilə müəyyən edilən materialların, cihazların və texniki sistemlərin yaradılması və istifadəsini əhatə edir.

Nanotexnologiya material və cihazlara bizim üçün faydalı, çox vaxt qeyri-adi xüsusiyyətlər verən nanoölçülü strukturlar yaratmağın bir yoludur. Nanotexnologiya dərman hissəciyini nanokapsula yerləşdirməyə və qonşu hüceyrələrə zərər vermədən xəstə hüceyrəni dəqiqliklə hədəf almağa imkan verir. Suyun keçməsinə imkan verən, lakin çirklər və mikroblar üçün çox sıx olan saysız-hesabsız nanometr kanalları ilə dolu filtr həm də nanotexnologiyanın məhsuludur. Artıq nanotexnoloqların laboratoriyalarında supermateriallar sınaqdan keçirilir - poladdan minlərlə dəfə möhkəm olan karbon lifləri, obyekti görünməz edən örtüklərdən istifadə edilir. Belə xüsusiyyətlərə malik materialların yaradılması nanotexnoloqların maddə ilə atom və molekulyar səviyyədə işləməsi sayəsində mümkün olmuşdur.

Sonralar nanotexnologiyalar adlandırılacaq üsullar haqqında ilk qeyd zəmanəmizin ən böyük fiziklərindən biri Riçard Feynman tərəfindən 1959-cu ildə "Aşağıda çox yer var" adlı məşhur mühazirəsində edilmişdir. Onun sözlərinə görə, tezliklə insanlar ayrı-ayrı atomlarla manipulyasiya etməyi öyrənəcəklər, bu, onlara maddələrin quruluşunu idarə etməyə imkan verəcək. 1981-ci ildə təkcə ayrı-ayrı atomları görməyə deyil, həm də onları hərəkət etdirməyə imkan verən tunel mikroskopu ortaya çıxdı. Beləliklə, hər hansı bir obyektin, maddənin ayrı-ayrı atomlardan yığılmasının fundamental mümkünlüyü sübut edildi. Eyni "nanotexnologiya" termini 1974-cü ildə yapon fiziki Norio Taniguchi tərəfindən təqdim edildi. 1986-cı ildə Erik Drexlerin "Yaradılış mühərrikləri: Nanotexnologiya dövrünün gəlişi" kitabı nəşr olundu və "nano" prefiksi geniş ictimaiyyətə məlum oldu. Müəllif burada nanotexnologiyanı "ölməzliyə və azadlığa aparan yol" kimi səciyyələndirir, çünki təkcə insan orqanizmini sağaltmaq deyil, həm də onun təbii funksiyalarını yaxşılaşdırmaq mümkün olacağını qeyd etdi. Hazırda nanotexnologiyanı üç sahəyə bölmək olar: ölçüləri bir neçə atoma qədər olan elektron sxemlərin istehsalı; hər hansı maddələrin və obyektlərin ayrı-ayrı atomlarından yığılması; nanomachinlərin yaradılması (bir neçə atom ölçüsündə mexanizmlər)

Bütün bunlarla yanaşı, bildiyimiz kimi günəş panelləri gün işığını elektrik enerjisinə çevirir. Əvvəllər belə cihazlar yalnız kosmik stansiyalarda idi, onlardan ən bahalısı yalnız 34% səmərəlilik verirdi. Nanotexnologiya günəş enerjisi ilə məşğul olmağa başladı. Yeni nəsil günəş panelləri bahalı kristal silisium əvəzinə, bir qədər dəyişdirilmiş ucuz polimerlərdən istifadə etməyə başlanıldı. Belə bir polimerdə işıqlandırıldıqda cərəyanlar yaranır və onları dəqiq toplamaq və istehlakçıya enerji vermək üçün nanotexnologiyalardan istifadə olunur.Yeni günəş batareyaları bu gün istifadə edilən ənənəvi silikon əsaslı batareyalara nisbətən bir sıra əhəmiyyətli üstünlüklərə malik olacaq. Əvvəla, yeni tip batareyalar birbaşa günəş işığına ehtiyac duymur, bunun sayəsində buludlu havada belə elektrik enerjisi istehsal edə bilirlər. Bundan əlavə, bu cür akkumulyatorların istehsal dəyəri silikon əsaslı batareyaların istehsal dəyərindən bir qədər aşağıdır.

Nanotexnologiyaların inkişafı ən çox elektronikada nəzərə çarpır. Sadəcə 45nm əsas çiplər üçün istehsal edilmiş 2008-ci il Intel prosessorunu göstərmək olar. Bununla belə, nanotexnologiyaların istifadəsi yalnız tranzistorun ölçüsünü azaltmaqla məhdudlaşmır - mikrosxemlərin enerji səmərəliliyini artırmaq üçün xüsusi olaraq hazırlanmış bir sıra yeni materiallar ortaya çıxdı.Tərkibində "yalnız" 50 milyon tranzistor olan çox kiçik prosessorların istehsalı. bir qəpik sikkə ölçüsündə bir çipdə eyni texnologiyadan istifadə etməyə başladı. Onlar mobil internet cihazlarında istifadə olunacaq - beləliklə, nanotexnologiya bizə internetin biznes və elmi məlumatlara, təhsil və əyləncə resurslarına daxil olmaqda kömək edəcək.

Bu yaxınlarda xərçəng əleyhinə dərmanlar nanokapsüllər şəklində ortaya çıxdı. Bu cür dərmanlar bütövlükdə bədənə təsir etmədən (ənənəvi onkoloji dərmanlardan fərqli olaraq) əsasən şiş hüceyrələrinə hücum edir, bununla əlaqədar müalicənin effektivliyi dəfələrlə artır. Nanohissəciklər şəklində tətbiq olunarsa, gümüşün antimikrobiyal təsiri kəskin şəkildə artır. Bir neçə ildir ki, tərkibində belə nanogümüş olan yanıqlar və ciddi yaralar üçün müalicəvi sarğılar var. Yaxın gələcəkdə xitozan sarğıların sənaye istehsalına başlanılacaq ki, bu da bəzən yaraların sağalmasını sürətləndirəcək. Sümüklər üçün nanomentin buraxılması planlaşdırılır.Moskva nanotexnoloqları bükülə bilən televizor hazırlayıblar. Onun qalınlığı cəmi bir neçə millimetrdir və üzvi bir LED-dir. Bu gün onun ciddi bir çatışmazlığı var - səth təbəqəsi havada tez pisləşir.

Fraunhofer Integrated Circuits İnstitutunun mühəndisləri 20 millivoltluq giriş gərginliyində işləyə bilən gərginlik transformatoru hazırlayıblar.[6] Bu miniatür elektrik qəbuledicisi ən kiçik cərəyanlarla idarə olunur və onları ətraf mühitdən, məsələn, insan bədəninin istiliyindən əldə etmək olar.

Nanokristallar dedikdə ölçüləri təqribən 5÷100 nm olan və çoxlu atomdan ibarət olan nanozərrəciklər başa düşülür. Ümumiyyətlə, "nanokristal" termini altında makrokristallarda mövcud olan, lakin nanoölçü

diapazonundakı nizamlı quruluş başa düşülür. Əgər nanozərrəcik mürəkkəb forma və quruluşa malikdirsə, onda onu xarakterizə etmək üçün zərrəciyin xətti ölçülərindən deyil, onun hər hansı bir quruluş elementinin ölçülərindən istifadə edilir. Belə zərrəcikləri nanoquruluşlar adlandırırlar və onların xətti ölçüləri 100 nm-dən böyük qiymətlər də ala bilər.

Yarımkeçiricilərin fiziki xassələri, ilk növbədə onlardakı kənar maddələrin idarə olunmayan atom və molekullarının (aşqarların) miqdarı ilə təyin olunur. Məhsulun istehsalı zamanı yerinə yetirilən materialın, xammalın və ya yarım fabrikatın emalı, hazırlanması, xassələrinin, formasının dəyişdirilməsi metodlarının toplusu texnalogiya adlanır. Nanotexnologiyanın əsas xüsusiyyətləri ondan ibarətdir ki, qeyd olunan proseslər nanometr ölçülü miqyaslarda baş verir. Atomun xarakterik ölçüsü bir neçə onlarla nanometr təşkil edir. Nanometrlər diapazonunda xammal olaraq atomlar, molekullar, molekulyar sistemlərdir. Nanotexnologiya, xüsusi fiziki, kimyəvi və bioloji xassələrə malik olan yeni molekulların, nanostrukturların, nanoqurğuların və materialların yaradılması zamanı ayrı-ayrı atomların, molekulların idarə olunması məqsədilə nanometrlik ölçülü fəza oblastlarında fiziki-kimyəvi proseslərin qanunauyğunluqlarını öyrənən bir elm sahəsidir. Elektron texnikasında istifadə edilən meteriallarda belə idarə olunmayan aşqarların konsentrasiyasından asılı olaraq, onlardan hazırlanmış cihazların parametrləri əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir. Bu səbəbdən də yarımkeçiricilərin tərkibindəki idarə olunmayan, eləcə də məqsədyönlü daxil edilmiş aşqar atomlarının paylanması məsələsi əsas texnoloji problemlərdəndir. Nanotexnologiyanın inkişafında əsas iki hadisə xüsusi rol oynayıb: 1982-ci ildə G.Benning, G.Rohrer tərəfindən skanlayıcı tunel mikroskopunun yaradılması və 1986-cı ildə G.Benning, K. Kuatt, K. Gerber tərəfindən skanlayıcı atom-güc mikroskopunun yaradılması və onların nanometrlik diapazonda maddələrin atom quruluşunun vizualizasiyası üçün selvari istifadə olunması.

Hal-hazırda yarımkeçiricilərin alınması üçün müxtəlif texnoloji üsullardan istifadə olunur. Bunlardan biri də zona əritmə üsulu ilə yarımkeçirici materialların təmizlənməsi və ərintidən dartma yolu ilə monokristalların alınmasıdır. Ərimiş halda olan maye zonanı çubuqşəkilli germanium və ya silisium külçəsi boyunca hərəkət etdirməyə başladıqda aşqar atomları maye faza ilə birlikdə hərəkət edərək, çubuğun o biri başına çatdıqda temperatur aşağı salınır. Nəticədə maye zona bərk hala keçir və aşqarlar bu hissədə qalır. Prosesi bir neçə dəfə təkrar etməklə germanium və silisiumu кənar kimyəvi elementlərin atomlarından kifayət qədər yüksək dərəcədə təmizləmək olur. Bu zaman maye faza zonasını əldə etmək üçün xüsusi konstruksiyalı yüksəktezlikli qızdırıcıdan istifadə edilir.

Germanium və silisiumun zona əritmə üsulu ilə təmizlənməsi yalnız istifadə edilən çubuqşəkilli şaquli və ya üfüqi vəziyyətdə yerləşdirilməsi ilə fərqlənir. Germaniumdan silindrik formada düzəldilmiş külçə üfüqi vəziyyətdə qrafit tiqeldə tərpənməz vəziyyətdə yerləşdirilir. Yüksəktezlikli qızdırıcı 50-100 mkm/s sürətlə həmin külçə boyunca hərəkət edir. Maye faza zonasının eni 40-50 mm arasında dəyişir. Təmizlənmiş germanium külçənin uzunluğu 1 m və ondan böyük ola bilər. Əməliyyat hidrogen mühiində aparılır.

Germaniumdan fərqli olaraq, silisium qrafitə qarşı reaksiya verir. Buna görə də silisium üçün əməliyyat təsirsiz qaz mühitində tiqelsiz şaquli vəziyyətdə aparılır. Maye silisiumun səthigərilmə əmsalı böyük olduğundan, bütün proses ərzində ınaye faza zonası öz formasını saxlayır. Hər iki halda alınmış materialın keyfiyyəti onun xüsusi elektrik müqavimatinin ölçülməsi ilə müəyyən edilir.

Mükəmməl quruluşlu germaniumun monokristalının alınması üçün ərintidən kristalın dartılması üsulundan istifadə olunur. Bu məqsədlə içərisində 10^{-4}Pa tərtibində vakuum yaradılmış va ya qoruyucu qaz mühiti olan kamerada xüsusi formalı qrafit qızdırıcının içərisində kvars qab yerləşdirilir. Həmin qabın içərisində maye halda olan germaniumun bütün həcmində temperatur sabit saxlanılır.

Müəyyən kristalloqrafik istiqamətdə yönəldilmiş germanium monokristal külçə xüsusi formalı silindrşəkilli milin ucunda yerləşdirilərək, uc hissəsi maye halda olan germanium ərintisinə salmır və müəyyən müddətdən sonra ona firlanma hərəкəti verilərək kiçik sürətlə yuxarıya doğru qaldırılır. Maye haldakı ərintidən yuxarıya doğru dartılan hissə, kameranın temperaturu aşağı olan hissəsinə daxil olduqda bərkiyərək seçilmiş monokrislal halına keçir. Bu halda yuxarıya doğru dartma sürəti $l0^{-5}$-10^{-4}m/san aralığında dəyişə bilər. Dartılan külçənin diametrini ərintinin temperaturunu dəyişməklə idarə etmək mümkündür. Monokristal külçənin diametrinin külçə boyunca sabit qalması üçün ərintinin temperaturu onda bir dərəcə dəqiqliklə sabit saxlanmalıdır. Bu üsul ilə diametri 10 sm-ə qədər olan germanium monokristal külcələri əldə etmsk mümkündür. Monokristalın dartılması zamanı onun aşqarlanması prosesini də həyata keçirmək olar. Bunun üçün ərintiyə tələb olunan miqdarda aşqar maddəsi əlavə etmək lazımdır. Əksər hallarda n-tip germanium almaq üçün sürmədən, p-tip germanium almaqdan ötrü isə qalliumdan istifadə olunur. Bu üsulla, silisium monokristalını da almaq olur.

Yarımkeçirici birləşmələrin (mürəkkəb yarımkeçiriclərin) alınma texnologiyası elementar (bəsit) yarımkeçiricilərin alınma texnologiyasından yalnız onların əlavə olaraq sintezi əməliyyatı ilə fərqlənir.

Mürəkkəb yarımkeçiricilərin sintezdən sonrakı texnologiyası (təmizlənmə, aşqarlanma, monokristalın göyərdilməsi) elementar yarımkeçiricilərin texnologiyası ilə demək olar ki, eynidir.

Ümumiyyətlə, yarımkeçirici nanomaterialların hazırlanması üçün iki qrup üsul təklif olunur. Birinci grup, yuxaridan-aşağıya olan üsullardır.

Bu qrup üsullarda materialı yonma üsulu ilə kiçik ölçülərə çatdırmaq mümkün olur. Bunlar bəzən fiziki və ya mexaniki üsullar adlanır. Yuxarıdan –aşağıya üsulları ilə müəyyən kiçik ölçüləri əldə etmək mümkündür.

Bu qrup üsulların müəyyən çatışmayan cəhətləri vardır. Bu proses çoxlu material itkisi ilə müşayət olunur va bundan başqa cox kiçik zərrəcikləri əldə etmək çox da asan deyil. Burada istifadə olunan cihazların imkanları da məhduddur. Belə yanaşmalara müxtəlif litoqrafiya üsullarını, ion bombardmanı, elektron va rentgen şüa-litoqrafiyasını misal göstərmək olar. Qeyd olunan üsullar bilavasitə kompyüter qurğularında, müxtəlif disklərin istehsalında, lazer və yüksək keyfiyyətli optik güzgülərin hazırlanmasında, əsas elektrik komponentlərin miniatürləşdirilməsində və s. məqsədlərdə tətbiq olunur.

İkinci qrup isə aşağıdan-yuxarıya üsulları adlanır. Bu qrup üsullarda, proses kiçik ölçülü strukturlardan (məsələn, molekullardan) başlanir və yetişmə prosesində nanoölçüyə çatanda dayandırılır. Bu zaman müxtəlif mexanizmlərin köməyilə zərrəciklərin ölçüsünün və formalaşma prosesinin idarə olunması mümkündür. Bu qrup üsullarda materialların komponentləri eyni vaxtda bir – birinə əlavə olunub, nanotərtibli hissəciklərə çatan kimi prosesin yetişməsi dayandırılır və stabilləşdirilir.

Göstərilən üsulların bir sıra üstün və çatışmayan cəhətləri vardır. İkinci qrupun üstün cəhəti odur ki, nanoölçülü materialları çoxlu miqdarda almaq mümkündür. Bu üsul vasitəsilə tərkibin formalaşması üçün zəhərli maddələrdən istifadə olunması onun çatışmayan cəhətlərindən sayılır. Maddənin son halda tərkibinin qeyri-təmiz alınması mümkündur. Birinci qrup üsullarla alınan materiallar daha təmizdir, lakin qiymət cəhətdən daha baha başa gəlir [2, 5].

Texnologiyada nanohissəciklərin yetişmə prosesinin öyrənilməsi, onların istənilən ölçülərdə alınması və həmçinin ölçülərin istənilən paylanmasının analizi çox vacibdir. Bu analizlərin nəticəsi olaraq nanohissəciklərin alınma texnologiyasını idarəetməklə onların strukturunu, ölçü paylanmasını və s. xassələrini optimallaşdırmaq mümkündür.

Nanomaterialların müxtəlif üsullarla alınma texnologiyarının ən mühümləri aşağıda göstərilmişdir:

- Nanohissaciklərin şüşə matrisdə kristallaşma üsulu. Bu üsulun əsası ondan ibarətdir ki, nanohissəciyin ilkin komponentləri və şüşə matris kvars ampula içərisində yerləşdirilir. Matrisin ərimə temperaturu nanohissəciyin ərimə temperaturundan mütləq aşağı olmalıdır. Qarışıq bircins məhlulun alınmasına qədər qızdırılır. Bu zaman nanohissəciyin komponentləri (anionlar və kationlar) matrisi materialının içində əriyir. Daha sonra qarışıq müəyyən laboratoriya şəraitində soyudulur. Temperaturun azalması ilə anion və kationların ərimə miqdarı azalır. Əmələ gələn mikro-nanokristalların ölçüləri qarışığın bu temperaturda saxlanma müddətindən asılıdır. Bundan sonra məhlul otaq temperaturuna qədər soyudulur. Bu üsul ilə CdS, CdSe nanohissəcikləri borosilikat şüşə matrisində alınmışdır [3]. Bu maddələrdən keçmiş zamanlarda rəngli şüşə istehsalında istifadə olunurdu. Cd, S və Se maddələri ərimiş şüşə silikatına əlavə olunur və soyudulur. Nanohissəciklərin alınmasında istifadə olunan bu üsul dielektrik va yarımkeçiricilər əsasında nanokompozit materialların alınmasına imkan verir. Belə strukturlarda gedən proseslər əsasında yüksək tezlik oblastinda işləyən cihazlar düzəltmək olar. Bu üsul çox məhdud yarımkeçiricilər üçün yarayır, çünki şüşə və bəzi yarımkeçiricilər (məsələn, GaAs) istiyə həssasdırlar və oksidləşmə prosesi onlarda tez baş verir. Göstərilən üsulun köməyi ilə alınmış nanohissəciklərin fiziki-kimyəvi və ölçü xarakteristikaları şüşə matrisin fiziki xassələrindən, temperaturdan və sərf edilən zaman müddətindən asılıdır. Nanohissəcikləri şüşə matrisdə formalaşma üsulu ilə Ekimov və həmkarları [4] 1985-ci ildə məşğul olmuşdurlar. Bu işin maraqlı nəticəsi alınmış hissəciklərin ölçülərinin temperatur və zamandan asılılığının dəqiq tədqiq olunmasıdır.

Bunlardan əlavə, zərrəciklərin ölçü paylanmasını təyin etmək üçün ən məşhur modellərdən biri Lifşits-Slezov modelidir.. Bu model yarımkeçiricilərin şüşə matrisdə yetişmə prosesinin öyrənilməsi üçün öyrənilmişdir. Adi şəraitdə $R=R_{kr}$ nəzərə alınır. $R> R_{kr}$ olanda yetişmə prosesi və $R<R_{kr}$ olanda həll olma prosesi baş verir. Lifşits-Slezov modeli şüşə matris üçün nəzərə alındıqda, sərbəst səthi enerjini təyin etmək üçün əlverişlidir. Bu parametr həm yarımkeçiricinin və həm şüşə matrisin təbiətindən asılıdır [5].

Şüşə matrisdə formalaşma üsulu ilə nanokristalların formalaşma yetişmə sürətini superdoymuş məhlulun miqdarını idarə etməklə zərrəcikl parametrlərini idarə etmək mümkündür.

Bu üsullardan başqa termik buxarlandırma üsulu da məlumdur.Bu üsulla nazik təbəqələr də alına bilər.Belə ki,materialın komponentləri termik üsulla buxarlandırılıb qızdırılmış altlığın üzərinə çökdürülür.Üsulun çatışmayan cəhəti isə nanomaterialların yuxarı temperaturlarda formalaşmasıdır.

Son illərdə nanotexnologiya elmi-nəzəri konsepsiyadan formalar almağa başlayıb.Yarımkeçirici nanohissəciklərdən istifadə edən texnologiyalar tədricən tamamilə fərqli sahələrdə tətbiqlər tapır: tibb, çap,

elektronika - məhsulların bəziləri hələ də prototip səviyyəsində mövcuddur, haradasa texnologiya qismən tətbiq edilib, bəziləri isə artıq praktiki olaraq istifadə olunur.

Ədəbiyyat

1. Алиев М.И., Халилов Х.А., Ибрагимов Г.Б. Доп поглощение ик излучения в In-Ga, As. Физика полупроводников. Сборник ИФАН Азерб.ССР 1991

2. Алиев М.И., Ибрагимов Г.Б. Межподзонные оптические в полупроводниковой квантовой проволоке. Тезисы . Республиканской Межвузовской научной конференции 1992, с.71.

3.Алферов Ж.И, Асеев А.Л., Гапонов С.В. Наноматериалы и нанотехнологии. Микросистемная техника. 2003,No8.

4. Головин Ю.М. Основы нанотехнологий. М.: Машиностроение. 2012.-656с.

5. Иванов А.С., Пахомов Г.И. Физические основы микро и нанотехнологий. учеб. пособие. Пермь: ПНИПУ, 2011.

6. «Нанонаука и нанотехнологии», Энциклопедия систем и жизнеобеспечения М. 2009-1000с.

РЕЗЮМЕ

ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОКРИСТАЛЛОВ

Кардашбекова Н.

***Ключевые слова**: электроника, нанотехнология, технология, нанокристалл, полупроводник, атом, молекула, транзистор, ячейка, концентрация*.

В самом общем смысле к нанотехнологиям относятся создание и использование материалов, устройств и технических систем, функциональность которых определяется их наноструктурой, т. е. их упорядоченными фрагментами размером от 1 до 100 нм.Нанотехнологии — это способ создания наноразмерных структур, придающих материалам и устройствам полезные, часто необычные для нас свойства. Физические свойства полупроводников в первую очередь определяются количеством в них неуправляемых атомов и молекул (примесей) посторонних веществ. Совокупность методов обработки, подготовки, изменения свойств и формы материалов, сырья или полуфабрикатов, выполняемых в процессе производства продукта, называется технологией. Основные черты нанотехнологий заключаются в том, что указанные процессы происходят в нанометровом масштабе. В настоящее время для закупки полупроводников используются различные технологические методы, в статье представлена подробная информация об этих методах.

TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF SEMICONDUCTOR NANOCRYSTALS

Kardashbekova N.

***Keywords**: electronics, nanotechnology, technology, nanocrystal, semiconductor, atom, molecule, transistor, cell, concentration*

In the most general sense, nanotechnologies include the creation and use of materials, devices, and technical systems whose functionality is defined by their nanostructure, i.e., their ordered fragments ranging in size from 1 to 100 nm.Nanotechnology is a way to create nanoscale structures that give materials and devices useful, often unusual, properties for us. The physical properties of semiconductors are primarily determined by the amount of uncontrollable atoms and molecules (dopants) of foreign substances in them. A set of methods of processing, preparing, changing the properties and shape of materials, raw materials or semi-finished products performed during the production of the product is called technology. The main features of nanotechnology are that the mentioned processes take place on the nanometer scale.Currently, various technological methods are used for the purchase of semiconductors. The article provides detailed information about these methods.

ВЛИЯНИЕ КАТИОННОГО ЗАМЕЩЕНИЯ НА СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НИКЕЛЬ-ЦИНКОВЫХ ФЕРРИТОВ ШПИНЕЛЕЙ

[1]Макоед И.И., [2]Римский Г.С., [2]Демиденко О.Ф., [2]Янушкевич К.И.

[1]*Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина,* Брест, Беларусь

[2]*Научно-практический центр НАН РБ по материаловедению, Минск, Беларусь*

igmak2010@yandex.by ; grigorij.rimskij@mail.ru ; kazimiry@inbox.ru

***Ключевые слова**: шпинель, редкие земли, параметры кристаллической решетки.*

Образцы поликристаллического феррита $Ni_{0.80}Zn_{0.20}Fe_{1.95}R_{0.05}O_4$ (R = Er, Tb, Gd, Eu) были приготовлены традиционным методом твердофазной реакции. Влияние катионного замещения на структурные свойства ферритов Ni0,80Zn0,20Fe1,95R0,05O4 изучено экспериментально и теоретически методами рентгеноструктурного анализа. Структурный анализ, выполненный уточнением Ритвельда, подтвердил кубическую структуру шпинели Fd3 мкм (227:1) с небольшим количеством ортоферритной фазы RFeO3. Монотонное изменение параметров кристаллической решетки и структурных свойств наблюдалось для всех образцов, легированных различными R-

катионами. Расчетные значения структурных свойств хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Сложные оксиды железа со структурой шпинели с общей формулой AB_2O_4 (A – ион двухвалентного металла, B – катион Fe^{3+}) – перспективные материалы современной электроники и спинтроники. Свойства ферритов существенно зависят от условий синтеза и состава образцов. Физические свойства ферритов чувствительны к составу и катионному распределению по тетраэдрическим (A) и октаэдрическим (B) кристаллографическим положениям структуры шпинели. Установление структурных характеристик и распределения катионов имеет важное значение для понимания взаимосвязи структуры и физических свойств. В ряде работ были описаны структура и свойства Ni-Zn ферритов, полученных различными способами [1-3]. В общем виде катионное распределение можно представить в виде формулы $(\overrightarrow{Fe}^{3+}_{1-x}\,Zn^{2+}_{x})[\overleftarrow{Fe}^{3+}_{1+x}\,\overleftarrow{Ni}^{2+}_{1-x}]O^{2-}_{4}$. Одним из методов, лежащих в основе синтеза образцов с заданными физическими свойствами, является частичное замещение катионов железа изовалентными катионами редкоземельных элементов. Целью работы является установление оптимальных условий синтеза и структурных параметров образцов $Ni_{0.80}Zn_{0.20}Fe_{1.95}R_{0.05}O_4$ (R = Er, Tb, Gd, Eu) ферритов шпинелей.

Объектами исследования были выбраны объемные поликристаллические образцы катионзамещенной никель-цинковой $Ni_{0.80}Zn_{0.20}Fe_2O_4$ шпинели. Причинами, определяющими большое разнообразие физических свойств ферритов, синтезированных на основе никель-цинковой шпинели, являются как использование разных методов получения, так и вариативность условий синтеза образцов, получаемых в рамках одинаковых методов. Поликристаллические образцы $Ni_{0.80}Zn_{0.20}Fe_{1.95}R_{0.05}O_4$ были синтезированы традиционным методом твердофазных реакций. Исходные порошки R_2O_3 (R = Nd, Gd, Er (все 99,9%)), NiO (99,998%), ZnO (99,99%) и Fe_2O_3 (99,5%) (Sigma Aldrich Chemicals) смешивали в течение 5 ч в сухой агатовой ступке. Полученную смесь предварительно обжигали при температуре 850±50°C в керамическом сосуде на воздухе в течение 5 часов. Окончательное спекание проводили в течение 30 часов при температуре 950±50°C K. Кристаллическую структуру исследовали на основании данных, полученных с использованием дифрактометра ДРОН-3М с излучением Cu Kα. Анализ по методу Ритвельда выполняли в программе JANA2006 [4].

Дифрактограммы образцов изображены на рисунке 1. Как видно, образцы кристаллизуются в структуре кубической шпинели со следами вторичной фазы соответствующих ортоферритов $RFeO_3$. Значения параметров решеток, представленные в таблице, хорошо согласуются с известными литературными данными.

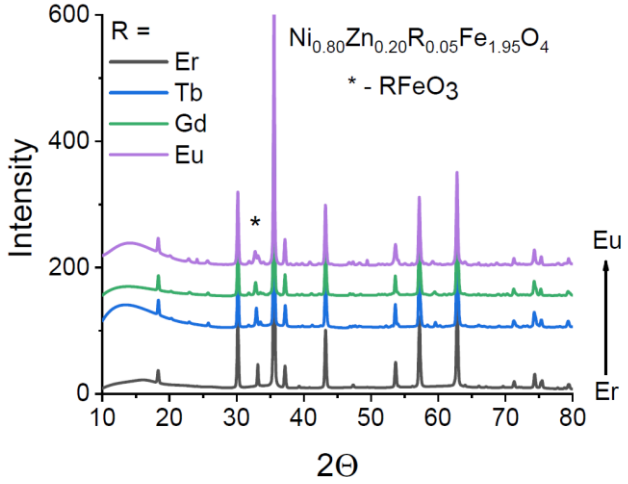


Рисунок 1. Дифрактограммы образцов $Ni_{0.80}Zn_{0.20}R_{0.05}Fe_{1.95}O_4$ (R = Er, Tb, Gd, Eu)

Замещение ионов железа редкоземельными ионами приводит к формированию дополнительной фазы в виде ортоферритов $RFeO_3$ [5, 6] и систематическому изменению параметров кристаллической решетки из-за различия величин радиусов катиона железа и катионов редкоземельных элементов. Параметры и объемы элементарных ячеек увеличиваются с ростом величин радиусов R-катионов.

R=	$Ni_{0.80}Zn_{0.20}R_{0.05}Fe_{1.95}O_4$		$RFeO_3$				Параметры фитинга		
	Fd-3m (227:1)		Pbnm (62) α=β=γ=90				GOF	Rp	wRp
	a, Å	V, Å^3	a, Å	b, Å	c, Å	V, Å^3			
Er	8.3508	582.4	5.2538	5.5579	7.5914	221.7	0.86	18.53	24.73
Tb	8.3516	582.5	5.3290	5.5940	7.6460	227.9	0.86	16.68	23.34
Gd	8.3612	584.5	5.3490	5.6110	7.6690	230.2	0.82	18.09	25.19
Eu	8.3580	583.9	5.3726	5.6049	7.6782	231.2	0.87	17.19	24.07

Вызванные замещениями трансформации кристаллической решетки вследствие смещения ионов кислорода приводят к увеличению объема тетраэдрических пор и уменьшению объемов октаэдрических пор по отношению к данным параметрам $Ni_{0.80}Zn_{0.20}R_{0.05}Fe_{2.00}O_4$ шпинели. В результате значения радиусов тетра (r_A) и окта (r_B) пор сближаются по абсолютной величине. Это вызвано изменением величины кислородного параметра u, который связан со средними ионными радиусами тетра- и октаэдрических пор: $u = \left[\left(\frac{r_{tet} + R_O}{\sqrt{3}a} + 0.25\right)\right]$, $r_A = (u - 0.25)a\sqrt{3} - R_O$, $r_B = \left(\frac{5}{8} - u\right)a - R_O$, где R_0 – радиус иона кислорода [7]. Рассчитанные с учетом величины кислородного параметра параметры кристаллических решеток образцов не более чем на 0.4% отличаются от экспериментальных значений.

Как известно, [1,2] ионы Zn^{2+} обладают сильным предпочтением к тетраэдрическому окружению анионов. В связи с этим, замещение происходит в тетраэдрических положениях. При этом, наряду с уменьшением намагниченности (A) – подрешетки, происходит увеличение намагниченности [B] – подрешетки, вызванное переходом в октаэдрические положения ионов Fe^{3+}, вытесняемых диамагнитными ионами Zn^{2+} из тетраэдрических мест. В итоге возрастает результирующий магнитный момент. Вместе с тем, с уменьшением числа косвенных (через ионы кислорода) обменных взаимодействий типа (A)–O–[B], уменьшается и энергия межподрешеточного взаимодействия. Это приводит к снижению величины намагниченности при достижении концентрации x>0.50 катионов Zn^{2+}. В результате возрастает роль внутриподрешеточного [B]–O–[B] взаимодействия, которое при концентрации (x=1) Zn^{2+} ориентирует магнитные моменты ионов Fe^{3+}, которые находятся в [B]–подрешетке, антипараллельно друг другу. С ростом концентрации катионов Zn^{2+}, вследствие уменьшения магнитного момента тетраэдрической подрешетки, результирующий магнитный момент должен увеличиваться.

Расстояние между магнитными ионами называется длиной прыжка между тетраэдрическими и октаэдрическими порами (L_A и L_B соответственно) и определяет условия спинового взаимодействия магнитоактивных катионов. Длины прыжков были рассчитаны с использованием уравнений $L_A = \frac{a\sqrt{3}}{4}$, $L_B = \frac{a\sqrt{2}}{4}$ [8]. Результаты представлены на рисунке 2. Рассчитанные значения величин кислородного параметра на 3,6% больше величины 0,375 идеального параметра [7]. Размеры кристаллитов не превышают 50 нм, что дает возможность использовать для оценки размеров кристаллитов формулу Шерера $D_{hkl} = 0.9\lambda/\cos\theta$ [9,10]. Рассчитанные значения величины D уменьшаются с ростом величин радиусов R^{3+} - катионов от 42,31 нм (Er^{3+}) до 41,70 нм (Eu^{3+}). Восстановленные зависимости величин L_A и L_B от типа R-катиона показывают тенденцию к снижению длин прыжка с увеличением размеров кристаллитов. Для всех исследованных образцов соотношение длин прыжков $L_A > L_B$, что указывает на меньшую вероятность обмена электронами между узлами A и B, чем между узлами B и B кристаллических решеток.

Уравнения для расчета тетраэдрических и октаэдрических длин связей (d_{AL} и d_{BL}), длин ребер тетраэдров (d_{AE} и d_{BE}) [11]: $d_{AL} = a\sqrt{3}(u - 0.25)$, $d_{BL} = a\sqrt{3u^2 - \frac{11}{4}u + \frac{43}{64}}$, $d_{AE} = a\sqrt{2}(2u - 0.5)$, $d_{BE} = a\sqrt{2}(1 - 2u)$.

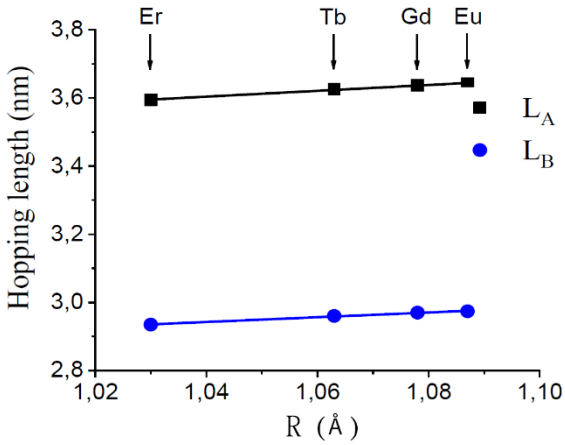


Рисунок 2. Зависимость длины прыжка (L_A и L_B), от величины радиуса R-катиона

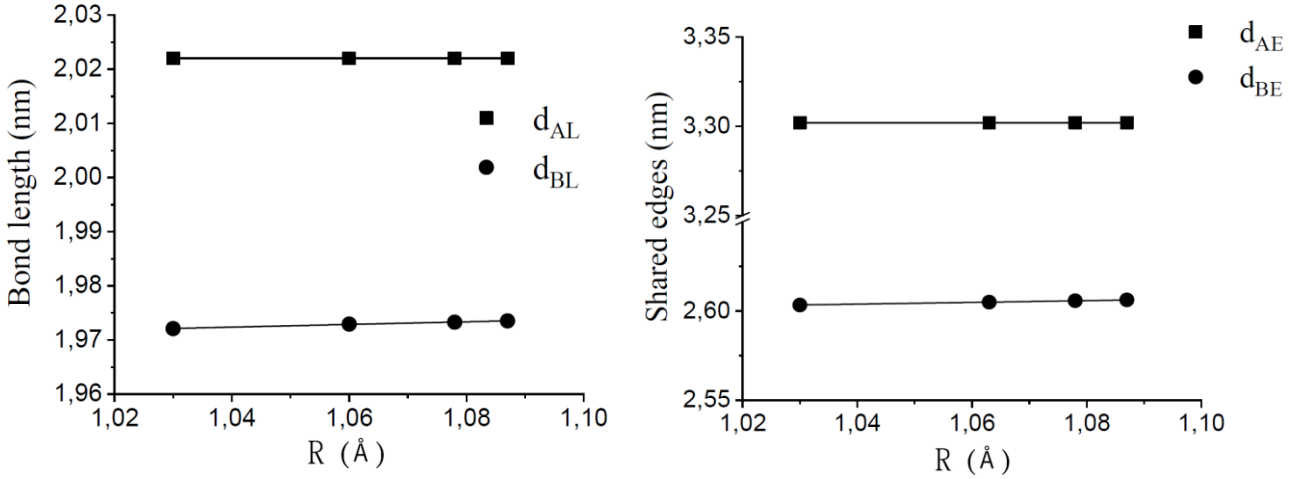


Рисунок 3. Зависимости длин связей (d_{AL}, d_{AL}) и длин ребер (d_{AE}, d_{BE}) от величины радиуса R-катиона

Частичное замещение катионов Fe^{3+} изовалентными катионами редкоземельных элементов вызывает химическое давление, которое влияет на валентный угол Fe-O-Fe и приводит к систематическому изменению структурных и магнитных характеристик образцов. Полученные результаты могут быть использованы как при изучении структуры и магнитных свойств оксидных кристаллов со структурой шпинели, так и при экспериментальных исследованиях и при синтезе новых материалов с заданными физическими свойствами.

Литература

1. Крупичка, С. Физика ферритов и родственных им магнитных окислов / С. Крупичка. – М.: Мир, 1976. – Т. 1. – 353 с.

2. Данилькевич, М.И. Диэлектрические свойства оксидных феррошпинелей с различным магнитным разбавлением / М.И. Данилькевич // Неорг. м–лы. – 1997. – No 3. – С. 375–378.

3. Krishna, K. Structural and Electrical Conductivity Studies in Nickel-Zinc Ferrite / K. Krishna, K. Kumar and D. Ravinder // Adv. Mater. Phys. Chem. – 2012. – Vol. 2. – No. 3, – p. 185-191.

4. Petříček, V. Crystallographic Computing System JANA2006: General features / V. Petříček, M. Dušek, L. Palatinus // Z. Kristallogr. – 2014. – Vol. 229(5). – P.345–352.

5. Rezlescu N. Effects of the rare-earth ions on some properties of a nickel–zinc ferrite / N. Rezlescu [et al] // J Phys : Condens Matter. –1994. – Vol. 6. – P. 570–571.

6. Kulkarni, V.D. Structural and Morphological Properties of La^{3+} Doped Ni-Zn Nanoferrite / V. D. Kulkarni, S. M. Rathod // Int. J. Eng.Res. Appl. – 2017. – Vol. 7(12). – P. 49–53.

7. Akhtar, M.N. Effect of rare earth doping on the structural and magnetic features of nanocrystalline spinel ferrites prepared via sol gel route / M.N. Akhtar, M.A. Khan // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2018. – Vol. 460. – P.268–277.

8. Paramesh D. Influence of nickel addition on structural and magnetic properties of aluminium substituted Ni-Zn ferrite nanoparticles / D. Paramesh [et al] // Processing and Application of Ceramics. – 2016. – Vol. 10. – No 3. – P.161–167.

9. Langford, J.I. Scherrer after sixty years: a survey and some new results in the determination of crystallite size / J.I. Langford, A. Wilson // J. Appl. Crystallogr. – 1978. – Vol. 11. – p. 102-113.

10. Holzwarth, U. The Scherrer equation versus the «Debye-Scherrer equation» / U. Holzwarth, N. Gibson // Nat. Nanotechnol. – 2011. – Vol. 6. – P. 534.

11. Akhtar M.N. Systematic Study of Ce3+ on the Structural and Magnetic Properties of Cu Nanosized Ferrites for Potential Applications / M. N. Akhtar [et al] // J. Rare Earths. – 2017. – Vol. 36. – P.156–164.

XÜLASƏ

SPİNEL NİKEL-SİNK FERRİTLƏRİNİN STRUKTUR XÜSUSİYYƏTLƏRİNƏ KATİONİK ƏVƏZETMƏNİN TƏSİRİ

Makoyed İ.İ., Rimskiy Q.S,, Demidenko O.F., Yanuşkeviç K.İ.

***Açar sözlər**: şpinel, kristal qəfəs parametrləri.*

Polikristal $Ni_{0.80}Zn_{0.20}Fe_{1.95}R_{0.05}O_4$ (R = Er, Tb, Gd, Eu) ferrit nümunələri adi bərk cisim reaksiyası üsulu ilə hazırlanmışdır. $Ni_{0.80}Zn_{0.20}Fe_{1.95}R_{0.05}O_4$ ferritlərinin struktur xassələrinə kation əvəzetməsinin təsiri rentgen şüalarının difraksiya üsullarından istifadə etməklə təcrübi və nəzəri cəhətdən öyrənilmişdir. Rietveld zərifliyi ilə yerinə yetirilən struktur analizi, az miqdarda RFeO3 ortoferrit fazası olan kub $Fd\bar{3}m$ (227:1) şpinel strukturunu təsdiqlədi. Müxtəlif R-kationlarla aşqarlanmış bütün nümunələr üçün kristal qəfəsin parametrlərində və struktur xüsusiyyətlərində monoton dəyişiklik müşahidə edilmişdir. Quruluş xüsusiyyətlərinin hesablanmış dəyərləri eksperimental məlumatlarla yaxşı uyğun gəlir.

SUMMARY

INFLUENCE OF CATION SUBSTITUTION ON THE STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF NICKEL-ZINC FERRITES SPINELS

Makoed I.I., Rimsky G.S, Demidenko O.F., Yanushkevich K.I.

***Key words:** spinel, lattice parameters.*

Polycrystalline $Ni_{0.80}Zn_{0.20}Fe_{1.95}R_{0.05}O_4$ (R = Er, Tb, Gd, Eu) ferrite samples were prepared using the conventional solid-state reaction method. The effect of cationic substitution on the structural properties of the $Ni_{0.80}Zn_{0.20}Fe_{1.95}R_{0.05}O_4$ ferrites has been experimentally and theoretically studied using X-ray diffraction methods. Structural analysis accomplished by Rietveld refinement has confirmed a cubic $Fd\bar{3}m$ (227:1) spinel structure with a small amount of $RFeO_3$ orthoferrite phase. Monotonic change in crystal lattice parameters and structural characteristics have been observed for all samples doped by different R-cations. The calculated values of the structure characteristics is in good agreement with the experimental data.

РАДИОТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ γ-ОБЛУЧЕННЫХ КОМПОЗИЦИЙ ПОЛИПРОПИЛЕН+Х ОБ.%Na^+-МОНТМОРИЛЛОНИТ

Мамедова Р.Л., Шахсуварова Г.А., Айвазова З.Н.

Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан

rasmiyya2011@mail.ru

***Ключевые слова**: Na^+-монтмориллонит, полипропилен, спектры радиотермолюминесценции, низкая температура, композиционные материалы.*

Для улучшения эксплуатационных характеристик полимерных материалов широко применяют различные физико-химические методы, в том числе и радиационные. Однако сведения о совместном влиянии С60 и γ-излучения на структуру и свойства полимерных материалов активно изучается и целесообразно отметить необходимость поиска новых материалов, устойчивых к радиационному воздействию [1-4]. Радиационная стойкость полимеров определяется способностью к сохранению исходного химического состава, свойств и структуры в процессе или после воздействия ионизирующего излучения. Она зависит от различных факторов – вида радиации, режима, мощности и длительности облучения, размеров облучаемого образца, внешних условий (температуры, давления, влажности), также от количества растворенного в полимере кислорода воздуха и скорости его поступления из окружающей среды [5-8].

Метод РТЛ основан на наблюдении термолюминесценции исследуемых веществ, облученных при низких температурах быстрыми электронами или гамма-лучами. Это свечение связано с рекомбинацией ионов, стабилизированных в веществе во время его облучения. Характерная особенность РТЛ заключается в том, что интенсивность свечения резко увеличивается (проходит через максимумы) в тех интервалах температур, в которых начинается движение сегментов молекул или молекул в целом. В частности, при разогреве облученных кристаллов наблюдаются вспышки в

момент перестройки кристаллической решетки и во время плавления. Эта особенность РТЛ позволяет применить этот метод для исследования структурных переходов в веществах [9-10].

В свете вышеизложенного в настоящей работе исследовали спектры радиотермолюминесценции композиционных материалов на базе полипропилена модифицированные Na^+-монтмориллонитом.

Методика эксперимента.

Метод РТЛ состоит из трех этапов: облучение исследуемого образца при низкой температуре, последующего плавного разогрева облученного образца и одновременной с ним регистрацией свечения.

Объектами исследований были композиции на основе ПП с наполнителем Na^+ монтмориллонита. Na^+ монтмориллонит это глина оброзовавщаяся выветривания, лишайников и грибков. Его кристаллы имеют зерноразмером менее 1-2 мкм, а также из за сложной структуры обладают наличием отрицательных и положительных зарядов, вследствие чего данный материал может связывать на себя как катионное так и анионное вещество. Неионное вещество часто связывается с монтмориллонитом через побочную валентность. Монтмориллонит обладает свойством связывать в большом количестве своей поверхностьной площадью и пространством между слоями кристалла различные вредные вещества.

Образцы композитов в виде диска получали из гомогенной смеси порошков ПП+х об%Na^+(ММТ) размером частиц до 100 мкм. Образцы, используемые для РТЛ анализа, помещались на дно нержавеющей чашки диаметром 8 мм, покрывались нержавеющей сеткой для выхода света. Перед облучением образцы в чашках вакуумировали в стеклянной ампуле до давления 0,0133Па и охлаждали до температуры 77 К погружением в сосуд с жидким азотом. Время вакуумирования *t*, необходимое для удаления растворенных в образце газов, определяли в зависимости от толщины пленок по формуле

$$t = \frac{d^2}{4k},$$

где d − толщина пленок, k – коэффициент диффузии воздуха в полимере $\approx 10^{-3}$м^2/с [9]. Облучение проводилось γ-излучением ^{60}Co на установке РХ-γ-30 при температуре 77 К, мощность дозы облучения составляла 50кГр/ч. РТЛ спектры, снимались на приборе ТЛГ-69М, при скорости нагрева 12 град/мин в интервале температур от 77 до 500 К. Свечение образца регистрируется в интервале 300−820 нм с помощью фотоэлектрического умножителя ФЭУ-51. Температура образца регистрировалась термопарой медь-константан. Эффективную энергию активации E_a, соответствующую γ-процессу, определяли методом полуширины пиков РТЛ, отдельные значения E_a сопоставляли с результатами, полученными методом начальных скоростей. Расчеты были произведены по формуле

$$E_a \frac{E_- + E_+}{2} \text{ где, } E_- = \frac{0{,}98 T_m T_+}{T_m - T_-},\ E_+ = \frac{1{,}42 T_m T_-}{T_+ - T_m}$$

Здесь T_m – температура максимума интенсивности на кривой РТЛ; T_- и T_+ − температуры низкотемпературной и высокотемпературной стороны максимума высвечивания в точке, где интенсивность равна половине максимальной; k − постоянная Больцмана.

Блок-схема измерительной установки приводится на рис.1. Отличительной особенностью системы, показанной на рис. 1 является то, что в одной вакуумированной камере (2) помещается система возбуждения ТЛ электрическим полем (4,12) и система регистрации свечения (5) и (6), а также возможность регистрации термостимулированных токов (ТСТ) через усилитель (9) с последующей регистрацией тока и фототока (8) на одном самописце (10). С помощью двигателя (7) образцы пленок поочередно передвигаются на тефлоновом диске на поверхность высоковольтного предварительно охлажденного до 77К электрода (4) и после возбуждения ТЛ, этот же диск, вращаясь, переносит образец (1) под ФЭУ на поверхность другого электрода, где налажена система обогрева с регистрацией температуры термопарой медь-константан (11). Отметим, что на приведенной системе также можно осуществить разрядную обработку полимера электронами некотором расстоянии для зажигания разрядов.

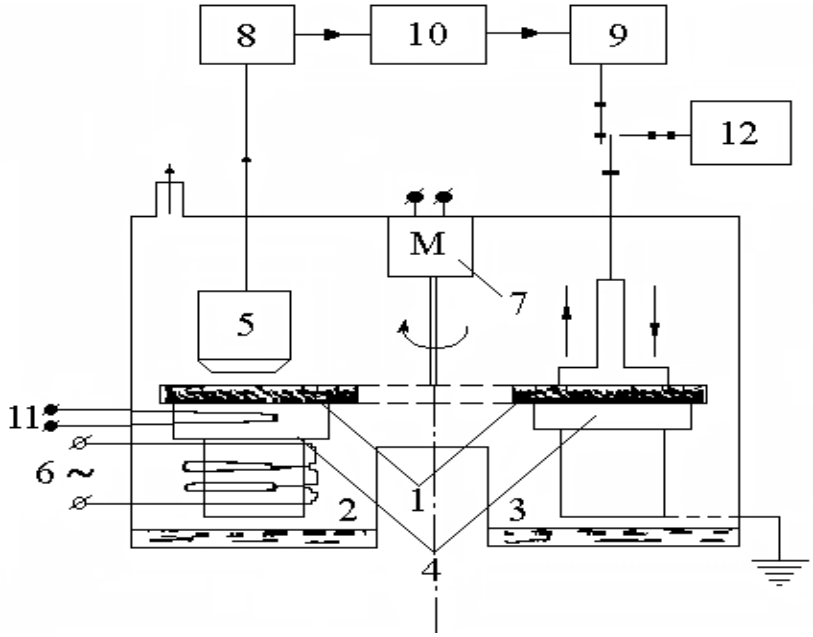


Рис.1. Блок-схема регистрации РТЛ.

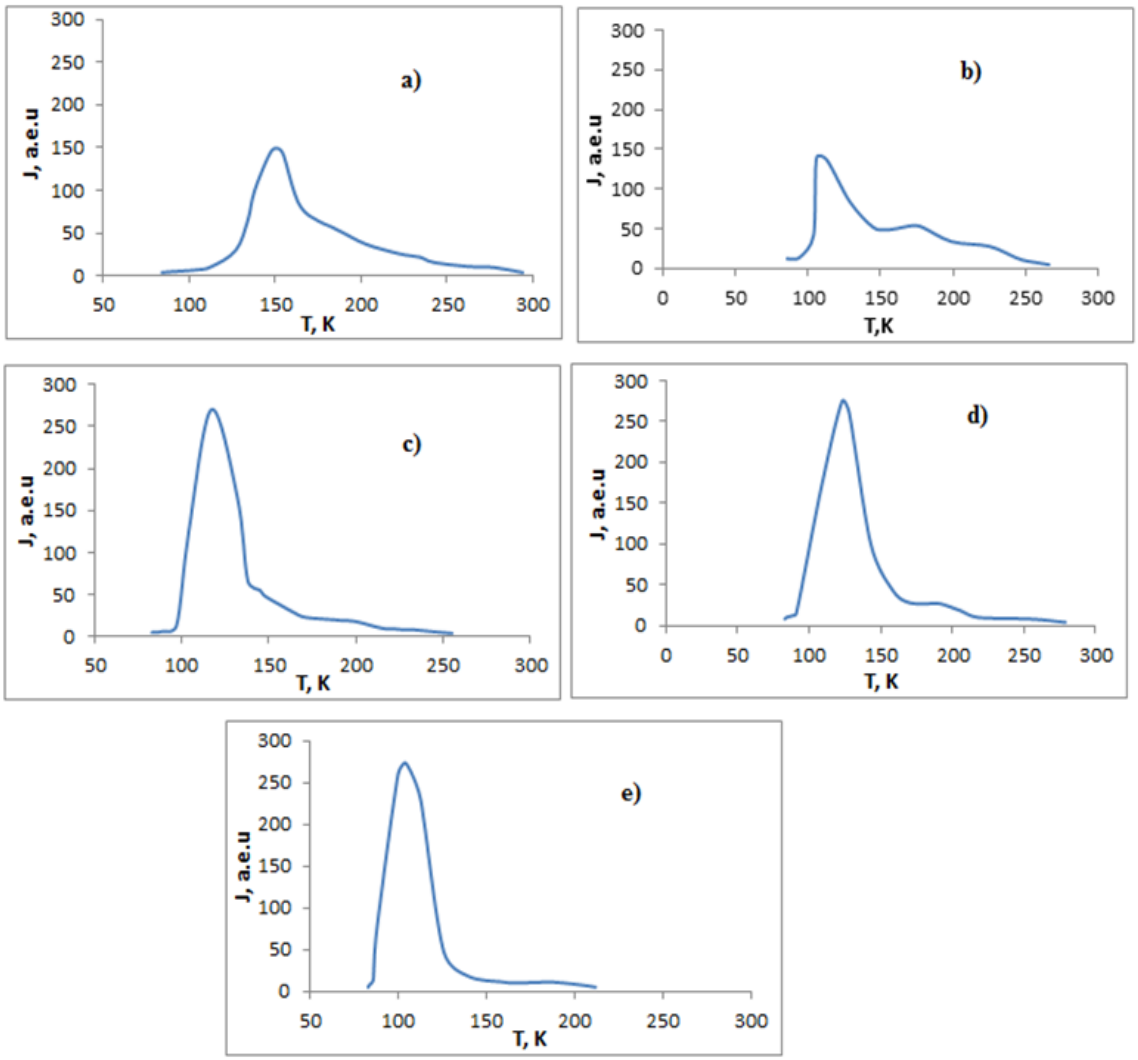


Рис. 2. Спектры радиотермолюминесценции композитов ПП+ x об%Na^+(ММТ), где a-x= 0; b-x=10; c -x= 20; d-x=30; e-x=40.

Образцы для исследования готовились в следующей последовательности: измельченный наполнитель Na^+(ММТ) в виде порошка смешали с различным объемным процентным содержанием полимера связующий ПП. Далее эта порошковая смесь прессовалась в течение 10 мин под давлением 15МПа, температура прессования $T_{пр} = 430 \pm 5K$. Полученные прессованные образцы имели диаметр 7мм, толщина 200мкм. Образцы закреплялись внутри металлических кювет, кюветы помещали в стеклянные ампулы и вакуумировали их при давлении 0,133 Па для того, чтобы избежать влияния растворенного в полимере кислорода на кривую высвечивания. Измерения РТЛ композиций ПП+Na^+(ММТ) проводились на измерительной установке, описанной на рис. 1.
Кривые РТЛ записывались при плавном разогреве образца со скоростью 10-12 град/мин в интервале температур 77-400К (рис. 2).

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Результаты исследования спектров РТЛ композитов ПП+х об% Na^+(ММТ)приведены на рис. 2. Исследования проводились в композитах с наполнителями 0, 10, 20, 30, 40 об% Na^+(ММТ). Как следует из рис. 2 на кривой чистого пропилена (х=0) при температуре 150К наблюдается яркий максимум, область спектральной чувствительности 100-250К, на кривой РТЛ композита ПП+20 об%Na^+(ММТ) при температуре 108К наблюдаются яркие максимумы, при температурах 170-225К размытые максимумы. Область спектралной чувствительности соответствует температурному интервалу 100-240К. На кривой РТЛ композита с наполнителем 30 об%Na^+(ММТ)яркий максимум наблюдается при 125К, для этого композита второй размытый максимум наблюдается при температуре 190К, а область спектральной чувствительности соответствует температурному интервалу 90-170 К. Яркий максимум на кривой РТЛ с наполнителем 40 об%Na^+(ММТ)наблюдается при температуре 106К, незначительный размытый максимум при 190К, а область спектральной чувствительности соответствует температурному интервалу 90-120 К. Интенсивность РТЛ излучения композитов ПП+ х об%Na^+(ММТ)при относительно малом содержании наполнителя (0-10 об% Na^+(ММТ)) практически остается постоянной, а с увеличением объемного содержания наполнителя до 20 об%Na^+(ММТ) резко увеличивается, однако, с дальнейшим увеличением содержания наполнителя остается постоянной. Из полученных результатов видно, что для чистого ПП (рис.2.а) характерный γ- релаксационный пик при 150К с увеличением содержания наполнителя до 10 об%Na^+(ММТ) смещается в область низких температур (108К). Когда в композите количество наполнителя составляет 20 об% пик перемещается на 4К в область низких температур. С дальнейшим увеличением содержания наполнителя до 30 об% Na^+(ММТ) максимум на кривой РТЛ смещается в область более высоких температур 125К. Для композита с наполнителем 40 об%Na^+(ММТ) яркий пик наблюдается при более низкой температуре 106 К. Кроме того, наблюдается возрастание интенсивности свечений композитов.

Для композиций ПП/Na^+(ММТ) соответственные пики свечения, как видно из рис.2, совпадают с областью свечения ПП, соответствующей гамма-релаксационным процессам полимера в области температур 100- 200 К. Причем, с увеличением объемного содержания наполнителя до 20 об% в композициях наблюдается резкое увеличение интенсивности свечение РТЛ, это увеличение интенсивности остается постоянной и для композитов 30 и 40 об% Na^+(ММТ).

Заключение.

Установлено, что радиационная модификация люминесцентных свойств композитов ПП/Na^+(ММТ) обусловлена изменениями в надмолекулярной структуре, также процессами, происходящими на межфазной границе полимерной матрицы с наполнителем Na^+монтмориллонита.

Литература

1. Aulov V.A., Kuchkina I.O., Feldman V.I., Ozerin A.N. *High Energy Chemistry*, **B48**, 20 (2014).

2. Maharramov A.M., Ismayilova R.S., Kuliev M.M., Mammadova R.L. *Problems of Atomic Science and Technology (VANT)*, Ukraine, **4**, 128, 31 (2020).

3. Smirnov Yu.N., Allayarov S.R., Lesnichaya V.A., Ol'khov Yu.A., Belov G.P., Dixon D.A., *Khimiya Vysokikh Energii*, **B**43, 6, 505 (2009).

4. Diène N., Adams T. *Global Conference on Polymer and Composite Materials (PCM 2014) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* **62**, Ningbo, China. 27-29 May, 012025 (2014)

5. Mubarak A.Kh., Ruhul A.Kh., Haydaruzzaman, Ghoshal S.M., Siddiky N.A., and Saha M. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, **48** 542 (2009)

6. Albano, Carmen, Perera, Rosestela, & Silva, Pedro. Revista Latinoamericana de *Metalurgia y Materiales*, **30,** 1, 3 (2010).

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0255-69522010000100002&lng=en&tlng=en

7. Varga J., *Crystallization, melting and supermolecular structure of isotatic polypropylene. In: Karger-Kocsis J. (ed.), Polypropylene: Structure, Blends and Composites.* London (UK): Chapman & Hall, , Vol. I: Structure and Morphology, 56 (1995)

8. Phillips R.A., Wolkowicz M.D., *Structure and Morphology. In: Moore EP. (ed.), Polypropylene Handbook.* New York (USA): Hanser, 113 p. (1996)

9. Hamour N., Boukerrou A., Djidjelli H., Yefsah R., Corn S., El Hage R., Bergeret A. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, **31**, 5, 598 (2017).

10. Gojayev E.M., Nabiyev N.S., Ramazanov M.A., Kahramanov K.Sh., Alieva Sh.V., Ismailov A.A.. Investigations microrelief of the surface, dielectric properties and fluorescence spectrum of natural composite - fish scales Physical Science International Journal **6**, 1, 45, 9(2015), Article no.PSIJ.2015.032

XÜLASƏ

γ - ŞÜALANMANIN TƏSİRİNƏ MƏRUZ QALMIŞ POLİPROPİLEN +X %Na^+- MONTMORİLLONİT NÜMUNƏLƏRİNDƏ RADİOTERMOLUMİNESSENSİYASI

Məmmədova R.L, Şahsuvarova Q. Ə., Ayvazova Z.H.

***Açar sözlər**: Na+-montmorillonit, polipropilen, radiotermolüminessent spektrlər, aşağı temperatur, kompozit materiallar*

Məqalədə Na + -montmorillonit (Na + (MMT)) ilə doldurulmuş və 50 kGy/ saat şüalanma dozası ilə Co60 şüaları ilə şüalanmış PP matrisi əsasında kompozit materialların radiotermolüminessent spektrlərinin tədqiqinin nəticələri təqdim olunur. PP + x vol% Na + (MMT) kompozitləri üçün effektiv aktivləşdirmə enerjilərini təyin etmək üçün RTL piklərinin yarımenin təyini metodlarından istifadə edilmişdir.

SUMMARY

RADIOTERMOLUMINESCENCE OF γ-IRRADIATED COMPOSITIONS OF POLYPROPYLENE+X VOL.%Na+-MONTMORRILLONITE

Mammadova R.L., Shahsuvarova Q.A., Ayvazova Z.H.

***Keywords**: Na^+ -montmorillonite, polypropylene, radiothermoluminescence spectra, low temperature, composite materials*.

The paper presents the results of a study of the radiothermoluminescence spectra of composite materials based on a PP matrix, filled with Na^+ -montmorillonite (Na^+ (MMT)) and irradiated with Co60 rays at an irradiation dose rate of 50 kGy / h. The effective activation energies of the processes of PP + x vol% Na^+ (MMT) composites have been determined by the RTL peak half width methods.

FİZİKA VƏ TEXNİKİ FƏNLƏRİN TƏDRİSİ METODİKASI
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН
METHODOLOGY OF TEACHING PHYSICS AND TECHNICAL DISCIPLINES

FİZİKANIN TƏDRİSİNDƏ MÜASİR PEDAQOJİ TEXNOLOGİYALARDAN VƏ MÜASİR TƏLİM PRİNSİPİNDƏN İSTİFADƏ EDƏRƏK TƏLİM-TƏRBİYƏ MÜHİTİNİN YARADILMASI

Həşimova A.İ., Sadıqova S.R.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
hasimovaaynur@gmail.com

Açar sözlər: təlim, tərbiyə, əməkdaşlıq, müəllim, şagird, interaktiv təlim

Təhsil sistemində aparılan tədqiqat və araşdırmalar, belə bir nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, öyrənənlər üçün biliklərin əldə edilməsində yeni təlim texnologiyalarının mühüm rolu var. Yeni təlim texnologiyası dedikdə, müəllim və şagirdlərin birlikdə əməkdaşlığı sayəsində həyata keçirdikləri metod və priyomların sistemli şəkildə tətbiqi nəzərdə tutulur. İstər təlim şəraitində, istərsə də tərbiyə şəraitində, istifadə edilən metodlar, texnikalar, üsul və vasitələr tez-tez təzələnməlidir. Dövrün tələbi nəzərə alınaraq sistemli şəkildə inkişaf etdirilməlidir.

Yeni təhsil sisteminin əsas məqsədi təhsilin humanistləşdirilməsi, demokratikləşdirilməsi, differensiallaşdırılması, fərdiləşdirilməsi və inteqrasiya prinsiplərinə söykənərək təhsil alanın şəxsiyyət kimi formalaşmasına, onun təlim-tərbiyə prosesinin əsas subyektinə çevrilməsinə zəmin yaratmasıdır. [2]

Azərbaycan təhsilində yeni prinsiplərin təlim texnologiyalarının fizikanın tədrisinə intensiv formada tətbiqi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Yeni texnologiyaların tətbiq olunmasında fəal-interaktiv təlim metodlarının rolu böyükdür. Çünki pedaqoji texnologiyalara fəal-interaktiv təlim metodlarının daxil edilməsi şagirdlərdə təlim-tərbiyənin keyfiyyətcə yüksəlməsinə geniş şərait yaradır.

Yeni pedaqoji və təlim texnologiyalarının təhsilimizə gətirilməsi heç də o demək deyil ki, tədris metodikasının və məktəb praktikasının varisliyinə xələl gətirir, əksinə onu daha da inkişaf etdirir.

Təhsil sistemində aparılan tədqiqat və araşdırmalar, belə bir nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, öyrənənlər üçün biliklərin əldə edilməsində yeni təlim texnologiyalarının mühüm rolu var.

Yeni təlim texnologiyası dedikdə, müəllim və şagirdlərin birlikdə əməkdaşlığı sayəsində həyata keçirdikləri metod və priyomların sistemli şəkildə tətbiqi nəzərdə tutulur. Fizikanın tədrisində müasir texnologiyanın mahiyyətinə gəldikdə onu da qeyd etmək lazımdır ki, məzmun nə qədər əhatəli olsa da, təlim texnologiyalarının tətbiqi prinsipində ayrı ayrı metod və priyomlara istinad etmək lazım gəlir. Unutmaq olmaz ki, şagirdlərin elmlərin və fənlərin əsasları üzrə qazandıqları bilikləri praktik fəaliyyətə tətbiq etmək bacarığı və s. inkişafetdirici interaktiv metod və üsulların vasitəsilə təmin olunur. Əgər müəllim şagirdə hazır bilik verərsə, onu ancaq yadda saxlamaq lazım gəlir. Heç şübhəsiz, belə halda şagirddən müvafiq idrak fəaliyyəti gözləmək mümükün olmur. Pis müəllim həqiqəti olduğu kimi çatdırır, yaxşı müəllim isə həqiqətə çatmağın yolunu öyrədir. Məhz müəllimin müasir təlim prinsiplərindən istifadə edərək təlim-tərbiyə sisteminin balanslı şəkildə qurulması fizikanın tədrisində müvafiq mövzuların öyrənilməsində şagirdin təlimə marağına səbəb olan amillərdən biridir. Bugün bütün məktəblərdə fəal idrak prinsipindən istifadə edərək elə tədris prosesi təşkil olunmalıdır ki, o , idrak fəallığı, təbii öyrənmə fəaliyyəti doğursun, şagirdə ilk kəşf sevinci keçirməyə imkan versin, onda yeni biliklərə yiyələnmək həvəsi yaratsın. İdrak fəalığı ilk növbədə təfəkkürün fəallaşdırılması əsasında yaranır. Buna nail olmaq üçün birinci növbədə təlim prosesində idrak fəallığını stimullaşıran problemli situasiyalar yaradılmalıdır. Uşaqda bu problemin həlli tələbatının yaranması nəticəsində bütün idrak prosesləri də fəallaşır, o, yeni bilkləri kəşf etməyə yönəlir. [1]

Fizikanın tədrisində yeni texnologiyalardan, o cümlədən interaktiv təlim metodlarından istifadə şagirdlərin dərs prosesində fəallığını artırır. Buna görə də interaktiv təlim metodlarından istifadə edən hər bir fizika müəllimi özü interaktiv texnologiyalardan istifadəyə hazır olmalı, dərsə qədər nəql edəcəyi hər bir hadisəni əvvəlcədən nəzərə almağı bacarmalıdır. Bu istiqamətdə tədris proqramının əsas mahiyyətinə xüsusi diqqət yetirilməlidir.

Fizika proqramlarında hər mövzu üzrə nəzəri, laborator, ekskursiya və praktik materialların həcmi göstərilmişdir. Məsələn: Fiziki anlayışlar., Fiziki kəmiyyətlər və onların ölçmə vasitələri mövzusunda şagirdlər fiziki anlayış və kəmiyyətlərlə tanış olmalı və praktikada tətbiq etməyi bacarmalıdır. Bu mövzu ilə əlaqədar şagirdlərə cihazları (ruletka, tərəzi, menzurka və s.) sərbəst şəkildə istifadə etmək bacarıqları aşılanmalıdır. Şagirdlər əməkdaşlıq prinsipi əsasında mayelərin və kiçik ölçülü bərk cismlərin həcmini ölçmək üçün işlədilən bölgülü qab-menzurka və cismlərin kütlələrini təyin etmək üçün tərəzi və çəki daşlarından istifadə edərək sərbəst şəkildə təcrübə apara bilərlər. Bu da onu göstərir ki müəllim-şagird qarşılıqlı münasibətləri sistemində bu subyektlərin hər biri təlim prosesində tərəf müqabili kimi iştirak etməlidirlər. Təlim müddəti ərzində müəllim və şagird arasında yaranan qarşlıqlı əks əlaqə, onların tərəfdaş kimi münasibətləri bu prinsipin əsasını təşkil edir. Müəllim şagirdə obyekt yox subyekt yəni öz əməkdaşı kimi yanaşır. Müəllim tərəfindən sinifdə şagirdə belə bir imkan yaradıldıqda, şagirdlər özlərini rahat hiss edir və fikirlərini səsləndirməkdən çəkinmirlər. Öz bacarıqlarını aşkara çıxarmaqdan qorxmurlar. Belə olduğu halda müəllim, onların potensial imkanlarını rahatlıqla müəyyən edə bilir. Müəllim şagirdləri fəallaşdırıcı və ruhlandırıcı mühitlə təmin edir. [3]

İstər təlim şəraitində, istərsə də tərbiyə şəraitində, istifadə edilən metodlar, texnikalar, üsul və vasitələr tez-tez təzələnməlidir. Dövrün tələbi nəzərə alınaraq sistemli şəkildə inkişaf etdirilməlidir. Müəllim təlim müddətində şagirdlərin fərdi imkanlarını nəzərə alaraq yanaşmalı, onların hər birinin qavrama səviyyələrinə uyğun tədris metodologiyası seçməlidir.

Ədəbiyyat

1. Bayramova L. Kurikulum və pedaqoqika. Bakı, 2019.
2. Metodika və pedaqoqika. Maksimum tədris mərkəzi. Bakı, 2022.
3. Təlim prosesində yeni texnologiyalar. Bakı, 2011.

РЕЗЮМЕ

СОЗДАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И СОВРЕМЕННЫХ ПРИНЦИПОВ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

Гашимова А.И., Садыгова С.Р.

***Ключевые слова**: обучение, образование, сотрудничество, учитель, ученик, интерактивное обучение*.

Исследования и изучения, проводимые в системе образования, позволяют прийти к выводу, что новые технологии обучения играют важную роль в приобретении знаний обучающимися. Термин «новая технология обучения» относится к систематическому применению методов и принципов, реализуемых преподавателями и учащимися посредством их сотрудничества. Как в обучении, так и в образовании используемые методы, приемы, и инструменты должны часто обновляться. Их следует планомерно развивать с учетом требований времени.

SUMMARY

CREATİON OF AN EDUCATİONAL ENVİRONMENT USİNG MODERN PEDAGOGİCAL TECHNOLOGİES AND MODERN PRİNCİPLES OF TEACHİNG PHYSİCS

Hashimova A.İ., Sadigova S.R.

***Key words:** training, upbringing, cooperation, teacher, student, interactive learning*

The researches and studies carried out in the educational system allow us to come to the conclusion that new learning technologies have an important role in acquiring knowledge for learners. The term "new learning technology" refers to the systematic application of methods and principles implemented by teachers and students through their cooperation. Both in training and education, the methods, techniques, methods and tools used must be updated frequently. It should be systematically developed taking into account the demand of the time.

NÜVƏ ENERGETİKASI VƏ EKOLOGİYA PROBLEMİ

Qocayev M.M., Qurbanov M.M.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

qocayev.52@mail.ru

***Açar sözlər**: enerji, nüvə sintezi, reaktor, termonüvə reaksiyası, ekologiya*.

Məqalə nüvə enerjisinin mövcud vəziyyətini ətraflı təsvir edir. Nüvə enerjisinin digər enerji sahələri ilə müqayisədə üstünlükləri və çatışmazlıqları göstərilir. O, həmçinin ekoloji problemləri ətraflı təhlil edir və onların aradan qaldırılmasının mümkün yollarını göstərir.

Məlum olduğu kimi hazırda həm enerji həm də ekologiya problemi qlobal problemə çevrilmişdir. Bu problemlərin birinin həlli, digərindən çox asılı olduğundan hər iki problemin həlli ancaq birgə aparılmalıdır. Bununla əlaqədar hər iki problemin həlli fiziklərin qarşısında da böyük məsələlər qoyulmuşdur.

Hazırda nüvə fizikası, plazma fizikası , bərk cisim fizikası, kvant radiofizikası və digər fizika sahələri həm dünyadakı enerji problemini , həm də ekologiya problemini həll etmək üçün güclü bir cəbhə yaratmışlar.

XX- əsrin 2-ci yarısında əsrin əvvəlləri ilə müqayisədə, adam başına işlədilən enerji tələbatı 8 dəfə çoxalmışdır. Bu dəyişiklik , hər şeydən əvvəl iqtisadiyyatın , mədəniyyətin və elmin sürətli inkişafı ilə əlaqədardır. Hesablamalar göstərir ki, yeni enerji mənbələrinin axtarışı, enerjinin alınması , çevrilməsi saxlanması və ötürülməsi üçün ayrılan vəsait çox vaxt dövlət büdcəsinin yarısından çoxunu təşkil edir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, hər bir ölkədə energetikanın inkişafı, həmin ölkədə sənaye potensialını və bütövlükdə ölkənin inkişaf tempini müəyyən edir. İstehsalın bütün sahələrinin inkişafı yalnız həmin sahələrin lazımi enerji təminatından asılı olur. İstənilən dövlət öz iqtisadiyyatını ilk növbədə özünün malik olduğu yanacaq-enerji ehtiyatları əsasında inkişaf etdirir. Azərbaycan dövləti də belə dövlətlərdəndir.

Dünya miqyasında baxıldıqda son illərdə aparılmış hesabatlar göstərmişdir ki, dünyada 300 milyard tondan da az neft qalmışdır. Əgər ABŞ-ları kimi bir ölkəni götürsək, neft ehtiyatlarının cəmi 6 faizi bu ölkənin payına düşür. Başqa sözlə 18 milyard ton . Əgər nəzərə alınsa ki, bu neft ehtiyatlarının hələlik ancaq 6-9 milyard tonunu çıxarmaq mümkündür. Müasir inkişaf tempinə görə bu , Amerika üçün cəmi 12-15 il müddətinə çatar.

Hazırda atom elektrik stansiyalarının (AES) istehsal etdiyi enerji, ümumi enerji həcminin təxminən 20 faizini təşkil edir. Bu isə hər ildə təxminən 500 milyon ton neftə qənaət etmək deməkdir.

Burada bir məsələni də nəzərə almaq lazımdır ki, enerji ehtiyatlarının çox hissəsi əhalinin sıx məskunlaşdığı ərazilərdən çox-çox uzaqlardadır. Burada enerji daşınması probleminin həlli də ön plana çıxır. Doğrudur, nüvə energetikası enerji qıtlığını kəskin şəkildə azalda bilər. Lakin bu sahənin ekoloji fəsadlarını nəzərə aldıqda çoxlu çətinliklər meydana çıxır. Odur ki, problemin həllini , başqa bir sahədə, istilik-nüvə reaksiyalarından istifadə sahəsində görürlər.

Ümumiyyətlə atom energetikasından söhbət apararkən , ilk növbədə xidmət edən işçi heyətin sağlamlığının qorunması, eləcə də ətraf mühiti radioaktiv izotoplarla çirklənmədən qorumaq üçün etibarlı müdafiə üsulları ilə təmin edilməsi nəzərdə tutulmalıdır. Atom energetikası sahəsində qarşıya çıxan problemlərdən biri də odur ki, burada nüvə yanacağı kimi işlədilən uranın alındığı uran filizinin də miqdarı getdikcə azalır. Elə ona görə də müasir atom energetikası tədriclə sürətli neytronlarla işləyən elektrik stansiyalarına keçir.

$_{92}U^{238}$ izotopunun nüvələri , enerjisi 6eV-dan 200eV-dək olan neytronları güclü şəkildə udur. Təbii uranda bu izotopun miqdarı daha çox olduğundan , $_{92}U^{235}$ nüvələri ilə çevrilmə reaksiyaları apararkən buraxılan neytronların çoxu $_{92}U^{238}$ izotopu tərəfindən udulduğundan reaksiya qısa müddətdə dayanır. Odur ki, zəncirvari reaksiyanın getməsi üçün ancaq $_{92}U^{235}$ nüvələrindən istifadə etmək lazım gəlir. Bu nüvələrin bölünməsi nisbətən kiçik sürətli neytronlarla (bu neytronlara istilik neytronları da deyilir) aparılır. İstilik neytronlarının sürəti 2200m/san tərtibində olur ki, buna uyğun enerji 1/40 eV-a bərabərdir.

Təbii uranla işləyən reaktorlarla ancaq belə "yumşaq" neytronlarla işləmək əlverişlidir. Bu halda $_{92}U^{235}$ nüvələri istilik neytronlarını udaraq başqa bir radioaktiv elementə çevrilir. Bu reaksiyalar aşağıdakı şəkildə gedir:

$$_{92}U^{235} + {}_{0}n^{1} \rightarrow {}_{55}Cs^{140} + {}_{37}Rb^{94} + {}_{2}n^{1}$$

$$_{92}U^{238} + {}_{0}n^{1} \rightarrow {}_{92}U^{239} \rightarrow \beta \rightarrow {}_{93}Np^{239} \rightarrow \beta \rightarrow {}_{94}Pu^{239}$$

Zəncirvari reaksiya sürətli neytronlarla gedir. Bu tip neytronların enerjisi təqribən 2 milyon ev olur.

Hazırda bəşəriyyətin energetik gələcəyinin təmin edilməsi baxımından istilik-nüvə reaktorlarının qurulması imkanlarına ən çox ümid bəslənir. Beləliklə, nüvə enerjisi sahib olmaq üçün ağır izotopların bölünməsi yeganə yol deyildir. Yüngül nüvələrin sintezi bəşəriyyətin praktik olaraq tükənməz enerji mənbəyi ilə təmini probleminin həllinin açarı hesab edilir.

Hesablamalar göstərir ki, nüvə energetikası enerji qıtlığının ömrünü təxminən 5-10 min il qısaltmış olur.

Nüvə sintezi üçün hidrogenin deyterium ($_{1}H^{2}$) və tritium ($_{1}H^{3}$) izotopları istifadə edilməsi daha əlverişli üsul hesab edilir.

Hidrogen və helium nüvələri əsasında aparılan istilik nüvə reaksiyalarını belə şəkildə yazmaq olar:

$$_{1}H^{1} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{1}H^{2} + e^{+} + \nu$$

Burada 1,4 MeV enerji ayrılır. Bundan sonrakı reaksiya belə gedir:

$$_{1}H^{2} + {}_{1}H^{1} \rightarrow {}_{2}He^{3} + \gamma$$

Burada da 5,49 MeV enerji ayrılır.

Nəhayət helium izotopları ilə reaksiya belə şəkildə davam edir:

$_2He^3+_2He^3 \rightarrow _2He^4+_1H^1+_1H^1$

Bu reaksiyada 12,85 MeV enerji ayrılır. Yekunda $_2He^3$ nüvəsi $_2He^4$ilə toqquşaraq $_4Be^7$ izotopuna çevrilir. Bu reaksiyanı belə yazmaq olar:

$_2He^3+_2He^4 \rightarrow _4Be^7 + \gamma$

Bundan sonra berellium nüvəsi elektronu zəbt edərək litium nüvəsinə çevrilir. Sonda reaksiya belə şəkildə yekunlaşır:

$_3Li^7+_1H^1 \rightarrow _2He^4+_2He^4$

Reaksiya yüksək temperaturda (10-20 milyon dərəcədə) hidrogenin atom nüvələrinin qovuşması nəticəsində helium nüvəsi və böyük sürətlə uçan neytron yaranması ilə gedir. Bu halda külli miqdarda (17,6MeV) enerji ayrılır. İstilik-nüvə reaksiyaları zamanı energetik uduş sərf edilən enerjidən 1000 dəfə çox olur.

İstilik -nüvə reaksiyalarında bir üstünlük də ondadır ki, burada istifadə edilən nüvə yanacağı praktik olaraq daha ucuz başa gəlir və onun miqdarı tükənməzdir.

Hazırda idarə edilə bilən istilik-nüvə reaksiyalarının aparılması istiqamətində geniş tədqiqat işləri görülür. Bu sahədə mövcud ideyaların texniki cəhətdən həyata keçirilməsi hələ qabaqdadır.

Ədəbiyyat

1. Yəhyayev R. Nüvə energetikası və energetika. Bakı: Azərb. Dövl. Nəşr., 1984, 101s.

РЕЗЮМЕ

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Курбанов М. М , Годжаев М.М

***Ключевые слова**: энергетика, ядерный синтез, реактор, термоядерная реакция, экология*

В статье подробно описаны современные состояния ядерной энергетики. Указаны преимущества и недостатки ядерной энергетики по сравнению с другими областями энергетики. здесь также подробно анализированы экологические проблемы и указаны возможные пути их устранения.

SUMMARY

NUCLEAR POWER AND ENVIRONMENTAL ISSUES

Gurbanov M.M , Godzhaev M.M.

***Key words**: energy, nuclear fusion, reactor, thermonuclear reaction, ecology.*

This article describes in detail the current state of nuclear energy. The advantages and disadvantages of nuclear energy in comparison with other areas of energy are indicated. It also analyzes environmental problems in detail and indicates possible ways to eliminate them.

KVANT FİZİKASININ YARANMASINDA BAŞ VERƏN MÜHÜM HADİSƏLƏR

Zeynalov H.İ., Qarayeva E.S.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

qocayev.52@mail.ru

***Açar sözlər**: osilliyator, diskretlik, Plank sabiti, təsir kvantı, işıq kvantının impulsu*

Kvant fizikasının yaranmasında baş verən mühüm hadisələr.Məqalədə kvant nəzəriyyəsinin dəqiq yaranma tarixi və kvant fizikasının yaranmasında baş verən mühüm hadisələr xronoloji ardıcıllıqla verilmişdir.

Kvant fizikası və onun necə yaranması haqda söhbət açmazdan öncə, onun ümumi mənzərəsini və xronoloji ardıcıllıqla əsas hadisələrin gedişini təsvir edək. Əksər elmi istiqamətlərdən fərqli olaraq kvant fizikasının dəqiq yaranma tarixinin 1900-cu il oktyabr ayı olduğunu söyləyə bilərik. Bu o vaxta təsadüf edir ki, alman fizik nəzəriyyəçisi Maks Plank ilk dəfə olaraq, çox böyük cəsarətlə, belə bir nəticəyə gəlmişdir ki, osiliyatorun enerjisi, başqa sözlə, öz tarazlıq vəziyyəti ətrafında rəqs edən zərrəciyin enerjisi kəsilməz olaraq yox, sıçrayışla dəyişir. Məlumdur ki, klassik fizikaya görə istənilən mexaniki sistemin enerjisi kəsilməz olaraq dəyişir. Lakin klassik statistik fizikaya əsasən qızmış cismin şüalanma intensivliyi, tezliyin artması ilə artır. Təcrübədə isə tezliyin artması ilə şüalanmanın intensivliyi eksponensial olaraq azaldığı müşahidə edilir.. Bu ziddiyəti izah etməyə cəhd edərkən Plank öz kəşfini etmişdir. Bundan başqa şüalanma intensivliyinin temperaturdan və tezlikdən asılılığını təsvir edən düsturları da vermişdir ki, bu da

eksperimentdən alınan nəticələrlə çox yaxşı uyğunluq təşkil edir. Bu işlərinə görə Maks Plank 1918-ci ildə Nobel mükafatına layiq görülmüşdür.

Kvant fizikasının yaranma tarixində növbəti mühüm hadisə 1905-ci ildə baş verdi. Albert Eynşteyn işıq kvantları hipotezini irəli sürdü və göstərdi ki, fotoeffekt qanunlarını işığın dalğa nəzəriyyəsinə görə yox, işıq kvantlarına görə izah etmək daha təbii olar. Bu hipotezə görə işığı kvant zərrəcikləri dəstəsi kimi təsvir etmək olar və bu zərrəciklərin enerjisi onun tezliyi ilə düz mütənasibdir. Beləliklə, Eynşteyn Nyutonun işığın korpuskalyar nəzəriyyəsini bərpa etdi. Halbuki, bu nəzəriyyədən fiziklər keçən əsrdən imtina etmişdirlər. Fotoeffekt hadisəsi kəşf olunmasından əvvəl bütün işıq hadisələri yalnız dalğa nəzəriyyəsinə görə izah edilirdi. İşığın korpuskalyar nəzəriyyəsinin heç bir nəzəri və eksperimental əsası yox idi. Fizikilər Eynşteynin işıq kvantları haqqında hipotezini dərhal başa düşmədilər. Bu hipotez Plankın diskretlik ideyasını mexaniki sistemdən elektromaqnit sahəsinə gətirməkdən ibarətdir. Eynşteynin işıq kvantları haqqında hipotezini fiziklər 20 il sonra qəbul etdilər. Bu işlərinə görə Albert Eynşteyn 1921-ci ildə Nobel mükafatına layiq görülmüşdür.

1913-cü ildə 27 yaşlı Danimarka alimi Nils Borun "Atom və molekulun quruluşu haqda" məqaləsi çıxdı. Bu məqalədə Bor, Plankın enerjisinin diskretliyi haqda ideyasını elektronların atomda hərəkətinə şamil edərək yaydı. Bununla da atomun spektral xətlərinin diskretliyi dərhal izah edildi. Spektral xətlərin enerjisi elektronun iki mümkün olan hallarının enerjiləri fərqinə bərabərdir. Beləliklə atomun stabilliyi izah olundu. Bor çox böyük dəqiqliklə spektrial xətlərin tezliyini hesablamağa imkan verən düsturlar aldı. Nils Bor Rezerfordun kəşf etdiyi atomun planetar modelinin kvant nəzəriyyəsini yaratdığına görə 1922-ci ildə Nobel mükafatına layiq görülmüşdür. .

1923-cü ildə Lui de Broyl o dövrlər üçün çox təəcüblü olan ideya irəli sürdü. Bu ideya ondan ibarətdir ki, maddi zərrəciyin hərəkəti dalğavari proseslə əlaqəlidir. Lui De Broyl elektronun dalğa təbiətinə malik olduğunu kəşf etdiyinə görə 1929-cu ildə Nobel mükafatına layiq görülmüşdür.

Eynşteynin işıq özünü həm dalğa, həm də zərrəcik kimi aparır. hipotezinə əsaslanaraq Lui de Broyl belə fikir irəli sürdü ki, elektron da özünü həm dalğa, həm də zərrəcik kimi göstərir. Bu analogiyadan istifadə edərək zərrəciyə uyğun gələn dalğavari prosesin dalğa uzunluğunu tapdi.

$$'\lambda = \frac{h}{P}$$

h- Plank sabiti, P-zərrəciyin impulsudur.Plank sabitinə təsir kvantı da deyirlər.

Eynşteynə görə, məhz bu düsturla işıq kvantının impulsu elektromaqnit dalğasının bu dalğa uzunluğu ilə təyin olunur. Eynşteynə görə məhz bu düsturla işıq kvantının impulsu ona uyğun elektromaqnit dalğasının uzunluğu ilə əlaqədardır.

1927-ci ildə elektronların kristaldan səpilməsində rentgen şüalarının difraksiyasına oxşar olaraq, elektronların müəyyən bucaqlar altında difraksiya maksimumları verməsi müəyyən olundu. Lakin bu kəşfdən əvvəl Verner Heyzenberq və ondan bir qədər sonra Ervin Şredinger nəinki sərbəst zərrəciklərin, hətta xarici sahədə hərəkət edən zərrəciklərin dalğavarı hərəkətini təsvir edən yeni mexanikanın işlənib hazırlanmasına başlamışlar. 1926-cı ildə Şredinger dalğa funksiyası üçün özünün məhşur tənliyini aldı və onu hidrogen atomuna tətbiq etdi. Borun kvantlanma qaydası təsdiqləndi. Mikrozərrəciklərin hərəkətini təsvir edən yeni mexanika kvant mexanikası adını aldı. Demək olar ki, dalğa funksiyasının fiziki mənası dərhal aydınlaşmağa başladı. 1926-cı ildə Maks Born isbat etdi ki, dalğa funksiyası zərrəciyin bu və ya digər nöqtədə olması ehtimalını təsvir edir. Müasir dillə desək, dalğa funksiyası informasiya dalğasıdır. 1927- ci ildə Heyzenberq qeyri- müəyyənlik münasibətini alır. Bu münasibətə əsasən zərrəciyin koordinatını ölçmək cəhdi onun impulsunda qeyri – müəyyənliyə gətirib çıxarır, başqa sözlə, klassik trayektoriya anlayışını mikrozərrəciklərə tətbiq etmək olmaz. Fizikada ilk dəfə olaraq bu və ya digər hadisənin statistik sistem üçün yox, ayrıca götürülmüş zərrəcik üçün ehtimalını təsvir edən tənlik yarandı. Məlum oldu ki, yarımspinə malik sistemin zərrəcikləri, məsələn elektronlar sistemi antisimmetrikdir, bu isə o deməkdir ki, iki zərrəciyin koordinatının yerini dəyişdikdə dalğa funksiyası öz işarəsini dəyişir, yəni Fermi- Dirak statistikasına tabe olur. Lakin tam spinli kvantlar sistemi simmetrikdir, yəni iki zərrəciyin koordinatının yerini dəyişdikdə dalğa funksiyasının işarəsi dəyişmir. Başqa sözlə, Boze- Eynşteyn statistikasını ödəyir.

Ədəbiyyat

1 Cəfərov İ.H. Kvant fizikasına giriş. Bakı: Nurlan, 2011.

2. Савельев И.В. Курс общей физики.Том 3. М.: Наука. " Главная редакция физико математической литературы. 1979.

РЕЗЮМЕ
ОСНОВНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИ ЗАРОЖДЕНИИ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ
Зейналов Г.И., Караева Е.С.

Ключевые слова: *осциллиятор,дискретность,постоянная Планка, квант действия, импульс светого кванта*.
В статье показано точное время создания квантовой теории и основные явления в хронологической последовательность при зарождении квантовой физики.

SUMMARY
CHRONOGICAL SEQUENCE OF THE CREATION OF THE QAANTUM PHYSICS THEORY.
Zeynalov H.İ., Qarayeva E.S.

Key words: *oscillator, discresity, plancks constant, quantum of action, light quantum impulse.*
The paper states the exact time of the creation of quantum physics and the chronogical sequence of events in its creation.

ELEKTROMAQNİT İNDUKSİYA MÖVZUSUNUN ƏSAS QANUN VƏ ANLAYIŞLARININ ELMİ METODİK ANALİZİ

İmanova K. S., Məlikova Y.Q.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
konul_79@inbox.ru

Açar sözlər: *maqnit sahəsi, cərəyan elementi, eksperiment, maqnit induksiyası, indikator, nisbilik nəzəriyyəsi.*

Fizika kursunun dərindən mənimsənilməsində bu fənnin hər bir bölməsində olduğu kimi elektromaqnit hadisələri mövzuları da həm keyfiyyət, həm də kəmiyyət baxımından təhlil olunması vacib şərtlərdən biridir. Maqnit induksiya vektorunun yaranma şərtlərinin təhlili sayəsində bu hadisənin mahiyyəti və fiziki mənasının açılması baş verir.

Şagirdlər, cərəyanın maqnit sahəsi ilə "Elektromaqnit hadisələri" mövzusunda (IX) sinif fizika təliminin birinci mərhələsində ilk dəfə tanış olurlar. Bu mövzuda bütün məsələlərə keyfiyyət səviyyəsinə görə baxılır[2]. Bu isə lazım olan suallar çevrəsini müəyyən edir. Lakin daha dəqiq olsun deyə bu məsələlər kəmiyyət xarakterli olmalıdır. Sonradan isə həmin məsələlərin keyfiyyət müstəvisində təhlil olunması nəzərdə tutulur. Bunun üçün birinci olaraq – maqnit sahəsinin ən böyük xarakteristikası olan induksiya vektoru və ya maqnit induksiyası anlayışı daxil edilir.

Elektromaqnit hadisələri bölməsində maqnit induksiya anlayışı 3 formada yəni, maqnit sahəsinin 1) cərəyan elementinə; 2) cərəyanlı çərçivəyə; 3) hərəkət edən yükə təsiri kimi verilə bilər [6]. Bu üsullardan hər biri pedaqoji planda üstün və çatışmayan cəhətlərə malikdirlər. Onlardan birinin seçilməsi elektromaqnit hadisələrinin öyrənilməsinin məntiqi olaraq müəyyən edilir. Bu baxımdan bu seçimin nədən asılı olduğunu nəzərdən keçirək:

1) maqnit qarşılıqlı təsiri təsvir edən təcrübələrdən hansı birinin əsas bünövrə kimi qəbul edilməsindən

2) miqdarını xarakterizə etmək üçün maqnit sahəsi indikatorunun seçilməsindən

3) uyğun eksperimentin qurulması, aparılması imkanlarından

4) şagirdlərin inkişaf səviyyəsindən və abstrakt düşünmə bacarığından

Bu nöqteyi nəzərdən maqnit induksiya anlayışının göstərilən üsullarla izah olunmasına nəzər salaq:

1. Maqnit induksiyası anlayışının tədrisi maqnit sahəsinin ayrı-ayrı hərəkət edən yükə təsirinin nəticəsi kimi izah olunması daha maraqlı olardı. Bu halda yeni növ qarşılıqlı təsirin xüsusiyyətlərinə baxmaq olar. Bu əsas xüsusiyyət odur ki, maqnit qarşılıqlı təsir hərəkət edən yüklərlə əlaqəlidir[4].

Maqnit induksiyasının təcrübə vasitəsilə tədris olunmasının giriş metodikası da məlumdur. Burada cərəyanlı naqilin, elektron şüa borusunda elektron dəstəsinə təsiri təcrübəsini göstərə bilərik. Maqnit hadisələrinin öyrənilməsinə belə yanaşmada "diqqətlə yerinə yetirilmiş təcrübələrin nəticələrinə" istinad edərək, bir birinə paralel hərəkət edən elektrik yüklərinin qarşılıqlı təsir qüvvəsi üçün belə bir ifadə yazmaq olar:

$$F_M = k' \frac{q_1 q_2 \upsilon_1 \upsilon_2}{R^2} \qquad (1)$$

Burada, heç bir ölçmə və hesablama olmadan cərəyanlı naqilin maqnit sahəsinin təsiri ilə elektron dəstəsinin meyl etməsi nümayiş olunur. Bundan başqa bu təcrübə məktəb şəraitində maqnit induksiyasını ölçmək üçün istifadə oluna bilməz. Belə ki, belə yanaşmada maqnit induksiya vektorunun modulu

$$B = \frac{F_{MAKS}}{q\upsilon} \tag{2}$$

ifadəsi ilə təyin olunur.

Hansı ki, bura daxil olan kəmiyyətlərdən heç biri birbaşa ölçülə bilməz. Ona görə də maqnit induksiyasının təcrübə vasitəsilə ölçülməsi başqa üsulla yəni, maqnit sahəsinin cərəyan elementinə təsiri əsasında aparılır.

2. Maqnit induksiya anlayışının izahı (daxil edilməsi) cərəyanlı çərçivəyə maqnit sahəsinin burulğanlı təsiri kimi verilməsi müəyyən üstünlüyə malikdir. Bu metod ali məktəb kurslarında və orta məktəb dərsliklərində istifadə olunur.

Maqnit sahəsi cərəyanlı çərçivəni müəyyən qədər oriyentasiya edir. Bu isə tarazlıq vəziyyətində, bütün konturu əhatə edən, müsbət normal istiqamətində səthə doğru yönəlmiş maqnit sahəsinin induksiya vektorunun istiqamətini təyin etməyə imkan verir.

Bu üsulla verilən girişdə induksiyanın modulu bu ifadə ilə təyin olunur:

$$B = \frac{M_{MAKS}}{IS} \tag{3}$$

Maqnit induksiyasına belə giriş verilməsinin üstünlüyü, həmçinin ondan ibarətdir ki, qapalı konturun kifayət qədər dəqiqliklə yaratdığı, kiçik çərçivə formasında olan maqnit sahəsi indikatoru çox asanlıqla reallaşa bilər. Belə ki, ötürücü naqillərdə bir-birinə əks istiqamətlərdə cərəyan axır və maqnit sahəsinin onlara təsiri qarşılıqlı kompensə olunur. Lakin göstərilən üstünlüklərlə yanaşı bu metodun bir sıra çatışmazlıqları da vardır.

Çərçivə formasında maqnit sahəsinin indikatorunu hazırlamaq nisbətən asandır, lakin tədris zamanı (3) ifadəsini daxil edərkən, nisbətin miqdarını təyin etmək imkanını verən indikator hazırlamaq çox çətindir. Məhz buna görə belə indikator orta məktəbdə öz tətbiqini tapmamışdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, qüvvə momenti anlayışına əsaslanaraq, maqnit induksiyasının təyin etmə metodu, yeni anlayışın daxil edilməsini tələb edir. Bu cərəyanlı konturun maqnit momenti anlayışıdır $P_M = IS$. Bu yeni anlayışın daxil edilməsi məktəb fizika kursu üçün əlavə çətinliklər yaradır. Bundan başqa şagirdlər qüvvə anlayışını daha yaxşı qavrayırlar, nəinki, qüvvə momenti anlayışını.

3. Maqnit sahəsinin cərəyan elementinə təsiri ilə yaranan maqnit induksiyasına verilən giriş metodikası geniş yayılmışdır. Bu metoddan həmçinin orta məktəb şagirdləri üçün olan fizika kurslarında istifadə edilmişdir.

Maqnit induksiyasının bu üsulla tədris olunmasında əsas təcrübə olaraq cərəyanlı naqillərin qarşılıqlı təsiri təcrübələri götürülmüşdür[4]. İki cərəyan elementi arasında qarşılıqlı təsir qüvvəsi Amper qanunu ilə təyin olunur ki, bu qanun da uyğun təcrübələrin ümumiləşməsi nəticəsində müəyyən olunmuşdur:

$$d\vec{F} = k' \frac{I_1 d\ell_1 J_2 d\ell_2}{r_{12}^2} \tag{4}$$

Aydındır ki, Amper qanununu məktəb fizika kursunda differensial formada deyil, daha sadə formada yəni, I_1 cərəyanlı sonsuz uzun düz naqilin, $I_2 \Delta\ell$ - cərəyan elementinə təsiri kimi verilir:

$$F = k' \frac{I_1 I_2}{\Gamma} \Delta\ell \tag{5}$$

Maqnit induksiyasının belə öyrənilmə metodikası məktəb nümayiş eksperimentinə əsaslanaraq və qüvvə üçün Amper qanunundan istifadə edərək maqnit induksiya vektorunu ölçmək üçün olan laboratoriya işini aparmağa imkan verir. Skalyar formada Amper qanunu cərəyan elementi üçün belə yazılır[8].

$$F = BI\Delta\ell \sin\alpha \tag{6}$$

(5) və (6) düsturlarından cərəyanlı düz naqildən r məsafədə olan tədqiq edilən nöqtədə maqnit induksiyası üçün $B = k\frac{I}{r}$ alınır.

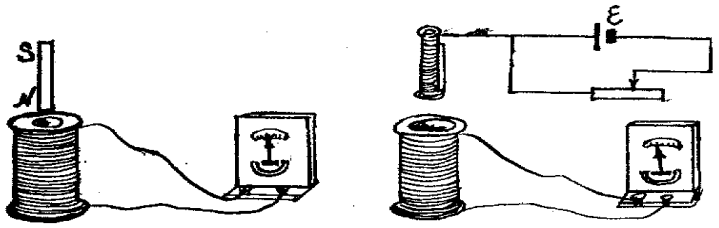
Maqnit sahəsinin cərəyan elementinə təsiri ilə olan maqnit induksiya anlayışının verilmə metodikasının üstünlüyü, məktəb fizika kursu üçün daha qiymətlidir və IX sinifdə maqnit sahəsinin tədrisinin məqsədə uyğun olduğunu təyin edir.

Maqnit induksiyasının müxtəlif üsullarla verilməsini analiz etdikdən sonra, əsasında nisbilik nəzəriyyəsinin ideyaları olan, maqnit hadisələrinin öyrənilməsinin prinsipcə yeni yanaşmasını nəzərdən keçirək. Belə yanaşmada maqnit sahəsinə, hərəkət edən hesablama sistemində elektrik sahəsinin dəyişməsinin bir nəticəsi kimi baxılır. Belə yanaşma ideyasını A.Eynşteyn söyləmişdir. Özünün müxbirlərindən birinə o belə yazmışdır: "Az-çox bilavasitə məni xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinə gətirib çıxaran – maqnit sahəsində hərəkət edən cismə təsir edən qüvvə, elektrik sahəsinin meydana gəlməsi nəticəsində olan bir şeydir kimi fikirlər olmuşdur"[9]. Bu ideya bir sıra metodik ədəbiyyatlarda öz əksini tapmışdır. Bu ədəbiyyatların xüsusi cəhəti ondan ibarətdir ki, o fizikanı dərindən öyrənmək istəyən orta məktəb şagirdləri üçün nəzərdə tutulub. Bu vəsaitlərdə elektromaqnit hadisələrin öyrənilməsi xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinin nəticələrinə əsaslanır, hansı ki, daha da təfərrüatı ilə Lorens çevrilmələri də daxil olmaqla mexanikada öyrənilir. Orta məktəbdə bütün fizika kursunun strukturunu və məzmununu cüzi olaraq dəyişmədən maqnit hadisələrinin öyrənilməsində verilən bu yanaşmanın mümkün olmaması səbəbi – xüsusi nisbilik nəzəriyyəsinin nəticələrinə əsaslanmağın vacib olmasıdır[9].

Hal-hazırda nisbilik nəzəriyyəsi elementləri Lorens çevrilmələri də daxil olmaqla X sinifdə tədris olunur.

Elektromaqnit induksiya hadisəsi 1831-ci ildə Faradey tərəfindən çoxlu sayda təcrübələrin köməyilə kəşf edilmişdir (şəkil 1).

I təcrübə. Ucları qalvanometrə bağlanmış makaraya sabit maqnit daxil edilərkən, maqnitin makaraya daxil edilməsi və ondan çıxarılması proseslərində qalvanometr əks istiqamətli cərəyan meydana çıxdığını göstərir. Cərəyanın şiddəti maqnitin makaraya nəzərən yerdəyişmə sürətindən asılı olur (şəkil 1a).



a) б)

Şəkil 1.

II təcrübə. Qalvanometrə bağlanmış makaraya şiddəti idarə edilə bilən cərəyan mənbəyinə bağlanmış başqa bir makara daxil edilir. Dövrənin qapanması və açılması zamanı, habelə daxildəki I makara dövrəsindən keçən cərəyanı dəyişdirdikdə, onu əhatə edən II makara dövrəsində cərəyan yaranır.

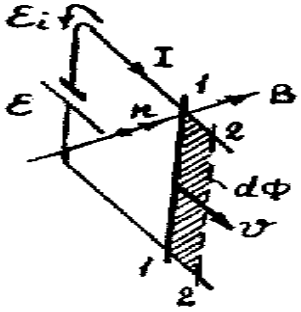
III təcrübə. Makaraların bir-birinə yaxınlaşdırılması zamanı da dövrədə cərəyan yaranır. Beləliklə, ölçü cihazı bağlanmış makara sarğılarını kəsən maqnit selinin dəyişdiyi bütün hallarda dövrədə induksiya cərəyanı yaranır. Dəyişmənin səbəbinin əhəmiyyəti yoxdur. Bu hadisə elektromaqnit induksiya hadisəsi adlanır[2].

İnduksiya e.h.q.-nin maqnit selinin dəyişməsindən asılılığını tapmaq üçün enerjinin saxlanma qanunundan istifadə edək. Bu məqsədlə bir tərəfi yerini dəyişə bilən cərəyanlı kontur götürək (şəkil 2.). Həmin konturu onun müstəvisinə perpendikulyar istiqamətdə yönəlmiş bircinsli maqnit sahəsinə daxil edək. Kontura təsir edən e.h.q.-nin təsirilə dövrədən i-cərəyanı axacaqdır. Cərəyən mənbəyinin dt-müddətində gördüyü iş

$$dA = \varepsilon \cdot i \cdot dt \qquad (7)$$

ilə ifadə edilir. Konturun hərəkət edə bilən tərəfi hərəkətsiz olduqla iş tamamilə Coul-Lens istiliyinə çevrilir:

$$dQ = Ri^2 dt$$



Şəkil 2.

Naqil dt -müddətində sabit υ -surətilə 1-1 vəziyyətindən 2-2 vəziyyətinə keçdikdə Amper qüvvəsi

$$dA^* = i\ d\Phi \tag{8}$$

işi görməlidir. Burada ki, $d\Phi$ maqnit selinin dəyişməsidir. Bu iş cərayan mənbəyinin gördüyü işdir. Beləliklə, cərəyən mənbəinin işinin bir hissəsi Coul-Lens istiliyinə, digər hissəsi isə maqnit sahəsində görülən işə sərf edilir. Onda enerjinin saxlanma qanunu

$$\varepsilon\ idt = Ridt + id\Phi \tag{9}$$

kimi ifadə edilməlidir. İfadənin şəklini dəyişdirib hər tərəfini dt -yə bölsək,

$$i = \frac{\varepsilon - \frac{d\Phi}{dt}}{R} = \frac{\varepsilon + \varepsilon_i}{R}$$

münasibətini alırıq. Harada ki,

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} \tag{10}$$

induksiya elektrik hərəkət qüvvəsidir.

Ədəbiyyat

1. İmanov S.Ş. Orta məktəbdə fizika tədrisi metodikası. Bakı, 2004.səh.244-245.
2. Murquzov M, Abdullayev S., Abdurazaqov R., Əliyev N., Fizika-9, 2007, 226 s.
3. KərimovY.Q. Təlim metodları, Bakı: Nur, 2007, 196 s.
4. QaralovZ.İ. Fizika qanunlarının tədrisi, Bakı: Maarif, 1997, 318 s.
5. Orucov V.Ö. Fizikanın tədrisi metodikası üzrə nəzəri və eksperimental tədqiqaların metodikası və texnologiyası. Bakı, 2012, 126 s.
6. Хайкин С.Э. Физические основы электричество. М.: «Наука», 1971, 296 с.
7. Бугаев В.А. Методика преподование физики в средней школе. . М.: «Наука», 1982, 268 с.
8. Малафеев Р.И. Проблемное обучение физике в средней школе. . М.: «Наука», 1980, 384 с.
9. Einstein, Albert. "Time, Space, and Gravitation" . The Times. 28 November 1919.

РЕЗЮМЕ

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСНОВНОГО ЗАКОНА И ПОНЯТИЙ О ПРЕДМЕТЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ.

Иманова К.С., Маликова Я.Г.

***Ключевые слова**: магнитное поле, элемент тока, эксперимент, магнитная индукция, индикатор, теория относительности.*

При глубоком освоении курса физики одним из важных условий является анализ темы электромагнитных явлений как в качественном и в количественном отношении, так и в каждом разделе этого предмета. Благодаря анализу условий формирования вектора магнитной индукции раскрывается сущность и физический смысл этого явления.

SUMMARY

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL ANALYSIS OF THE BASIC LAW AND CONCEPTS ON THE SUBJECT OF ELECTROMAGNETIC INDUCTION.

Imanova K.S., Malikova Y.G.

***Key words**: magnetic field, current element, experiment, magnetic induction, indicator, theory of relativity.*

With a deep mastery of the course of physics, one of the important conditions is the analysis of the topic of electromagnetic phenomena, both in qualitative and quantitative terms, as in each section of this subject. Due to the analysis of the conditions for the formation of the magnetic induction vector, the essence and physical meaning of this phenomenon is revealed.

MƏSƏLƏ HƏLLİNİN PSİXODİDAKTİK TƏHLİLİ

Lətifova S.S., Həşimova A.İ.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

hasimovaaynur@gmail.com

***Açar sözlər**: anlayış, məsələ, didaktika, idrak prosesi, təfəkkür.*

Metodik ədəbiyyatların təhlili əsasında belə ümumi bir fikrə gəlib məsələ anlayışına tərif vermək olar, fizikadan məsələ-bu elə bir situasiyadır ki, o şagirdlərdən fikri və praktik fəaliyyət tələb edir, bu fəaliyyət

nəticəsində şagirdlər fizikadan onun qanunları və metodları əsasında biliklər əldə edir, əldə edilən bilikləri praktikaya və təfəkkürün inkişafına tətbiq etmək bacarığına yiyələnirlər.

Məsələ anlayışının mahiyyətini daha aydın başa düşmək üçün, qabaqca həmin anlayışa psixoloqların və didaktiklərin vermiş olduqları tərifləri nəzərdən keçirək.

Görəmli psixoloq A.N. Leontyev "məsələ" anlayışına "Subyektdən bəzi əməliyyatları icra etməyi tələb edən situasiya kimi tərif verir". Q.S. Kostyuka görə məsələ dedikdə "Subyektdən məlum olanlar əlaqələrdən istifadə etməklə naməlumu tapmaq üçün bəzi əməliyyatları icra etməyi tələb edən situasiya" kimi başa düşülür. A. Nyuell isə məsələ anlayışını subyektdən "Məlum olanlar əsasında əlaqələrdən istifadə etməklə naməlumu tapmaq üçün subyektin bəzi əməliyyatları icra edən üsula-alqoritmə malik olmadığı halda məlum olanlar əsasında icra etməyi tələb edən situasiya" kimi ifadə edir.

Yuxarıda verilmiş tərifləri təhlil etmiş olsaq görərik ki, A.N. Leontevə görə "məsələ" anlayışı daha geniş və daha ümumidir. O, subyektdən müəyyən əməliyyatları icra etmək üçün zəruri olan bütün situasiyaları nəzərdə tutur. Bunlar həyatı, tədrisi didaktik, ümumi pedaqoji, psixoloji, iqtisadi və s. məsələləri əhatə edə bilir.

Q.S. Kostyuka görə isə məsələ anlayışı bir qədər konkretləşir. O əsasən tədris və elmi fəaliyyətlə əlaqədar situasiyaları əhatə edir: naməlumu müəyyən etmək üçün onun məlumatlarla əlaqələrindən istifadə olunmasını məsləhət bilir. Məsələnin həlli onun alqoritminin məlum və ya naməlum olmasından asılı olmur. Əgər məsələ həllinin alqoritmi, məsələn, fizikadan dinamika qanunlarına aid məsələlərin həllinin alqoritmi məlumdursa, o zaman məsələ nisbətən daha asan həll olunur. əgər məsələ həllinin alqoritmi məlum olmursa o zaman həll böyük müstəqillik, yaradıcılıq, axtarış və daha çox əqli gərginlik tələb edir.

L. Nyusellə görə "məsələ" anlayışı bu axırıncı deyilən kimi subyektdən məsələni həll etmək üçün axtarışlar aparmağı tələb edir. Bu əlbəttə son zamanlarda problem adlanan situasiya ilə üst-üstə düşür. Deməli məsələ həlli əsasən problem situasiya xarakteri daşımalıdır

Haqqında danışdığımızhər üç tərifdə məsələ anlayışının mərkəzi yerini "əməliyyat" anlayışı tutur. Hər bir əməliyyatda məqsəd, mövzu, motiv və üsul seçilir. V.M. Qluşkov "İnsan və hesablama texnikası" adlı kitabında bunlar haqqında aşağıdakı tərifi verir. "Məqsəd" başqa sözlə müəyyən obyektin vəziyyətinə dair müəyyən edilmiş tələb, bu tələbi həyata keçirmək üçün əməliyyatın (hərəkətin) ona qarşı yönəldilməsi;

-mövzu, başqa sözlə obyekt, əməliyyatın gedişi dövründə yenidən təşkil olunma; əməliyyatın mövzu həm də idealizə edilmiş ola bilər;

-motiv, başqa sözlə tələbat, ödənilməsi üçün əməliyyat öz məqsədinə çatmalıdır;

-üsul, onun vasitəsi ilə əməliyyat icra olunur; əməliyyatın üsulu, onun həyata keçirilməsi üçün tətbiq edilən ardıcıllıqla xarakterizə olunur.

V.M. Qluşkov psixoloji tərifərin ümumiləşdirilməsi sayəsində məsələyə ümumiləşdirilmiş elmi mənada tərif verir. Ona görə məsələ ən ümumi mənada müəyyən həlledici sistemlərin aparacağı əməliyyatları müəyyənləşdirən situasiyadır.

Göründüyü kimi bu tərifdə "subyekt" anlayışı "həlledici sistem" anlayışı ilə əvəz edilmişdir. Bu cür əvəz olunma məsələ həll etmək üçün tələb olunan vasitələrin imkanını artırmışdır, artıq bizə məlumdur ki, məsələni yalnız təkcə insan həll etmir, buna görə də "əməliyyat" anlayışı da pxixoloji məzmun baxımdan dəyişilir, daha genişlənir. Burada məqsəd əməliyyatın mövzusundan və ona verilən tələbdən asılı olaraq həlledici sistemin necə kodlaşdırılması kimi qiymətləndirilməlidir. Motiv isə psixologiyada baxılan kimi başa düşülə bilməz, ancaq həll üçün alqoritmin necə qurulmasından, başqa sözlə həlledici sistemin necə hərəkət etməsindən, əməliyyatın icra olunma yolundan danışmaq olar. Əməliyyatın mövzusunu isə obyekt və obyektlər sistemi şəklində düşünmək lazımdır.

A.A. Smirnovun redaktorluğu ilə nəşr olunan psixologiya dərsliyində qeyd edilir ki, məqsəd, uyğun yönəlmiş fəal təfəkkür, sözün geniş mənasında "həmişə məsələ həlli hesab edilir".

Metodik və tədris ədəbiyyatında məsələ adı altında adətən məqsədəuyğun şəkildə seçilmiş terminlər başa düşülür ki, bunların əsas vəzifəsi fiziki hadisələrin öyrənilməsi, anlayışların formalaşdırılması, şagirdlərin məntiqi təfəkkürünün inkişaf etdirilməsi və onların qazandığı biliklərin praktikaya tətbiq etmək bacarığına yiyələnməkdən ibarətdir.

Tədris praktikasında və elmi metodik ədəbiyyatda məsələ anlayışına verilən tərifər arasında sərhəd qoymaq zənnimizcə düzgün hesab edilə bilməz. Eyni bir anlayışa müxtəlif tərifərin verilməsi məqsədəuyğun deyildir. Indiki zamanda müəllim praktikası öz inkişafını ümumi və xüsusi didaktika elmi biliklərin konkretləşdirilməsi əsasında həyata keçirir. Məsələ anlayışına o zaman müxtəlif tərifər vermək olar ki, onların hər birinin əsasında müxtəlif cür yanaşmalar olsun. Məsələ anlayışına verilən bu tərifər bir-birindən nə ilə fərqlənir?

Birinci tərif fizika məsələlərinin həlli metodu əsasında, ikinci isə həllinin tədris işində tətbiqi əhəmiyyətini əhatə etməklə müəyyən edilmişdir.

A.V. Usova və N.N. Tulkibayeva fizikadan məsələ həlli anlayışını konkretləşdirməyə çalışmış və ona bir tədris situasiyası kimi baxmışlar. Məhz bu situasiya nəticəsində şagirdlər fikri və praktik fəaliyyət icra edir, fizikadan biliklərə yiyələnir, öz təfəkkürünü və praktik fəaliyyətini inkişaf etdirir.

V.P. Orexova A.V. Usovanın redaktorluğu ilə nəşr edilən "Orta məktəbin 8-10-cu siniflərində fizika tədrisi metodikası" adlı kitabda məsələ anlayışına didaktik baxımdan belə baxılır: "Tədris praktikasında fizika məsələsi adətən çox da böyük olmayan problemə deyilir, bu problem ümumi halda fizika qanunları və metodları əsasında məntiqi fikir, riyazi əməliyyat və eksperimentin köməyi ilə həll edilir". Fizikadan tədris prosesində materialın öyrənilməsi zamanı meydana çıxan hər bir sual mahiyyət etibarı ilə məsələ hesab edilə bilər. Məsələ anlayışına ümumi tərif vermək üçün bir neçə xüsusi metodikaları da nəzərdən keçirmək olar. "Riyaziyyat tədrisinin ümumi metodikası" (rus dilində) kitabında V.V. Repyev belə izahat verir: "Hər bir məsələdə nə verdiyi göstərilir və nəyin yerinə yetirilməsi barədə tələblər qoyulur məsələ həll etmək imkanı üçün verilən və axtarılanlar arasında funksional asılılığın olması zəruridir.
Yalnız funksional asılılığın olması məsələni həll etməyə imkan verir. Beləliklə hər bir məsələ şərtdən, funksional asılılıqdan və tələbdən ibarət olur".

V.M. Bardis belə hesab edir ki, hər bir riyazi sualı məsələ adlandırmaq olar. Lakin həmin suala cavab tapmaq üçün keçilən kursa aid hər hansı nəticələr, teorem və təriflər üzərində sadə əməliyyatlar aparmaqla kifayətlənmək olmaz. Y.V. Xodakovun "7-8-ci siniflərdə kimyanın tədrisi" (rus dilində) adlı kitabında məsələ və terminlər arasında sərhəd müəyyən edilmişdir. Orada qeyd edilir ki, məsələ terminlərdən onunla seçilir ki, onun şərtində hər hansı bir situasiya qoyulur, onun əsasında nəzəri və praktik əhəmiyyəti olan sual meydana çıxır. Məsələ həll edilərkən əməliyyatlar icra olunur və bunlar termin xarakteri daşıyır, lakin qeyd edilməlidir ki, məsələ sadəcə olaraq terminlər yığımı deyildir, məsələ terminlərdən fərqli olaraq şagirdlərdən məsələnin şərti əsasında nəticəni əldə etmək üçün hansı əməliyyatları yerinə yetirmək lazım olduğunu və hansı ardıcıllığı gözləməyi tələb edir. Müəllif məsələ və terminləri didaktik baxımdan da fərqləndirir. Məsələ şagirdlərdə kitabdan aldıqları bilikləri müxtəlif şəraitlərdə praktikaya tətbiq etmək bacarığı aşılamaq məqsədi daşıyır. Terminlər isə müəyyən əqli və əməli vərdişləri formalaşdırmağa xidmət edir. Terminlər isə müəyyən əqli və əməli vərdişləri formalaşdırmağa xidmət edir. Müəllif belə hesab edir ki, yeni bilik əldə etmək və təkrarlamaq üçün müəyyən təcrübələri icra etmək kimi tapşırıqları məsələ hesab etmək olmaz. Əlbəttə məsələ anlayışına yuxarıda verilən tərif didaktik baxımdan çox dardır. Didaktik baxımdan məsələ həllinin əhəmiyyətinə gəldikdə isə Y.B. Xodakovun fikrinə nisbətən bu daha genişdir. Burada eksperimental məsələlərin həllinə xüsusi yer verilir. Fikrimizcə bu daha vacibdir.
Məsələ anlayışına Y.M. Kolyaqin və başqa müəlliflər daha ümumi tərif verərək göstərirlər ki, məsələ situasiyadan ibarətdir, onun həlli üçün qərar qəbul etmək lazımdır. Ensklopedik kitablarda məsələ anlayışına dair aşağıdakıları oxuya bilərik: məsələ qarşıya məqsəd qoyur, ona çatmaq üçün səy göstərilir; məsələ tapşırıqlar sistemidir; həll edilməsi üçün müəyyən bilik, bacarıq və fikirləşmə tələb edən sual və ya problemdir; şagirdlərin praktik fəaliyyətini yoxlayan təlim metodlarından biridir. Pedaqoji ensiklopediyada məsələ anlayışından danışarkən göstərilir ki, "məsələ həlli bu və digər fənnə aid elmi biliklər sistemini əldə etməyə xidmət edir" və onun xarakterik cəhətləri aşağıdakı kimi qeyd edilir; qoyulmuş bu və ya digər suala cavab vermək, istənilən nəticəni əldə etmək üçün şagirdlər qarşısında qoyulan məqsəd; məsələni həll etmək üçün mövcud şərt və tələblərin hesabı; mövcud məqsədə çatmaq üçün üsul və qaydalardan istifadə etməklə həlli yerinə yetirmək.

L.M. Fridman məsələ anlayışına müəyyən edilmiş sistem kimi baxır. D.V. Elkolin göstərir ki, tədrisdə məsələnin anlayışı ümumiyyətlə məsələ anlayışından fərqli olaraq elə situasiyadan ibarətdir ki, onun həlli üçün həlledici müəyyən proses, üsul, prinsip və ya praktik əhəmiyyətli həyata keçirmək üçün "mexanizmə" malik olur.

Fizikadan məsələ anlayışına verdiyimiz tərifdən aydın olur ki, fizika məsələsi riyazi və digər tip məsələlərdən, onların termin xarakterindən fərqlənərək daha geniş məna kəsb edir. Burada bacarıq, vərdiş, praktik fəaliyyət mexaniki yer tutmur, məsələ həlli elmi biliklərin dərinləşməsi, genişlənməsi və yeni faktlarla zənginləşməsi ilə müşayət olunur. Hər bir məsələ şagird üçün yeni informasiya və onun bir əlamətini daşımış olur. Beləliklə də məsələ həlli başqa keyfiyyətlərlə yanaşı şagirdlərin dünyagörüşünün inkişafına güclü təsir göstərir.

Ədəbiyyat

1. İmanov S.Ş. Orta məktəbdə fizika tədrisi metodlarının seçilmə prinsipi və təsnifi. Bakı: ADPİ, 1998.
2. Калашников С.Г. Электричество: учебник для Университетов. М.: Высшая школа, 1983.
3. Уемов А.И. Аналогия в практике научного иследования. М.: Наука,1970, 234 с.

РЕЗЮМЕ
ПСИХОДИДАКТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ
Латифова С.С., Гашимова А.И.

***Ключевые слова**: понятие, проблема, дидактика, познавательный процесс, мышление.*

На основе анализа методической литературы можно прийти к общему представлению и дать определение понятию задачи.Задачей в физике является ситуация, требующая от учащихся размышлений и практики.В результате этой деятельности учащиеся приобретают знания по физике на основе ее законов и методов, приобретают умение применять полученные знания на практике и развиывют свое мышление.

SUMMARY
PSYCHODACTIC ANALYSIS OF PROBLEM SOLVING
Latifova S.S., Hashimova A.I.

***Key words**: concept, problem, didactics, cognitive process, thinking.*

Based on the analysis of methodological literature, one can come to a general idea and define the concept of a problem. A task in physics is a situation that requires students to think and practice. As a result of this activity, students acquire knowledge of physics based on its laws and methods, acquire the ability to apply acquired knowledge in practice and development of thinking.

FİZİKANIN TƏDRİSİNDƏ DİDAKTİK PRİNSİPLƏRİN ROLU

Məmmədov F.Ə., Sadıqova S.R., Ziyadova S.Ş.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
mammadov_fuad@bk.ru

Açar sözlər: *didaktik prinsiplər, təhsil, proses, tədris, dünyagörüşü.*

Məqalə ali təhsil pedaqogikasının aktual problemlərindən biri olan tədrisdə normativ funksiyaları yerinə yetirən didaktik prinsiplərə və onların tədris prosesində roluna həsr edilmişdir. Məqalədə didaktik prinsiplər tədrisin keyfiyyətinə təsir edən amillərdən biri kimi qiymətləndirilir.

Elmi-texniki tərəqqinin coşğun inkişafı, siyasi və iqtisadi böhranların yaratdığı problemlər insanların müvafiq qərarlar qəbul etməklə müsbət nəticələr əldə etmək üçün səmərəli fəaliyyət göstərməsini tələb edir. Müasir dövrdə cəmiyyət ekoloji, sosial və iqtisadi problemlərin həllində təhsilin üstünlüyünü və həlledici rolunu daha yaxından hiss etməyə başlamışdır [1].

Gənc nəslin cəmiyyətin və dövlətçiliyin quruculuğunda aktiv iştirak etməsi, vətənpərvərlik ruhunda böyüməsi və onlar tərəfindən bu kimi bir sıra pozitiv xüsusiyyətlərin əldə edilməsi vacib məsələlərdən biridir. Bu günün gənclərinin gələcəkdə cəmiyyətin layiqli vətəndaşı olmasında təlim-tərbiyə işlərinin düzgün qurulmasının xüsusi əhəmiyyəti vardır. Gənc nəslin yetişməsində təlim-tərbiyə işlərinin mərhələli surətdə ardıcıl və arasıkəsilmədən aparılması mühüm əhəmiyyət kəsb edən məsələlərdən biridir. Müasir dövrdə bu işdə həm ümumtəhsil tam orta məktəblərin həm də ali məktəblərin üzərinə böyük məsuliyyət düşür.

Ali məktəblərdə müasir dövrün tələblərinə uyğun olaraq təlim-tərbiyə işlərinin təkmilləşdirilməsi üçün müəllimin fəaliyyəti ilk növbədə mövcud şəraitdə bu proseslərin kompleks şəkildə təhlili və qiymətləndirilməsindən, mümkün pozitiv dəyişikliklərin isə empirik və nəzəri biliklərin rasional qarşılıqlı əlaqəsini şərtləndirən nəzəriyyə əsasında həyata keçirilməsindən ibarətdir.

Yüksək səviyyəli mütəxəssislərin hazırlanmasında təlim-tərbiyə proseslərinin elmi əsası ali məktəb pedaqoqikası ilə müəyyən olunur. Ali məktəb pedaqoqikası tədqiqat predmetinin fəlsəfi və metodoloji mahiyyətinin dərk olunmasında və təhsildə normativ funksiyaları yerinə yetirən didaktik prinsiplər kompleksinə riayət olunmasında tədris prosesini istiqamətləndirir [2].

Bu sahədə aparılmış tədqiqatlara müvafiq olaraq təhsil sistemi ilə cəmiyyətin digər sistemləri arasındakı qarşılıqlı əlaqəni aşağıdakı qanunauyğunluq şəklində ifadə etmək olar:

- Təhsil prosesi cəmiyyətin inkişafının tələbləri ilə müəyyən olunur.
- Təhsil prosesi maariflənmə, təlim-tərbiyə və pedaqoji prosesin ümumilikdə inkişafı ilə bağlıdır.
- Təhsil prosesi real tədris imkanlarından asılıdır.
- Təhsil prosesi mövcud şəraitdən asılıdır.
- Təhsil prosesinin təşkili formaları tədrisin mahiyyəti, metodları və qarşıya qoyulan məsələləri ilə müəyyən olunur.

Yuxarıda göstərilən qanunauyğunluqlar təhsil prosesinin daxili və xarici əlaqələrini əhatə edir. Bu qanunauyğunluqların varisliyinin təzahürü olan praktiki təcrübələr və tədris prosesinin effektiv həyata

keçirilməsini şərtləndirən didaktiv prinsiplər ali məktəb pedaqoqikasında bu iddiadan çıxış edir. Təbii ki, axırıncılar qanunauyğunluqlardan çıxır, həm də onlarla mürəkkəb funksional əlaqədə olurlar.

Tədris prosesində didaktik prinsiplər aşağıdakılardan ibarətdir:

1. elmi və fəlsəfi dünyagörüşü;
2. nəzəriyyə ilə praktikanın, praktiki təcrübə ilə elmin əlaqəsi;
3. mütəxəssislərin hazırlanmasında sistemlilik və ardıcıllığın yerinə yetirilməsi;
4. sərbəst işlərin yerinə yetirilməsində tələbələrin şüurluluğu, aktivliyi və müstəqilliyi;
5. biliyin individual axtarlşı;
6. abstrakt təfəkkürün əyani tədris ilə əlaqələndirilməsi;
7. elmi biliyin mənimsənilməsində uyğun metodların seçilməsi;

Didaktik prinsiplər ali məktəblərin praktikasının zənginləşməsinə səbəb olub, pedaqoji məqsqdlərə nail olmanın üsullarını müəyyən edir.

Lakin bununla yanaşı təcrübəyə əsaslanaraq bu sistemin məzmun və tamlığının qiymətləndirilməsinə tənqidi yanaşmaqla ali məktəblərin müasir təcrübəsinə və yeni tələblərinə uyğun olaraq didaktik prinsiplər siyahısına daha ikisini də əlavə etmək məqsədə uyğun olar:

- təhsil və təlim-tərbiyə proseslərinin professional istiqamətləndirilməsi
- tədrisin tələbələrin elmi-tədqiqat işləri ilə əlaqələndirilməsi

Bu prinsiplərdən birincisi təhsil prosesində ali məktəblərin təlim-tərbiyə intizamına uyğun olaraq gələcəyin mütəxəssislərində peşəkarlıq xüsusiyyətləri formalaşdırır. İkinci prinsip isə onlarda elmi-texniki tərəqqinin tələblərinə müvafiq olan yaradıcılıq vərdişləri və bacarıqları aşılayır.

Pedaqoqikanın tərkib hissəsi olan didaktika tədris prosesinin ümumi qanunauyğunluqlarını öyrənməklə onun inkişaf nəzəriyyəsinin yaradılmasını şərtləndirir. Tədris metodikası didaktikanın məxsusi qaydada əksolunmasıdır. Məhz buna görə tədris metodikasının əsasını yaradarkən tədris prosesinə tətbiq olunan didaktik prinsiplərin məzmununun konkretləşdirilməsi vacib amillərdəndir.

Məntiqi olaraq didaktik prinsiplərə tamlıq və sistemli yanaşma metodu və bu metodların qarşılsılı əlaqəsi baxımından yanaşıldıqda bu prinsiplərin mahiyyəti tamamilə açıqlanır [3].

Ümumiyyətlə, elmi ədəbiyyatlarda didaktik prinsiplər arasında elmi və fəlsəfi dünyagörüşü prinsipi əlamətlərinə görə aparıcı prinsiplərdən biri kimi qəbul edilmişdir. Bu prinsip ətraf aləmlə təmasdan əxz olunmuş ümumiləşmiş biliyin təhsil prosesi zamanı əldə edilmiş elmi biliklərlə obyektiv əlaqələndirilməsini və dərk olunmasını əks etdirir.

Ədəbiyyat

1. Orucov V.Ö. Azərbaycanda fizikanın tədrisi metodikasının inkişafı. Bakı: Bakı Universiteti, 2011, 260 s.
2. Бабанский Ю.К. Взаимосвязь закономерностей принципов обучения и способов его оптилизации // Сов. педагогика. 1982, № 11, с. 30-32.
3. Бабанский Ю.К. Об актуальных вопросах методологии дидактики. // Сов. педагогика. 1978, №9, с. 45-55.
4. Бабанский Ю.К.Оптимизация учебно-воспитательного процесса. М.: Просвещение, 1982, 192 с.
5. Mehrabov A.O. Azərbaycan təhsilinin müasir problemləri. Bakı: Mütərcim, 2007, 448 s.

РЕЗЮМЕ

РОЛЬ ДИДАКТИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ

Мамедов Ф.А., Садыгова С.Р., Зиядова С.Ш.

Ключевые слова*: дидактические принципы, образование, процесс, преподование, мировоззрение.*

Статья посвящена дидактическим принципам выполняющим нормативные функции в обучении и их роли в учебном процессе, которые являются одним из актуальных проблем педагогики высшей школы. В статье дидактические принципы оцениваются как один из факторов, которые влияют на качество преподавания.

SUMMARY

THE ROLE OF DIDACTIC PRINCIPLES IN TEACHING PHYSICS

Mamedov F.A., Sadiqova S.R., Ziyadova S.Sh.

Keywords: *didactic principles, education, process, teaching, world outlook.*

Article is devoted to the didactic principles carrying out standard functions in training and their role in educational process which is one of actual problems of pedagogics of the higher school. In article the didactic principles it is estimated as one of factors which influence quality of teaching.

FİZİKA DƏRSLƏRİNDƏ ŞAGİRDLƏRİN İDRAK FƏALİYYƏTİNİN AKTİVLƏŞDİRİLMƏSİNDƏ İKT- DƏN İSTİFADƏ

Sadıqova S.R., Məmmədov F.Ə.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
mammadov_fuad@bk.ru

Açar sözlər: *idrak, təlim, tədris fəaliyyəti, aktivləşdirmək, təcrübə.*

Şagirdlərin fiziki prosesləri, qanunları başa düşərək dərindən qavraması onların təfəkkürünün inkişafı ilə bağlıdır. İdrak fəaliyyətinin aktivləşdirilməsində İKT- dən istifadənin xüsusi rolu vardır. Şagirdlərin yaradıcı bacarıqlarını, elmi dünya görüşünü və əqidəsinin formalaşmasında, onların yüksək mənəviyyatlı bir şəxsiyyət kimi tərbiyə olunması istiqamətində biliklərə marağın yaradıla bilsində İTK-nin tətbiqi danılmazdır.

Şagirdlərdə idrakı maraqların formalaşdırılması ideyası ən vacib məsələlərdən biridir. Düşünürük ki, şagirdlərin proqramın hər hansı bölməsinin suallarını əzbərləyib, öyrənməkdənsə, evlərində oturub öz vaxtlarının çox hissəsini daha çox xoşladıqları bir sahənin öyrənilməsinə sərf etmələri daha məqsədəuyğundur. Əsas odur ki, hər bir şagirddə müəyyən sahələrə həvəs oyansın, onlar öz maraq dairələrini müəyyən etsinlər və bu istiqamətdə irəliləsinlər. Əməyə yaradıcı münasibət şagirdlərdə ən sadə təcrübələrdən və məsələ həllindən başlayaraq, tədrisin ilkin mərhələlərindən yaradılmalıdır.

Fizika-şagirdlərin yaradıcı bacarıqlarını, elmi dünya görüşünü və əqidəsini formalaşdırır, onların yüksək mənəviyyatlı bir şəxsiyyət kimi tərbiyə olunmasında böyük rol oynayır[1].

Təlimin bu əsas məqsədinə o zaman çatmaq olar ki, tədris prosesində biliklərə maraq yaradıla bilsin, aydın məsələdir ki, ancaq bu halda şagirdlərdə müəyyən mənəvi keyfiyyətlər, əsasən də mərhəmət hissi tərbiyə etmək, onları doğru yola istiqamətləndirmək olar.

Şagirdlərdə idraki maraqların yaradılması onların dərslərdə aktivliklərinin artırılmasına, biliklərinin keyfiyyətinə, təlimin müsbət motivlərinin formalaşdırılmasına, aktiv həyat tərzinə səbəb olur ki, bu da öz növbəsində təlim prosesinin effektivliyinin artırılmasına gətirib çıxarır.

Fizikada şagirdlərin idraki maraqları onların fiziki hadisələrə, faktlara, qanunlara maraqlarından irəli gəlir: onlar malik olduqları nəzəri biliklər əsasında bu hadisələrin mahiyyətini və praktik əhəmiyyətini başa düşməyə, bu hadisələrin dərkolunma metodlarına nəzəri və praktik cəhətdən yiyələnməyə can atırlar.

Şagirdlərin hər hansı bir idraki istiqaməti seçici xarakter daşıyır. Əgər bu və ya digər anlayışlar və ya hadisələr onlara həyat əhəmiyyətli vacib kimi görünərsə, onlar çox böyük həvəslə bununla məşğul olacaq, hadisələri daha dərindən öyrənməyə çalışacaqlar. Əks halda şagirdin marağı təsadüfi, şərti xarakter daşıyacaq.

Şagirdlərdə tədris olunan fənnə maraqları tərbiyə etmək üçün aşağıdakı sxemi təklif etmək olar:

1-ci mərhələ - maraqlardan təəccübə;

2-ci mərhələ - təəccübdən hər şeyi bilməyə can atma;

3-cü mərhələ - davamlı biliklərə və elmi axtarışlara.

Birinci mərhələdə şagirdlərdə maraq – effektli bir təcrübənin nümayişi, fizikanın tarixindən maraqlı bir hekayəyə qulaq asması, yaxud da hər hansı bir fiziki hadisənin müşahidə olunması və s. zamanı yarana bilər. Tədris fəaliyyəti prosesində konkret biliklər ehtiyatının çoxaldılması ilə bir sıra faktların, hadisələrin, qanunların dərk olunması baş verir: get-gedə şagird öz maraq dairəsinin obyektinin real məzmununa daha çox maraq göstərməyə başlayır [2].

Şagirdlərin təlimə marağını artırmağın iki əsas mənbəyini qeyd etmək olar:

1. Tədris materialının məzmunu;
2. Tədris fəaliyyətinin təşkili.

Brinci mənbəyə aşağıdakı stimulları aid etmək olar:

- materialın yeniliyi (öyrənilən faktın, hadisənin, qanunun gözlənilməzliyi);
- mənimsənilən biliklərin yeniləşməsi (öyrənilən biliklərdə əvvəllər məlum olmayan tərəflərin, əlaqələrin, münasibət və qanunauyğunluqların açılması, bu isə artıq məlum olanları tamamlayır və inkişaf etdirir);
- tədrisin tarixi (məşhur elmi kəşflərin tarixi, görkəmli alimlərin bioqrafiyaları və s. haqqında məlumatların daxil edilməsi);
- biliklərin praktik əhəmiyyəti və vacibliyinin göstərilməsi, yəni öyrənilən materialın məzmunu ilə praktikada, həyatda, xalq təsərrüfatında əhəmiyyəti arasında əlaqə);

- müxtəlif sahələrdə müasir elmi – texniki nəaliyyətlərlə tanışlıq: kosmonavtikada, hərbi sahədə, biomexanikada, səhiyyədə, idmanda və s.;

Tədris fəaliyyətinin təşkilinə, yəni ikinci mənbəyə aşağıdakıları göstərmək olar:

- dərslərə şagirdlərin müxtəlif formalı sərbəst işlərini daxil etmək;
- problem təlim;
- praktik işlərin qoyulması (tədqiqat, yaradıcı xarakterli işlər).

Qeyd etmək lazımdır ki, şagirdlərin fənnə marağının formalaşdırılması və inkişaf etdirilməsi müəllimin fəaliyyəti ilə təyin edilir. Müəllim dərs prosesində konkret şərtləri nəzərə alaraq, dərsliyin öyrənilən paraqrafında məhz zəif qeyd olunan yerləri daha geniş şəkildə işıqlandıra bilər[2].

Şagirdlərin idraki fəaliyyətlərinin formalaşdırılması və yaradıcı potensiallarının inkişaf etdirilməsində laboratoriya praktikumlarının da böyük rolu var.

Fizika özünü bir təcrübi elm kimi təsdiq edib, o müxtəlif tədris funksiyalarını yerinə yetirir: yeni hadisələrlə ilkin tanışlıq; öyrənilən materialın illüstrasiyası; hadisələrin kəmiyyət xarakteristikalarının ölçülməsi; şagirdlərdə təcrübi vərdişlərin inkişaf etdirilməsi və s.

Fizikanın öyrənilməsində frontal təcrübələrin rolu müxtəlif ola bilər. Məsələn, şagirdlərin temperatur anlayışı ilə tanışlığı prosesində məsələnin qoyuluşu. Temperatur və onun ölçülməsinə aid mövzularda elə birinci dərsdə təcrübədən başlamaq olar: tədqiq olunan cisimlə termometr arasında istilik mübadiləsinin öyrənilməsi[3].

Beləliklə, fizika dərslərində şagirdlərin idraki fəaliyyətini aktivləşdirmək üçün müxtəlif üsullardan istifadə etmək olar, lakin yadda saxlamaq lazımdır ki, bu aktivləşmə şagirdlərin yerinə yetirdikləri sərbəst işlərlə məşğuliyyətə gətirib çıxarmamalıdır. Təlim prosesində metodika çox vacibdir – görülən işlər maksimal dərəcədə şagirdlərin düşünmə qabiliyyətini, idraki fəallığını inkişaf etdirməyə xidmət etməlidir.

Ədəbiyyat

1. Azərbaycan Respublikası ümumtəhsil məktəblərinin informasiya və kommunikasiya texnologiyaları ilə təminat proqramının (2005-2007-ci illər) təsdiq edilməsi haqqında. 21 avqust 2004-cü il. Azərbaycan Təhsil Siyasəti (1998-2004). Bakı, Çaşıoğlu, 2005, 829 s.
2. Ağayev Ə. Təlim prosesi: ənənə və müasirlik. Bakı: Adiloğlu, 2006, 138 s.
3. Qaralov Z.İ. Elmlə məktəbin əməkdaşlığı // “Fizika və riyaziyyatın tədrisi” jurnalı, 36-42 s.

РЕЗЮМЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИКТ В АКТИВИЗАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Садыгова С.Р., Мамедов Ф.А.

***Ключевые слова**: познание, обучение, учебная деятельность, активация, опыт.*

Глубокое понимание учащимися физических процессов и законов связано с развитием их мышления. Особую роль в активизации познавательной деятельности играет использование ИКТ. Бесспорно, что применение ИКТ в формировании у учащихся творческих способностей, научного мировоззрения и убеждений, а также в направлении воспитания их как высоконравственной личности может создать интерес к знаниям.

SUMMARY

USE OF ICT IN ACTIVATION OF COGNITIVE ACTIVITY OF STUDENTS IN PHYSICS LESSONS

Sadigova S.R., Mammadov F.A.

***Key words**: cognition, learning, learning activity, activation, experience.*

A deep understanding by students of physical processes and laws is associated with the development of their thinking. The use of ICT plays a special role in the activation of cognitive activity. There is no doubt that the use of ITC in the formation of students' creative abilities, scientific outlook and beliefs, as well as in the direction of educating them as a highly moral person, can create an interest in knowledge.

FİZİKANIN TƏDRİSİNDƏ İNFORMASİYA KOMMUNİKASİYA TEXNOLOGİYALARININ ROLU

Şahsuvarova Q.Ə., Məmmədova R.L.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

mammadov_fuad@bk.ru

Açar sözləri: *informasiya, təhsil resusları, alqoritm, metodika*

Təhsil sisteminin informasiyalaşdırılması (TSİ)-məktəbin informatlaşdırılması ilə birbaşa əlaqədar olub təlimin məzmunun, metodlarını və təşkil formalarını yeniləşdirməklə yeni təlim nəticələrinin alınmasına, məktəbin bütün həyatının modernləşdirilməsinə, bütün fənlərin tədrisində komputer texnologiyasından istifadəyə və fənn müəllimlərinin İKT-dən istifadə səriştəliyinin yüksəldilməsinə xidmət edir. İKT dedikdə informasiyanı fərdi, kütləvi istehsal kommunikasiyaları məqsədi ilə hazırlanması, emal edilməsinə yönəlmiş obyekt, əməliyyat və qaydalar kompleksi, texnologiyası başa düşülür.

Təhsil sisteminin informasiyalaşdırılması son 10 ildə bu sistemdə fəaliyyət göstərən iri həcmli beynəlxalq miqyaslı innovasiyadır. TSİ-ni həyata keçirən İKT-nin əsas istiqamətləri aşağıdakı kimi qəbul edilmişdir.

1. Komputer texnikasından təlim vasitəsi və aləti kimi istifadə;
2. İKT-nin təlim obyekti kimi öyrədilməsi;
3. Şagird yaradıcılığının inkişafında İKT-dən istifadə;
4. İKT ilə nəzarət, textləşdirmə psixodiaqnostika, reaksiya proseslərinin avtomatlaşdırılması;

İKT-nin təhsil sisteminə daxil olması müəllim təlim məzmunu, metodu və təşkilat formalarını əsaslı sürətdə təkminləşdirməyə imkan verir. Bu texnologiyaların təhsildə tətbiqinin əsas məqsədi informasiya cəmiyyətində şagirdin in tellektual imkanlarının gücləndirilməsi, təlim prosesinin müasir prinsiplərinin kompleks həyata keçirilməsi və tam prosesin intensivləşdirilməsi, yəni təhsilin bütün pillələrinə təlimin keyfiyyətinin yüksəldilməsinə nail olmaqdır.

TSİ-nin əsas nəticəsi şagirdlərin informasiya ilə zamanı İKT vasitələrindən istifadə qabiliyyətinin formalaşmasıdır. Bu zaman şagirdlər zəruri informasiyası axtarmalı, toplamalı, emal etməli, qiymətləndirməli, bu informasiyalar öz məqsədlərinə uyğun olaraq tətbiq etməyi bacarmalıdılar. Bu qabiliyyətlər şagirdlərə imkan verməlidir ki

1. Fasiləsiz təhsili davam etdirsinlər, həmçinin süni intelektin köməyi ilə təhsil xidmətindən bəhrələnsinlər;
2. Seçdiyi peşə üzrə fəaliyyətə hazırlansınlar;
3. İnformasiya cəmiyyətində biliyə əsaslanan iqtisadiyyat şəraitində yaşamağa, fəaliyyət göstərməyə hazırlansınlar;

TSİ layihəsinin həll etdiyi problemlər;

- tədrisin keyfiyyətinin aşağı düşməsi;
- real həyat situasiyalarında şagirdlərin öz biliklərini tətbiq etməyə kifayət qədər hazır olmamaları;
- təhsil resurslarından istifadə sahəsində qeyri-bərabərliyin yaranması;
- təhsil sahəsində regionların imkanlarının qeyri-bərabərliyi;
- müəllim və başqa təhsil işçilərinin tədris prosesində İKT-dən istifadə imkanlarının və hazırlıqlarının aşağı səviyyədə olması;
- ilkin peşə təhsilinin əmək bazarının tələblərinə uyğun olmaması;
- təhsilin informatlaşması məsələlərinin hüquqi-normativ bazasının uyğun gəlməməsi ilə əlaqədar olmuşdur.

TSİ bu problemlərin kompleks həllini həyata keçirməklə bir-biri ilə qarşılıqlı əlaqədə olan məqsədi özündə ehtiva edir

Birinci məqsəd. Məktəblilərin fəal tədris fəaliyyətlərini təmin edir, onların təşkilatçılığını formalaşdırır, müstəqil öyrənmək bacarığını, lazım olan informasiyanı tapmaq və istifadə etmək, kollektivdə işləmək, qeyri-standart vəziyyətlərdə problemin həllini tapmaq, əvvəllər rast gəlmədikləri məsələləri həll etməyi təmin edir.

İkinci məqsəd. Müəllimlərin və müəllim kollektivinin yaradıcı fəallığını təmin edir, müəllimlərin fərdi və daha fəal təlim metodlarına keçməsinə imkan verir, öz peşəkar fəaliyyətlərində yeni informasiya resurslarından geniş istifadə etməyə kömək edir.

Üçüncü məqsəd. Hər bir maraqlanan şagird yüksək keyfiyyətli təhsil almaq imkanlarını təklif edir, hətta belə xidmət öz oxuduğu məktəbdə olmasa belə. Bu məqsəd internet resurslarından istifadə ilə əlaqədardır

Təlimin kompyuterləşdirilmiş tədris prosesinin alternativ formasının metodik əsaslarının yaradılmasına imkan verməklə differensiallaşmış təlimi həyata keçirir. Hazırda kopyuter texnikası təhsil və özünü təhsilin əlaqələndirilməsinə fəal təsir. Edir. İstənilən proqram təminatlı EHM bazasında öyrədici sistem təşəbbüskarlıq, fərdləşmə, interaktivlik prinsiplərindən birinə istimad etməlidir.

Kompyuter texnologiyası şagirdlərdə lazım olacaq səviyyədəd bilik formalaşdırmaq, onları müqayisəli təhlil etmək, ümumiləşdirmək, mövcud verilənləri işləmək, lazım olan informasiyaları tapmaq və öyrəniləcək materialla əlaqələndirmək bacarığı aşılamaqla, informasiya mədəniyyəti formalaşdırır.

Uşaqları müasir informasiya cəmiyyətinə həyata hazırlayarkən, ilk növbədə onların məntiqi təfəkkürünü inkişaf etdirərək, analiz (obyektin quruluşça ayrılması, qarşılıqlı əlaqənin müəyyən edilməsi, təşkilati prinsiplərin təsəvvür edilməsi) və sintez (yeni sxem, model və quruluşun yaradılması) etmək bacarığı aşılamaqdır. Bu məqsədlə kiçik yaşlı məktəblilərin mətiqi və əməli (alqoritmik) təfəkkürünü inkişaf etdirməyə xidət edən çoxlu proqramlar, inkişafetdirici dərslər üçün metodik göstərişlər, kitabçalar, rənglər və başqa materiallar işlənmişdir.

İnformasiyaların seçilməsi, saxlanması, işlənərək verilməsi və yeniləşdirilərək korrektə edilməsindəə kompyüter texnologiyalarından istifadə müəllimə idarəetmə, layihələndirmə və tədqiq etmə kimi öz səlahiyyətlərinə aid olan prosesləri avtomatlaşdırmağa imkan verir. Müəllim İKT-dən tədris prosesinin elə mərhələsində istifadə etməlidir ki, bu zaman bir sıra mürəkkəb texniki qurğuların, məsələn atom elektrik stansiyaların iş prinsipini, radioaktiv parçalanmanı, mikro və makro aləmdə baş verən hadisə və prosesləri, mikrosxemlər və onların tətbiq sahələrini, mürəkkəb texmoloji prosesləri təbaşir və yazı lövhəsi kimi verbal vasitələrin köməyi ilə nümayiş etdirmək mümkün olmasın.

Kompyuterdən istifadənin effektivliyi bir-biri ilə qarışlıqlı əlaqədar olan texniki, metodiki və təşkilati kimi üç sahənin, sistemli və ciddi təminatı ilə müəyyən edilir. Müasir şəraitdə İKT-nin tətbiqini şərti olaraq üş istiqamətdə (epizodik, sistematik və sinxrom) formalaşdırmaq olar.

İKT-nın)kompyuter texnologiyasının) tətbiqi insanların intellektual imkanlarının artırır, az vaxt ərzində daha çox informasiyanın verilməsini və keyfiyyətli mənimsənilməsini təmin edir.

Fizikanın tədrisində yüksək əyanilik, mikro və makroaləmin olduğu kimi şagirdlərin gözü önündə canlandırılmasında modelləşdirici proqramdan istifadə etmək o vaxt məqsədəuyğun hesab edilir ki, fizika kabinetində tələb olunan qurğu və cihazlar yoxdur, yaxud onun aparılması təhlükəsizlik texnikası qaydalarına görə qadağan edilir, tədris materiallarının zənginləşdirilməsi məqsədi ilə aparılacaq eksperimentin imkanlarını daha da gücləndirmək lazım gəlir. Bütün bunları ümumiləşdirərək deyə bilərik ki, kompyuter modelləşdirilməsindən fizika kursunda aşağıdakı istiqamətdə fizika dərslərində hesablamaların avromatlaşdırılması və məsələ həllində, fiziki hadisə və proseslərin modelləşdirilməsində, fizikadan laboratoriya işlərinin praktikumların və məktəb eksperimentinin yerinə yetirilməsində və onun idarə olunmasında, təsvirlərin münayişində, istifadə edə bilərik.

Son vaxtlar bir sıra müəlliflərin apardıqları tədqiqatlardan məlum olur ki, şagirdilərin biliklərindəki formalizmin aradan qaldırılmasının ən yaxşı üsulu kompyuter modellərilə fiziki eksperimentlərin nümayişidir. Bu məqsədlə bir sıra fundamental fiziki nəzəriyyələrin, qanunların, təcrübələrin (Peren, Ştern, İoffe-Miliken, Frank-Hers və s) modelləşdirilməsinə çox böyük ehtiyac vardır. Bu baxımdan fizika kursunun bütün bölmələri üzrə tərtib edilmiş öyrədici proqramlar paketi, qazların qeyri tarazlıq prosesləri, statistik və kvant fizikasına aid olan təcrübələrin, o cümlədən qeyri-xətti proseslərin modelləşdirilərək göstərilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bütün bunlardan başqa tibb eksperimentlərin və bir sıra laboratoriya işlərinin kompyuter modelləri ilə əvəz edilərək, interaktiv şəkildə öyrədilməsində çox yüksək nəticələr əldə edilmişdir. Xüsusən də öçölçülü modellər yüksək səviyyəli əyanilik vasitəsi olub, dərsin istənilən mərhələsində istifadə edilməklə reallığı tam əksa etdirir. Bu zaman kompyuterin rəng imkanlarından istifadə edərək bir sistemli detalları, baş verən fiziki hadisələri müxtəlif rənglərdə göstərməklə daha əyani və güclü effekt yaratmaq olar. Bu da istənilən fiziki hadisə və proses daha canlı obrazlı göstərməyə imkan verir, fiziki mahiyyətin başa düşülərək öyrənilməsini təmin edir.

Ədəbiyyat

1. Məmmədov F.M. Müasir fizikanın metodoloji prinsipləri. Bakı, 2016, 255 s.

РЕЗЮМЕ

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ

Шахсуварова Г.А., Мамедова Р.Л.

Ключевые слова*: информация, образовательные ресурсы, алгоритм, методология.*

Информатизация системы образования (ТСО) напрямую связана с информатизацией школы и служит получению новых результатов обучения за счет обновления содержания, методов и организационных форм обучения, модернизации всей жизни школы, использования компьютерных технологий в преподавании всех предметов, повышения компетентности учителей-предметников в использовании ИКТ. ИКТ означает объект, комплекс операций и правил, технологию, направленную на подготовку и обработку информации в целях индивидуальных, массовых производственных коммуникаций.

SUMMARY
THE ROLE OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN TEACHING PHYSICS
Shahsuvarova G.A., Mamedova R.L.

***Key words**: information, educational resources, algorithm, methodology.*

Informatization of the education system (ETS) is directly related to the informatization of the school and serves to obtain new learning outcomes by updating the content, methods and organizational forms of education, modernizing the entire life of the school, using computer technology in teaching all subjects and increasing the competence of subject teachers in using ICT. ICT means an object, a set of operations and rules, a technology aimed at preparing and processing information for the purposes of individual, mass production communications.

BİOLOJİ MƏNŞƏLİ DOLDURUCULARIN AŞAĞI SIXLIQLI POLİETİLENİN DİELEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ

Səlimova V.V., Lətifova S.S.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
vefa_24@mail.ru

***Açar sözlər:** biokompozit, metalnanohissəciklər, dielektrik nüfuzluğu və dielektrik itkisi*

Təqdim olunan işdə bioloji mənşəli doldurucular və metal nanohissəciklərlə modifikasiyaolunmuş biokompozitlərin 300- 380K temperatur intervalında dielektrik nüfuzluqlarının və dielektrik itki bucaqlarının tangensinin temperatur asılılıqlarının tədqiqinin nəticələri barədə məlumatlar verilmişdir. Tətqiqatlar 50 nm ölçüdə dəmir nanohissəcikləri və tərkibində 1,3,5,10 və 15 həcm% balıq pulcuğu olan biokompozitlərdə aparılmışdır. Müəyyən edilmişdirki, biokompoazitlərin tərkibində doldurucuların miqadarı artdıqca onların dielektrik nüfuzluqları artır, dielektrik itki bucağının tangensi azalır. Temperaturun dəyişməsi dielektrik nüfuzluğunun qiymətinə təsir etməsədə, 300-340K temperatur intervalında itki maksimum olur.

Son illər üzvi polimerlər əsasında, müxtəlif mənşəli əlavələr edilməklə, yeni tip kompozitlərin alınmasına xüsusi diqqət yetirilir. Canlı aləmdə mövcud olan nanokompozitlərdə böyük elmi praktiki əhamiyyət kəsb edir. Canlı aləmdəki kompozitləri saymaqla qurtarmaq olmaz, buraya bitkilərin gövdələri, canlılarınsümükləri,bütün orqanizmlərin funksional toxumaları daxildir. Bunların içərisində bionanokompozitlər, ocümlədən, balıq pulcuqları xüsusi rol oynayır. Pulcuqlar dərinin hansı hissəsində yerləşməsindən aslı olaraq müxtəlif ölçüdə olurlar. Balıq pulcuqları minerallaşdırılmış təbəqələrdən ibarətdir və onların arasında təbii polimerlər olan kollagenlər yerləşir. Kollagen skeroprotein qrupuna aid edilir və təbii polimer hesab edilir. Onun ilkin quruluşu növbə ilə bir-birini əvəz edən amin turşularının polipeptip zəncirindən ibarətdir. Digər zülallardan fərqli olaraq kollagenin tərkibində oksiprolin, prolin və qlisin üstünlük təşkile dir.Oksiprolindigər zülalların heçbirində kollagendə olduğu miqdar da mövzud deyil. Tədqiqa tişində doldurucu kimi balıq pulcuğunun seçilməsi pulcuğun tərkibində kifayət qədər böyük miqdrada ixtiojelatinin olması ilə əlaqədardır. Bu maddə yeyinti sənayesində quruluş yaradıcı qismində istifadə edilir, yeyinti məhsullarının qorunmasında və saxlanmasında istifadə edilir, tibbdə vəfotoqrafiya sənayesində geniş istifadə olunur.

Nano kompozit materiallar kompozit materiallardan, əsasən, doldurucu hissəciklərin nanometrtərtibində olması ilə fərqlənir. Məhz bu səbəbdəndə yeni nəsil nanokompozit materiallar, daxilində paylanmış hissəciklərin xüsusi səthinin sahəsinin çox böyük olması hesabına bir sıra yeni xassələrə malik olur. Doldurucu polimer əsaslı nanomateriallar özündə kompozitin hər iki fazasındakı komponentlərin xassələrini cəmləməklə yanaşı, fazalar arası qarşılıqlı təsir hesabına yeni xassələr qazanmış olur. Unikal xassəli belə maddələrdən sənayenin müxtəlif sahələrində geniş istifadə edilir. Nanoölçülü hissəciklərdə səth enerjisinin yüksək olması nanohissəciklərin əsas xassələrinin dahada yaxşılaşmasına səbəb ola bilər. Nanohissəciklərin səth enerjisini dəyişməklə polimerin üst molekulyar quruluşunu modifikasiya etməklə, müxtəlif texnoloji üsullarla elektromənfiliyi artırmaq, fazalar arası qarşılıqlı təsiri tənzimləmək olur.

Təqdim olunan işdə doldurucu olaraq balıq pulcuğu, matrisakimi isə aşağı sıxlıqlı polietilen seçilmişdir. Doldurucu olaraq pulcuğun seçilməsi pulcuğun ekoloji baxımdan əlverişli, təbii ehtiyatı çox olan, stabil fiziki parametrlərəmalik olan xammal olmasıdır. Tədqiqat işində metal nanohissəciyin ASPE+xhəcm%BP (BP- balıq pulcuğu) biokompozitlərin dielektrik xassələrinə təsiri tədqiq edilmişdir.

Nanokompozitlərin alınmasında texnoloji baxımdan ənəlverişli üsul qızdırılmaqla preslənmə üsulu hesab edilir. Kompozitlər alınarkən həm matrisaya, həm dədoldurucuya müəyyən tələbatlar qoyulur: plastiklik və mexaniki möhkəmlik, asan işlənmə texnologiyası yüksək dielektriknüfuzluğu,elektrik sahəsinə

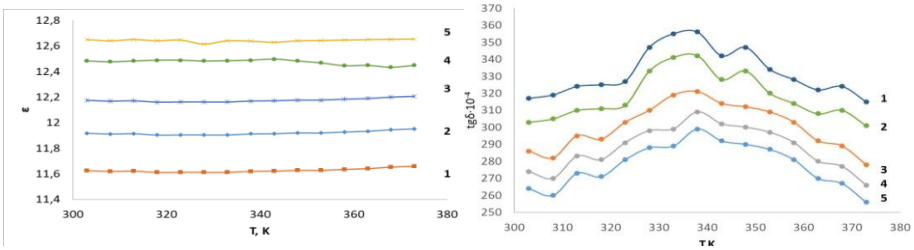
qarşı dözümlülük ərimə temperaturunun və şüşələşmə temperaturunun yüksək olması və s..

Fəal doldurucu qismində dayanıqlı və stabil fiziki parametrlərə malik, ucuz, təbii ehtiyatı çox böyük olan balıq pulcuqlarından istifadə edilmişdir. Metal hissəcik olaraq 50 nm ölçülü dəmir nanohissəciklərindən istifadə edilmişdir. Nümunələrin alınması aşağıdakı qaydada aparılmışdır.

Kompozitlərin alınması aşağıdakı parametrlərdən–təzyiqdən, temperaturdan və ərimiş halda olma müddətindən asılıdır. Nümunələr tərkibdən asılı olaraq 5 MPa təzyiq altında polimerinərimə temperaturunda 3 dəqiqə saxlanıldıqdan sonra, elə həmin temperaturda təzyiq 15 MPa-aqədər qaldırılır və bu təzyiqdə kompozit əlavə 5 dəqiqə saxlandıqdan sonra suda soyudulur. Alınmış bionanokompozitlər tədqiqat üçün əlverişli olur[1,səh.49].

Tədqiqatlar 300÷380K temperatur intervalında, tərkibində 1;3;5;10;15 həcm%pulcuq və 1;5;7;10;15 həcm%50 nm ölçülü dəmir nanohissəcikləri olan bionanokompozitlərdə aparıl-mışdır. Bu kompozitlərin dielektrik nüfuzluqlarının və itki bucaqlarının tangesinin temperatur asılılıqları öyrənilmiş, alınmış nəticələr şəkil1-də verilmişdir.

Şəkildən görünürki, tədqiq olunan bionanokompozitlər üçün ε(T) asılılıqları xətti xarak-terlidir, yəni ε-un praktiki olaraq sabit qalması müşahidə edilir. Bundan əlavə tərkibdə pulcuq əlavələrinin və dəmirnanohissəciklərinin artması ilə materialın vacib parametrlərindən biri olan dielektriknüfuzluğunun artması müşahidə edilmişdir. Xüsusi qeyd olunmalıdırki, tərkibində 5həcm%BP və 5həcm%Fe metal nanohissəcik olan nanokompozitin ε(T) asılılığı birqədər fərqli olmuşdur.



Şəkil.ASPE=xhəcm%BP+yhəcm%Fetipnanokompozitlərinindielektriknüefuzluqlarının(a)vədielektriki tkibucaqlarının(b)temperaturasılılıqları:1-x=1;2-x=3;3-x=5;4-x=10;5-x=15.

Biokompozitlərin dielektrik itki bucaqlarının temperatur asılılıqları şəkil 1b-də verilmişdir. Alınmış nəticələr göstərir ki, kompozitlərin tgδ(T) asılılıqlarında 310÷320K və 330-330K temperature intervallarında iki aydın ifadə olunmuş maksimum müşahidə edilir. tgδ(T) asılılıqlarında müşahidə edilən maksimumlar oksidləşmə nəticəsində həmpolyar qrupların sayının artması, həm də quruluş dağılması ilə əlaqədar olaraq kompozitlərin molekulyar çəkisinin dəyişməsi ilə izah ediləbilinər.

Nəticə

Tətqiqatlar 1 həcm%faiz 50nm ölçüdə dəmirnanohissəcikləri və tərkibində 1,3,5,10 və 15 həcm % balıq pulcuğu olan biokompozitlərdə aparılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki,biokompozitlərin tərkibində doldurucuların miqadarı artdıqca onların dielektrik nüfuzluqları artır, dielektrik itkibucağının tangensi azalır. Temperaturun dəyişməsi dielektrik nüfuzluğunun qiymətinə təsir etməsdə, 300-340K temperature intervalında itki maksimum olur.

Ədəbiyyat

1. Corcione C.E., Frigione M. Characterization of Nanocomposite by Thermal Analysis. Materials, 2012, vol 5, pp. 2960-2980.
2. Gojayev E. M., Alieva Sh. V., Salimova V.V., Meshalkin A. Yu. , Jabarov S.H. The Influence of UV Irradiation on Dielectric Properties of Biocomposites I, 2020, vol 56, № 6, pp.740-745
3. Gojayev E.M., Nabiyev N.S., Ramazanov M. A., Kahramanov K. Sh., Alieva Sh. V. and Ismailov A.A. Investigations Microreliefof the Surface, Dielectric Properties and Fluorescence Spectrum of Natural Composite // Fish Scales Physical Science International Journal, 6(1):2015, pp.45-53.

РЕЗЮМЕ

ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОЙ ПЛОТНОСТИ

Салимова В.В., Лятифова С.С

***Ключевые слова**: биокомпозит, металлические наночастицы, диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери*

В представленной работе приведены сведения о результатах исследования температурной зависимости диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь биокомпозитов, модифицированных биологическими наполнителями и металлическими наночастицами в интервале температур 300-380К. Проведено на биокомпозитах % рыбьей чешуи. Установлено, что с увеличением количества наполнителей в биокомпозитах их диэлектрическая проницаемость увеличивается, а тангенс угла диэлектрических потерь уменьшается.Хотя изменение температуры не влияет на величину диэлектрической проницаемости. Потери максимальны в диапазоне температур 300-340 К.

SUMMARY
THE EFFECT OF BIOLOGICAL FILLERS ON THE DIELECTRIC PROPERTIES OF LOW-DENSITY POLYETHYLENE
Salimova V.V., Latifova S.S.

Keywords*: biocomposite, metal nanoparticles, permittivity and dielectric loss*
The present paper provides information on the results of studying the temperature dependence of the permittivity and dielectric loss tangent of biocomposites modified with biological fillers and metal nanoparticles in the temperature range of 300-380K. carried out on biocomposites of % fish scales. It has been established that with an increase in the amount of fillers in biocomposites, their dielectric constant increases, and the dielectric loss tangent decreases. Although temperature changes do not affect the dielectric constant, losses are maximum in the temperature range of 300-340 K.

ELEKTRON TEXNİKASININ MATERİALLARI

Dadaşova R.B., Camalxanova İ.S., Camalədinova Ü.H.
Sumqayit Dövlət Universiteti, Sumqayit, Azərbaycan
camalxanovairade@mail.ru, ulker.musayev93@mail.ru

Açar sözlər*: elektron texnikası, təsnifat, cihaz, tezlik, dalğa*

Materialda elektron texnikasında istifadə edilən materialların (ETİM) funksional təyinatları və əsas fiziki xassələri bölmələrinə görə təsnifatı verilmişdir. Elektron cihazlarının ən vacib elementləri kimi istifadə olunan materiallar göstərilmiş, tətbiq sahələrinə görə (ETİM)-in elektrotexniki materiallar, konstruksiya materialları və xüsusi təyinatlı materiallar kimi təsnifatı verilmişdir. İstismar şəraitindən asılı olaraq elektron qurğularında istifadə olunan materiallara daha sərt və müxtəlif tələblər qoyulur. ETİM-lar müxtəlif tezlikli elektromaqnit dalğalarının təsiri altında olduqda elektron qurğularını yaradan zaman toplu parametrli və paylanmış parametrli sistemlərinin hesablamağın vacib olduğu məqsədə uyğun hesab edilmişdir.

Elektronikanın müasir inkişaf dövründə elektron texnikasında istifadə edilən materialların (ETİEM) miqdarı çox olduğuna görə onların ümumi təsnifatını vermək mümkün deyil [1], s.11. ETİEM-in iki əsas bölməsinə baxaq.

I. Funksional təyinatlarına görə

II. Əsas fiziki xassələrinə görə

Funksional təyinatlarına görə elekltron texnikasının materialları aşağıdakı qruplara bölünür:

1) Əsaları (yarımkeçiricilər, dielektriklər, maqnit materialları);

2) Texnoloji (texnoloji proseslərdə istifadə olunan reaktivlər, mühafizə örtükləri (SiO_2, Al_2O_3), metallar, ərintilər, fülüslər);

3) Konstruksiyalılıqlar (yarımkeçirici materiallara daxil olan: metallar, mühafizə edən laklar, emallar);

4) Köməkedici (mühafizə atmosferi yaratmaq üçün qazlar, təmiz su, xüsusi işlər üçün materiallar).

Elektron materiallarının istifadə edilməsini təyin edən II əsas fiziki xassələrinə görə elektron texnikasının materialları aşağıdakı qruplara bölünür.

1) Elektrik sahəsində özünü aparmasına görə: keçiricilər, yarımkeçiricilər və dielektriklər [2], s.17.

2) Xarici maqnit sahəsinə olan reaksiyasına görə: diamaqnitlər, paramaqnitlər, ferromaqnitlər, antiferromaqnitlər, ferritlər.

Elektron materiallarının ən vacib qrupları keçiricilər, yarımkeçiricilər və dielektriklərdir. Məhz bu materiallar bir çox hallarda elektron cihazlarının əsas elementləri kimi istifadə olunurlar.

Tətbiq sahələrinə görə təsnifata elektron texnikasında istifadə olunan aşağıdakı materialları aid etmək və şərti olaraq aşağıdakı kimi ayırmaq olar: elektrotexniki materiallar, konstruksiya materialları və xüsusi təyinatlı materiallar.

Elektron qurğularında istifadə olunan materiallara istismar şəraitindən asılı olaraq daha sərt və müxtəlif tələblər qoyulur. Məsələn, izolyasiya materialları az dielektrik itgilərinə və yüksək elektrik

möhkəmliyinə malik olmalıdırlar. Nüvələrin maqnit materialları böyük maqnit nüfuzluluğuna və yüksək xüsusi elektrik müqavimətinə malik olmalıdır. Materiallar imkan daxilində yüngül və mexaniki möhkəm olmalı, silkələnmədən, titrəmədən, böyük sürətli zərbə yüklərindən qorxmamalıdır. Kütləvi tələblər üçün istifadə edilən materiallar ucuz olmalıdır. Onlardan alınan məmulatların hazırlanma texnologiyası sadə, istehsalatın avtomatlaşdırılmasının tələbinə uyğun olmalıdır.

Materiallar müxtəlif tezlikli elektromaqnit dalğalarının təsiri altında ola bilərlər, bu tezliklərdən bir çoxu isə maddə hissəciklərinin xüsusi rəqslərinn tezlikləri ilə üst-üstə düşə bilərlər. Ona görə də elektron qurğularının konstruksiyasını yaradan zaman toplu parametrli və paylanmış parametrli sistemləri hesablamaq vacibdir.

Birinci halda dalğanın uzunluğu ilə müqaisədə detalların ölçüləri kiçikdir, lakin zamanın eyni bir anında sistemin müxtəlif kəsiklərindəki cərəyanlar praktiki olaraq eynidir.

İkinci halda sistemin müxtəlif kəsiklərindəki cərəyanlar eyni deyil, həmin cərəyanlar nəinki zamanın funksiyasıdırlar, hətta sistemin ölçülərinin də funksiyasıdırlar. Dalğa verən həcimli rezonatorlar və başqa detallar çox yüksək tezliklər texnikasında tətbiq olunurlar və onlar paylanmış parametrli sistemlərə məxsusdurlar.

Ədəbiyyat

1. Марков В.Ф.,Мухаммедзянов Х.Н., Маскаева Л.Н.. Материалы современной электроники. Учебное пособие. Екатеринбург: изд-во Уральского университета, 2014, 268 с.
2. Əliyev H.S.. Elektrotexniki materiallar. Bakı: AzTU, 2004, 255 s.

РЕЗЮМЕ
МАТЕРИАЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ
Дадашева Р.Б., Джамалханова И.С., Джамаладинова У.Х.

Ключевые слова: *электронная техника, классификация, прибор, частота, волна.*

В работе дана классификация материалов, используемых в экстренной технике (МИЭГ) по разделам функционального назначения и основным физическим свойством. Показаны материалы, приборы, проведена классификация МИЭТ по области применения как электротехнических материалов, так и конструкционные материалы специального назначения. В зависимости от условий эксплуатации к материалам, использованным в электронной аппаратуре, предъявляются очень жесткие разносторонние требования. При нахождении МУЭМ под воздействием электромагнитных волн различных частот, для создания электронной аппаратуры целесообразно произвести расчет с сосредоточенными и распределенными параметрами.

SUMMARY
MATERIALS OF ELECTRONİC TECHNICS
Dadashova R.B., Jamalkhanova I.S., Jamaladinova U.H.

Key words: *electronic technics , classification, device, frequency, wave*

In the material, the classification of materials used in electronic technics (ETIM) according to their functional purpose and main physical properties is given. The materials used as the most important elements of electronic devices have been indicated, according to the fields of application (ETIM) have been classified as electrotechnical materials, construction materials and special purpose materials. Depending on the exploitation conditions, stricter and different requirements are imposed on the materials used in electronic devices. When ETIMs are under the influence of electromagnetic waves of different frequencies it was considered appropriate to calculate concentrated and distributed-parameter systems for creation of electronic equipments.

BƏRPA OLUNAN ENERJİ NÖVLƏRİ

Cabbarova S.M., Cəfərova S.N.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
samira.cabbarova.70@mail.ru , sevinc.ceferova.1972@mail.ru

Açar sözlər: *enerji, alternativ və bərpa olunan enerji, Azərbaycan Respublikası, külək enerjisi, günəş enerjisi*

Məqalədə enerji resurslarının təsnifatı verilmişdir. Əsasən Azərbaycan Respublikasında bərpa olunan enerji növlərinin xüsusiyyətləri və təsnifatı verilmişdir. Enerjinin təhlükəsizliyi baxımından ölkəmizdə bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə haqqında məlumat verilmişdir.

Bütün Dünyada əhalinin sürətlə artması, bir tərəfdən insanların tələbatının artması ilə əlaqədar sənayedə enerjinin istehsalı sürətlə genişlənir. Lazım olan enerji tələbatını ödəmək üçün günəşin, küləyin, eləcə də yeraltı suların enerjisindən geniş istifadə etmək də olduqca vacibdir. Bu mənbələrdən istifadə etmək

həmçinin ekoloji cəhətdən çox əlverişlidir. Çünki onlar həm ətraf mühüti çirkləndirmir, həm də əlavə problemlər yaratmır.

Enerji resurslarının məhdud olduğuna görə hər bir ölkə enerji təhlükəsizliyi problemi ilə qarşılaşır.

Enerji mənbələri özü iki yerə bölünür: bərpa oluna bilən və bərpa oluna bilməyən enerji. Bərpa oluna bilən enerji mənbələrinə günəş enerjisi, külək enerjisi və s. aiddir. Neft, qaz və daş kömür isə bərpa olunmayan enerji mənbələrinə aiddir. Bunların tükənmə ehtimalını nəzərə alaraq, bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə etmək daha məqsədəuyğundur. Bu baxəmdan bərpa olunan enerji növü enerji istehsalında bərpa oluna bilməyən enerjiyə alternativ olaraq ön plana çıxdı. Müəyyən müddətdən sonra bərpa olunan enerjinin əhəmiyyətli dərəcədə artacağını söyləyə bilərik.

Azərbaycanda bu mənbələrdən istifadə etmək üçün çox böyük imkanlar var. Bizim ölkəmiz küləklər diyarı olduğu üçün bu sahədən daha geniş istifadə olunur. Həmçinin Azərbaycanın təbii iqlim şəraiti də günəş enerjisindən istifadə etməklə, elektrik və istilik enerjisinin istehsalını artırmağa imkan verir. Belə ki, günəşli saatların miqdarı il ərzində 2400-3200 saatdır. Bu o deməkdir ki, Azərbaycanda günəş şüalarının miqdarı digər ölkələrlə müqayisədə üstünlük təşkil edir. Bu baxımdan Azərbaycanın bir cox rayonlarında enerji problemini qismən həll edə bilər.

Enerji resursları ilə zəngin olmasına baxmayaraq Azərbaycan Respublikasında bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadəyə də diqqət edilir. Belə ki, bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə hər zaman diqqət mərkəzində olub. Azərbaycan Respublikasının Prezidenti cənab İlham Əliyevin rəhbərliyi altında həyata keçirilən enerji təhlükəsizliyi siyasətinin hədəflərindən biri də ölkəmizdə bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin gücləndirilməsindən ibarətdir.

Ədəbiyyat

1. Quliyev H.B. Şəhərlərin elektrik təchizatı Sumqayıt: SDU, 2018, 292 s.
2. Телегина Е.А., Студеникина Л.А. Энергетическая безопасность и энергетическая интеграция в Евразии в XXI веке: азиатский профиль, М.: Информ-Знание, 2006, 223 с.

РЕЗЮМЕ
ВИДЫ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ
Джаббарова С.М., Джафарова С.Н.

***Ключевые слова**: энергетика, альтернативные и возобновляемые источники энергии, Аяербайджанская Республика.*

В тезисах дана классификация энергоресурсов. В основном даны характеристики и классификация видов возобновляемой энергии в Азербайджанской Республике. С точки зрения энергетической безопасности предоставлена информация об использовании возобновляемых источников энергии в нашей стране.

SUMMARY
TYPES OF RENEWABLE ENERGY
Jabbarova S. M., Jafarova S.N.

***Key words**: energy, alternative and renewable energy, Republic of Azerbaijan, wind energy, solar energy*

The classification of energy resources is given in the material. Mainly, the characteristics and classification of renewable energy types in the Republic of Azerbaijan are given. From the point of view of energy security, information has been provided about the use of renewable energy sources in our country.

AZƏRBAYCANDA QEYRİ-ƏNƏNƏVİ ENERJİ MƏNBƏLƏRİ

Quliyeva A.İ., Camalxanova İ.S.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
quliyeva.aide.57@mail.ru

Açar sözlər: *enerji, qeyri-ənənəvi, mənbə, külək, günəş*

Məqalədə qeyri-ənənəvi enerji mənbələri hesabına elektrik enerjisi istehsalının potensialını qiymətləndirmək üçün müəyyən işlərin həyata keçirilməsinə baxılmışdır.Müxtəlif enerji mənbələri olan yerləri müəyyən etmək üçün ərazilər seçilmiş, gələcəkdə burada günəş və külək enerjisinin həyata keçirilməsi təmin olunacaqdır.

Azərbaycan qeyri-ənənəvi enerji mənbələrin inkişafına görə yüksək potensiala malik olan ölkələrdən biridir. İqtisadi və texniki cəhətdən istifadə edilməsi mümkün olan qeyri-ənənəvi enerji mənbələrinin potensialı 27 000 MVt qiymətləndirilir. Belə ki, külək enerjisi 3 000 MVt, günəş enerjisi 23 000 MVt, bioenerji 380 MVt, dağ çayları isə 520 MVt -dır.

Bir çox enerji ehtiyatlarının olmasına baxmayaraq Azərbaycan Respublikasında qeyri-ənənəvi enerji mənbələrindən istifadə edilməsi həmişə diqqət mərkəzində olmuşdur. Belə enerji ehtiyatlarından səmərəli istifadə etmək məqsədilə 2004-cü ildə Azərbaycan Respublikasında alternativ və qeyri-ənənvi enerji mənbələrindən istifadə edilməsinə dair Dövlət Proqramı qəbul edilmişdir.

Azərbaycanda elektrik enerjisi istehsalının ümumi gücü 7542,2 MVt-dır. Su elektrik stansiyalarını nəzərə almaqla qeyri-ənənəvi enerji mənbələri üzrə elektrik stansiyalarının gücü 1304,5 MVt, ümumi gücü isə 17,3% təşkil edir.

Azərbaycanın işğaldan azad edilmiş torpaqlarında "Yaşıl Enerji Zonası"nın yaradılması məqsədi ilə 2021-ci ildə qərar qəbul edilmişdir. Burada işğaldan azad edilmiş sahələrdə "Yaşıl Enerji Zonası"nın yaradılması haqqında sənəd hazırlanmışdır. Hal-hazırda bu istiqamətində işlər davam etdirilir. Belə ki, işğaldan azad edilmiş ərazilərdə günəş, külək, biokütlə, geotermal və digər qeyri-ənənəvi enerji potensialı ilə yanaşı, cari resursları istismar etməklə külək və günəş elektrik stansiyalarının, çaylarda su elektrik stansiyalarını quraşdırmaqla enerji əldə etmək üçün işlər aparılır.

Ölkəmizin azad edilmiş torpaqlarında daxili su ehtiyatlarının təqribən 25%-i formalaşır ki, bunun illik qiyməti təxmini 2,56 milyard m^3 təşkil edir. Onu da vurğulamaq lazımdır ki, işğaldan azad edilmiş sahələrdə günəş enerjisinin həyata keçirilməsi üçün daha əlverişli potensialı vardır. Qeyd edək ki, Zəngilan, Cəbrayıl, Qubadlı və Füzuli rayonlarının ərazisində mövcud olan günəş radiasiyası Naxçıvan MR-dan sonra ölkəmizdə ən əlverişli regionlardan biridir. Aparılan geoloji axtarışlar nəticəsində müəyyən olunmuş günəş radiasiyasına malik müvafiq ərazilər qeydə alınmışdır. İşğaldan azad edilmiş torpaqlarda günəş enerjisinin potensialı 7200 MVt qiymətləndirilmişdir. Aparılan ilkin müşahidələr nəticəsində,müəyyən edilmişdir ki, Cəbrayıl və Zəngilan rayonlarının ərazilərində günəş enerjisini layihə etmək məqsədəuyğundur. İşğaldan azad edilmiş Laçın və Kəlbəcər rayonlarının dağlıq sahələri əlverişli külək potensialına malikdir. Bütün bunlar aparılan tədqiqatlar nəticəsində aşkar edilmiş və bu ərazilərdə külək enerjisinin potensialının 2000 MVt-dan çox olması müəyyən edilmişdir. Bu ərazilərdə geotermal enerji mənbələrinin mövcud olmasına dair müvafiq elmi tədqiqat kəşfiyyat işləri aparılmışdır. Əlverişli temperatur olarsa, geotermal enerjidən əsasən elektrik enerji istehsalı, istilik enerjisi təminatı məqsədləri üçün istifadə etmək mümkündür. Aparılan tədqiqat işlərinin təhlilləri göstərir ki, Kiçik Qafqazın dağlıq ərazilərində geotermal mənbələr mövcuddur (4000-5000 m^3/gün (30-74°C)). Müəyyən müşahidələrə əsasən , geotermal enerji potensialdan istilik təminatı üçün istifadə edilməsi məqsədəuyğundur.

Ədəbiyyat

1. Abdullayev K.M., Lətifov Y.İ., Abdullayeva G.K. Enerji ehtiyatları, elektrik enerjisi istehsalı və ətraf mühit. Bakı: Nərgiz, 2005, 448 s.

РЕЗЮМЕ

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Кулиева А.И., Джамалханова И.С.

***Ключевые слова**: энергия, нетрадиционная, источник, ветер, солнечная энергия*

В статье рассмотрено выполнение определенных работ по оценке потенциала производства электроэнергии за счет нетрадиционных источников энергии. Были выбраны районы для определения мест с различными источниками энергии, где в будущем будет реализована солнечная и ветровая энергетика.

SUMMARY

NONTRADİTİONAL ENERGY SOURCES IN AZERBAIJAN

Gulieva A.I., Jamalkhanova I.S.

***Keywords**: energy, nontraditional, source, wind, solar energy*

The article considers the implementation of certain works to assess the potential of electricity production from nontraditional energy sources.Areas have been selected to identify locations with different energy sources where solar and wind energy will be implemented in the future.

SƏNAYE MÜƏSSİSƏLƏRİNİN ELEKTRİK TƏCHİZATININ LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ ÜÇÜN "EESXEMQUR" KOMPÜTER PROQRAMI

Əmirova Z.C., Əsgərov C.S., Həmidova H.M.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan

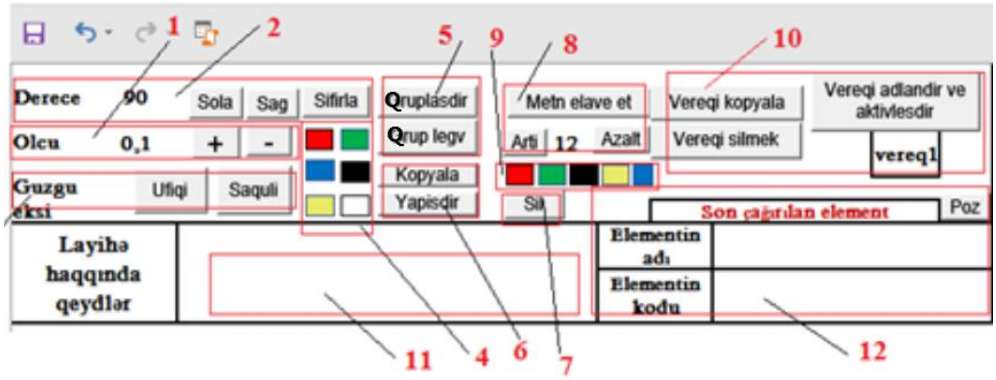
Açar sözlər. *sənaye müəssisələri, elektrık təchızatı, layıhələ, kompüter proqramı.*

Hazırda, univerisitetlərdə, kolleclərdə, "Elektroenergetika" ixtisası üzrə kadr hazırığında, elmi-tədqiqat layihələndirmə inistutlarında, azərenerji sistemində, rayon və müəsisələrin elektrik təchizatinin layihələnməsi və yenidən qurulmasında, və s. mövcud kompüter proqramlarından istifadə olunur, lakin kompüter proqramlarının həcminin böyüklüyü və mürəkkəbliyi, onlardan istifadədə müəyyən qədər məhdudlaşdırdığından sənaye müəsisələrinin elektrik təchizatının (SMET) layihələşdirməsində daha konkret və kompakt kompüter proqramın işlənilməsi zərurəti yaranır.

Odur ki, dövlət standartlarının konstruktiv sənədlərinin vahid sistemləri əsasında (DS KSVS) sənaye müəsisələrinin elektrik təchizatının layihələndirilməsi üçün istifadə olunan sxem elementlərinin, şərti qrafik işarələri əsasında, onların bank məlumatları kompüterdə, MS Excel-də hazırlanmışdır. Hal-hazırda, Microsoft Office proramlar paketinə daxil olan, MS Excel proqramı demək olar ki, bütün kompüterlərdə mövcuddur [1]. Bu proqram daxilində Visual Basic dilində "EESXEMQUR" kompüter proqramı üçün icra alqoritmi sonra isə proqramın özü yaradılmışdı. Proqramın həcmi 788 Kb (807 014 bayt) [4]. Azərbaycan Respublikası Əqli Mülkiyyət Agentliyi, "EESXEMQUR" kompüter proqramını (01/C-12320-22) qeydiyyatdan keçirmiş və (№12782.15.02.2022) müəlliflik hüququ şəhadətnaməsini vermişdir. [2]

"EESXEMQUR" kompüter proqramı əsasında sənaye müəsisələrinin elektrik təchizat sxemlərinin, kompüterdə qurulmasının ardıcılığını öyrənməklə, layihədə tələb olunan elektrik sxemini daha asan qurmaq olur. "EESXEMQUR" kompüter proqramınının izahı:

"EESXEMQUR" kompüter proqramını açdıqdandan sonra monitorda şəkil 1-dəki kimi bu görüntu alırıq.



Səkil 1."EESXEMQUR" kompüter proqramı açdıqdan sonra.

Sxemi qurmaq üçün mausdan istifade edilecek. Sağ yuxarı tərəfində müxtəlif elementlərin kiçik piktogramları görünür. Bu piktogramlara mausun sol düyməsi ilə bir dəfə vurmaqla müvafiq element vərəqin mərkəzində əks olunur.

Həmin elementi mausla tutub vərəqin istenilən sahəsinə çəkmək olar. Sol yuxarı hissəsində isə mətn və elementlər üzərində redaksiya düymələri yerləşib.

Vərəqə çağırılmış elementi mausun sol düyməsi ilə seçib üzərində aşağıdakı əməliyyatları aparmaq olar:

1. Ölçüsünü dəyişmək. Burada 0. 1 seçilmiş ideal bir miqyas olub dəyişdirilməsi məsləhət görülmür. "+" və "–" işarələrinə vurmaqla seçilmiş elementi böyüdüb kiçiltmək olar.
2. Müəyyən bucağ altında çevirmək. Burada bucağı daxil etmek istifadəçinin ixtiyarındadır. "Sola", "Sağa", "Sıfırla" düymələrinə vurmaqla seçilmiş elementi və ya mətn qutusunu uyğun istiqamətlərdə çevirmək və ya ilkin hala gətirmək olar.
3. Güzgü əksi ilə seçilmiş elementi və ya mətn qutusunu şaquli və üfiqi istiqamətdə çevirmək olar.
4. Seçilmiş elementə rəng vermək olar. Elementi seçdikdən sonra uyğun rəngi mausla vurmaq kifayətdir.

5. Bu hissədən isə vərəqdə olan bir neçə elementi seçib quruplaşdırmaq mümkündür. Bunun üçün klavişdən “Ctrl” düyməsini sıxıb saxlamaqla mausla bir neçə elementi seçib “Qruplaşdır” yazısına mausla vurmaq kifayət edir. Seçilmiş bir elementlər qrupunu isə “Qrup ləğv” düyməsini sıxmaqla parçalamaq olar.

6. Seçilmiş qrupu, elementi, mətni və ya onların kombinasiyasını seçdikdən sonra “Kopiyala” düyməsini sıxmaqla mübadilə buferinə qeyd etmək olar. “Yapışdır” düyməsini vurmaqla buferdəki məlumatı vərəqə yapışdırmaq olar.

7. Seçilmiş qrupu, elementi, mətni və ya onların kombinasiyasını seçdikdən sonra “Sil” düyməsini sıxmaqla onu poza bilərik.

8. Bu hissədən vərəqədə mətn əlavə etmək, və ya seçilən mətnin şriftini böyüdüb və ya kiçiltmək mümkündür.

9. Seçilmiş mətn qutusunun rəngini bu hissədən dəyişmək olar. Qeyd etmək lazımdır ki, 4-cü hissədə deyilənlər sadəcə elementlərə aiddir, mətnin rəngi oradan dəyişmir.

10.Bu hissədən vərəqələr üzərində əməliyyat yerinə yetirilir. Əgər MS Excel faylına yeni vərəq əlavə etmək istəyiriksə bu nüsxələnmə yolu ilə mümkündür (“Vərəqi kopyala” düyməsi). Vərərqə ad verilir və “ Vərəqi adlandır və aktivləşdir “ düyməsi sıxılır. Bu hissədən eyni zamanda Verəqi silmək də mümkündür. Qeyd etmək lazımdır ki, fərqli bir vərəqəyə keçdikdə o vərəq üzərində işləmək üçün “ Vərəqi adlandır və aktivləşdir “ düyməsini sıxmaq lazımdır.

11.Bu hissədə layihəçi özü və layihəsi haqqında əsas qeydlər apara bilərlər.

12.Burada isə işçi vərəqəyə çağrılan ən sonuncu elementin adını və kodunu yazır. Arzu edilərsə yazılan adı və kodu silmək üçün “Poz” düyməsini mausla sıxmaq kifayət edir.

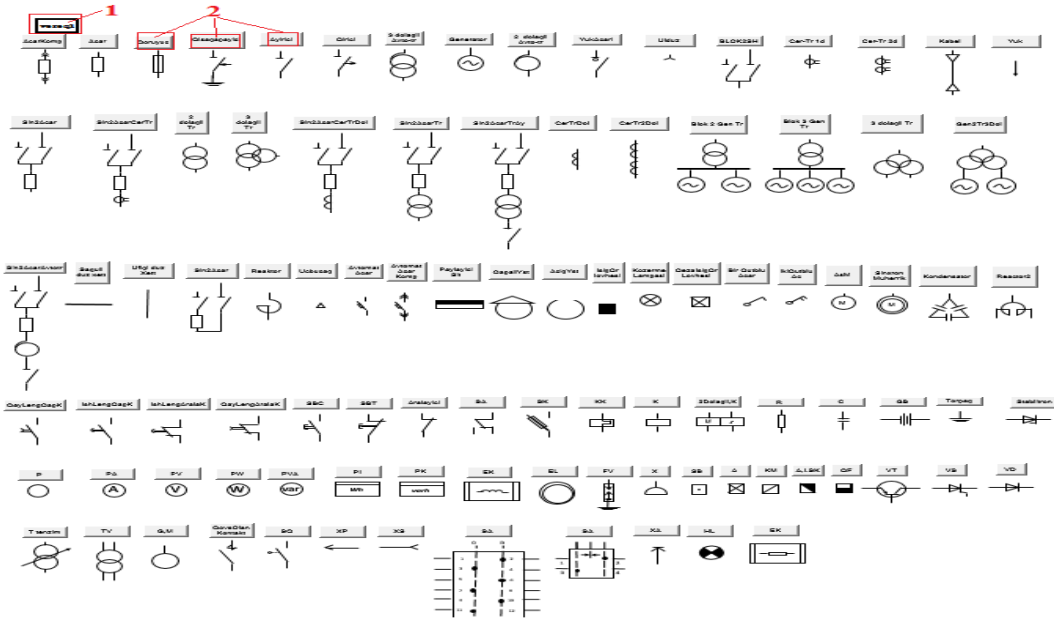
“EESXEMQUR” kompüter proqramın sxem elementlər bazası-“EESXEMQUR” kompüter proqramında elementler bazasi adlı vərəqdə, istifade edilən elementlər barəsində məlumatlar və icraçı elementlər yerləşdirilib. Burada sxem elementlərinin qəbul edilmiş standartlar əsasında şərti qrafik işarələri, uyğun olaraq adları, hərfi kodları təsvir olunmuş və vərəqin sağ tərəfində göstərilmişdir. Bu təsvirlər aşağıdakı şəkildə göstərilmişdir:

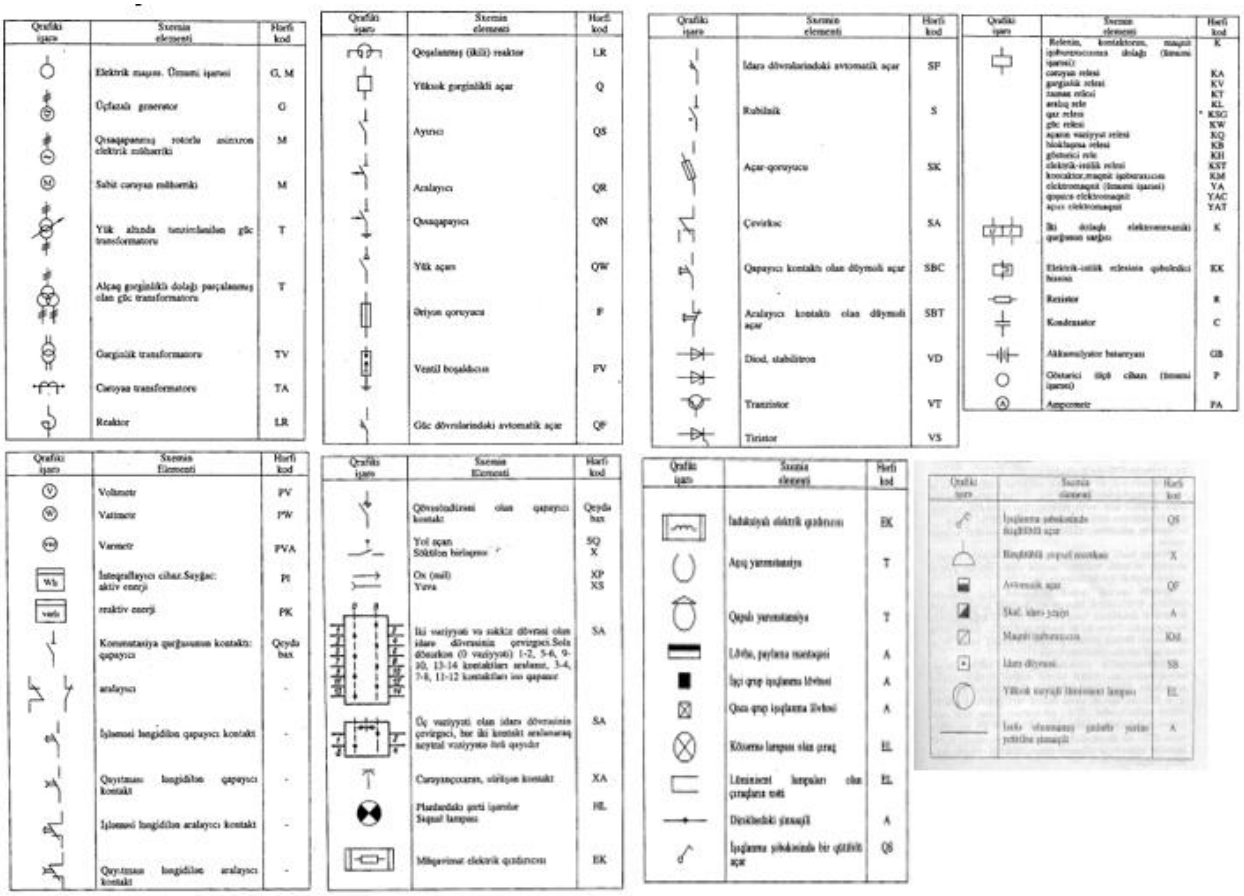
Elektrik sxemləri elektrik qurğularının təsvir prinsipini, vəzifələri, iş ardıcılığını müəyyən edir və dövlət standartları üzrə konstruktiv sənədlərin vahid sisteminə (KSVS) uyğun qaydada yerinə yetirilir. Burada standart şərti qrafik işarələr təsvir olunmuşdur.

Qeyd etmək lazımdırki, elementlər bazasi vərəqində istifadəçilər üçün icraçı elementlərdə yerlədirilmişdir. Bu elementlər vərəqin sol tərəfində aşağıdakı kimi təsvir olunmuşdur:

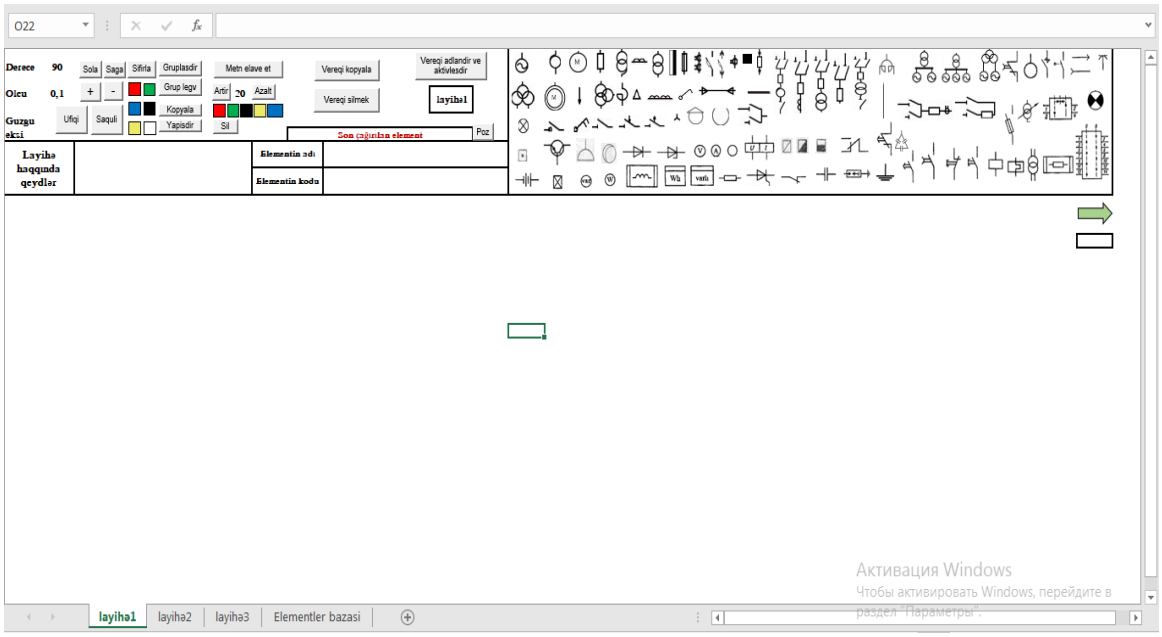
1. Burada aktiv olunmuş vərəqin adı yazılmış olur, istifadəci hansı vərəqədə olsada burada aktiv etmək istədiyi vərəqin adını yaza bilər. Yəni yuxarıdakı 10-cu bənddə yazan əməliyatı bu yol ilə da yerinə yetirmək olar.
2. Bu hissədə isə aşağıda olan sxem elementinin qısa adı təsvir edilib. Onlar düymə rolunu oynayır. Yəni aktiv edilmiş vərəqdə olmadan da elementlər bazasında bu düymələri mausla vurmaqla müvafiq elementi aktiv edilmiş vərəqədə göndərmək olar.

“EESXEMQUR” kompüter proqramını açdıqdandan sonra şəkil 2-dəki kimi görüntü olacaq





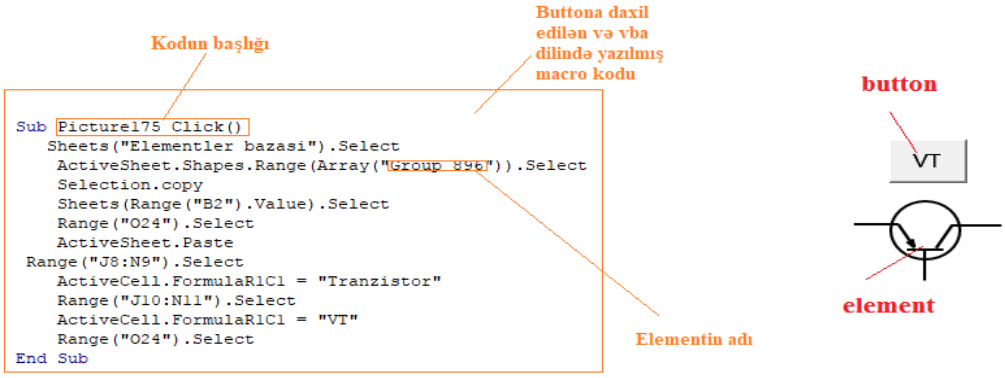
“EESXEMQUR” kompüter proqramın BANK MƏLUMATINA yeni qrafik işarələrin daxil edilməsi.



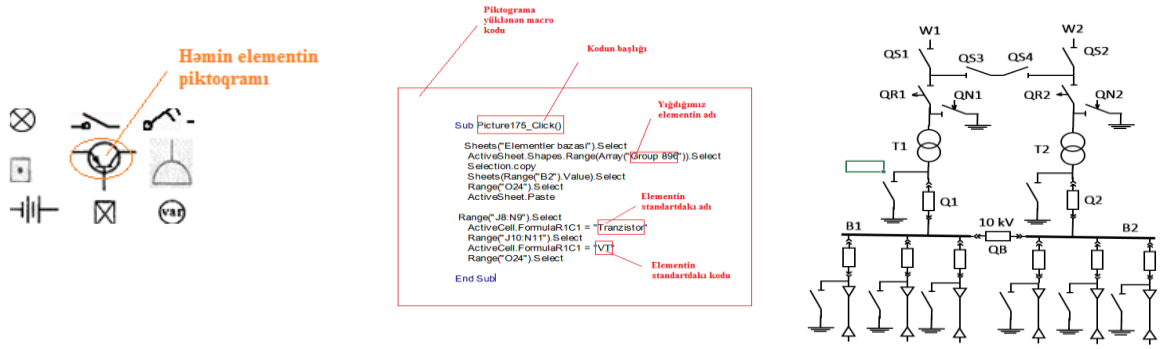
Şəkil 2.EESXEMQUR.xlsm kompüter proqramı

“EESXEMQUR” kompüter proqramının elementlər bazasına yeni elementlər də daxil etmək mümkündür. Bunun üçün istifadəçi MS Excel programında çalışmağı bacarmalıdır. Bu əməliyyat iki mərhələdən ibarətdir:

1.Əvvəlcə daxil ediləcək elementin sxemini çəkmək, sonra isə bu əməliyatı MS Excel programında daxil etmək lazımdır. Bunun üçün “İnsert” başlığı altından “Shapes” bölməsini seçirik və burada olan müxtəlif düz xət, çevrə, düzbucaqlı və s. Fiqurlardan istifadə edərək bazaya daxil edəcəyimiz elementini çəkirik. Elementi hazırladıqdan sonra onu “EESXEMQUR” kompüter proqramındakı “Elementlər bazasi” adlı səhvəyə köçürmək lazımdır. Elementi burada ixtiyari yere yerləşdirmək olar, sonra “Developer” başlığındakı “İnsert” bölməsindən “button” (yəni düymə) elementini seçirik. Onu yığdığımız elementin üst tərəfinə yerləşdiririk. “Button”-un kənarlarından mausla tutub uyğun ölçüyə salırıq və mausun sağ düyməsini vurub açılan “konteks” menyudan “Edit text” yazısını klik edirik. Bu yolla “button”-a ad veririk, bu ad elementin adı və ya kodu ola bilər. Sonra isə “Button”-a “macros” əlavə etmək lazımdır. Bunun üçün yenə mausun sağ düməsini vurub “Assign Macros” yazısını seçirik və açılan pəncərədə sağ tətfdəki “New” düyməsini sıxırıq və bir neçə kod sətiri daxil edirik. Bu deyilənlərə əsasən bir nümunə element üzərindən baxaq:



2. Bu mərhələdə isə işçi vərəqdə elementin piktogramını yerləşdirmək və ona macros kodu yazmaq lazımdır. Elementin piktogramını rastr qrafik editorlarında, ya da bir şəkildən kəsib götürmək olar. Piktoqramı yerləşdirdikdən sonra ona yuxarıda göstərilmiş kodu yükləmək lazımdır. Bu prosses birinci mərhələdə deyilən kimidir, heç bir fərqi yoxdur. Yuxarıdakı element nümunəsinin davamı aşağıdakı kimidir:



“EESXEMQUR” kompüter proqramıyla qurulmuş nümunə sxem.

Ədəbiyyat

1. Kazımzadə R.Z., Ağaməmmədov M.Ş., Əsgərov C.S.. Visual Basic və MS Exsel-dən kurs layihəsi və buraxılış işlərinin icrası üçün istifadə edilməsi. Dərs vəsaiti. Bakı: ADNA, 2006, 325 s.
2. Kazımzadə R.Z., Ağaməmmədov M.Ş., Əsgərov C.S. Sənaye müəssisələrinin elektrik təchizatı. Dərs vəsaiti. Bakı: ADNA, 2009, 152 s.
3. Əsgərov C.S., Həmidov M.H., Əmirova Z.C. Elektrik təchizatı. Multimediea elektron dərs vəsaiti. Əsərin qeydiyyatı haqqında şəhadətnamə №11723, 2020 il. 165 ГБ.
   Link: https://disk.yandex.ru/d/Nb9nxGZMAFgaJw

4. Əsgərov C.S., Əmirova Z.C., Mustafayev Ə.Ş. “EESXEMQUR”_Kompüter proqramı. Əsərin qeydiyyatı haqqında şəhadətnamə №12782, 2022 il.
Lınk: https://disk.yandex.ru/d/J2J7itn1viksXQ

РЕЗЮМЕ
КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА " EESXEMQUR " ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ
Амирова З.Ч., Аскеров С.С., Гамидова Х.М.

Ключевые слова: *промышленные предприятия, электроснабжение, проект, компьютерная программа.*

В настоящее время существуют компьютерные программы, которые используются при проектировании и реконструкции электроснабжения предприятий, но объем этих программ и их сложность в некоторой степени ограничивает применение. Именно поэтому была необходимость создать более конкретную и компактную компьютерную программу для проектирования электроснабжения промышленных предприятий. На основе унифицированных систем конструкторской документации государственных стандартов и условных графических обозначений был создан банк данных элементов схем, используемых для проектирования электроснабжения промышленных предприятий. Этот банк данных электрических элементов – схем подготовлен, с помощью часто используемой и доступной на сегоднешний день, офисной программы MS Excel, после чего был подготовлен алгоритм будующей программы. Программа была создана в среде MS Excel на языке программирования Visual Basic, объем ее составляет 788 КБ (807 014 байт). Созданная компьютерная программма была зарегестрирована под №12782 от 15.02.2022 со стороны Агентства интеллектуальной собственности Азербайджанской Республики, и было получено авторское свидетельство №01/С-12320-22.

SUMMARY
"ESXEMQUR" COMPUTER PROGRAM FOR THE DESIGN OF ELECTRICAL EQUIPMENT OF INDUSTRIAL ESTABLISHMENTS
Amirova Z.Ch., Askerov S.S., Gamidova Kh.M.

Keywords: *industrial enterprises, power supply, project, computer program.*

At present, there are existing computer programs that are used in the design and reconstruction of the power supply of enterprises, but the volume of these programs and their complexity limit their application to some extent. That is why there was a need to create a more specific and compact computer program for designing the power supply of industrial enterprises. On the basis of unified systems of design documentation of state standards and conventional graphic symbols, a data bank of circuit elements used to design the power supply of industrial enterprises was created. This database of electrical elements of circuits was prepared with the help of the office program MS Excel, which is frequently used and available today, after which the algorithm of the future program was prepared. The program was created in the MS Excel environment in the Visual Basic programming language, its volume is 788 KB (807,014 bytes). The created computer program was registered under No. 12782, 02/15/2022 by the Intellectual Property Agency of the Republic of Azerbaijan and an author's certificate No. 01 / C-12320-22 was received.

COXDİLLİ ELEKTROTEXNİKİ TERMİNOLOGİYA LÜĞƏTİNİN KOMPÜTER PROQRAMININ İŞLƏNİLMƏSİ

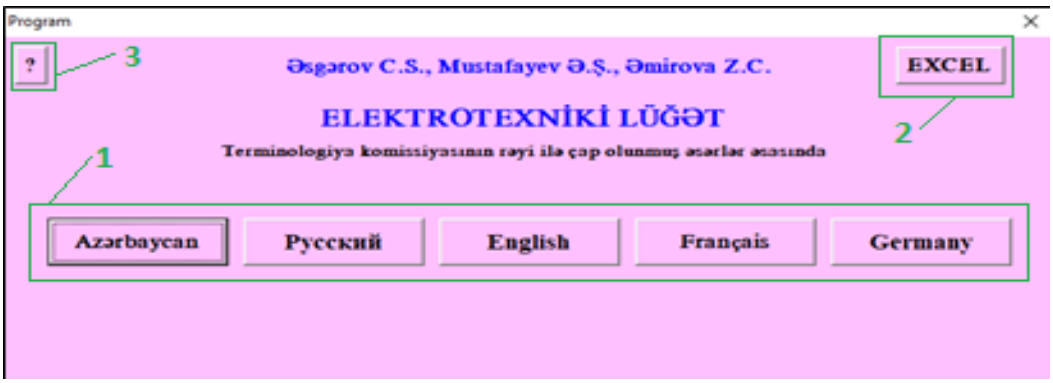
Əsgərov C.S. , Həmidov M.H , Əmirova Z.C.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
cavidmselimxan@mail.ru

Açar sözlər: *elektroenergetika, MS Excell Əlavəsi, mövcud elektrotexniki terminlər, terminlər bazası, kompüter proqramı.*

Univerisitetlərdə, kolleclərdə, “Elektroenergetika” ixtisası üzrə kadır hazırığında, Azərenerji sistemində**,** Elmi tədqiqat Layihələndirmə inistutlarında və s. mövcud çap olunmuş müvafiq ədəbiyatlardan (kitablardan) istifadə etməklə, elektrotexniki terminlər araşdırilir, öyrənilir və tətbiq edilir. Nəticədə, coxdilli elektrotexniki terminalogiya üçün daha səmərəli və kompakt kompüter proqramının işlənilməsi zərurəti yaranır.

Odur ki, terminologiya komissiyasının rəyi ilə çap olunan əsərlərdə və internetdə, olan mövcud elektrotexniki terminlər əsasında [4÷11], beş dildə- Azərbaycan, Rus, İngilis, Alman və Fransız terminlər toplusundan termenlər bazası hazırlanmışdır, hər bir termen MS Exsel-dən istifadə etməklə [1] Visual Basic dilində kodlaşdırılmışdır. Bu proqram istifadədə asan və az həcmlidir. “Elektrotexnikilüğət” kompüter proqramını Azərbaycan Respublikası Əqli Mülkiyyət Agentliyi, qeydiyyatdan keçirmiş (01/C-12342-22) və müəlliflik hüququ şəhadətnaməsi vermişdir (№12804. 01.03.2022.) [4].

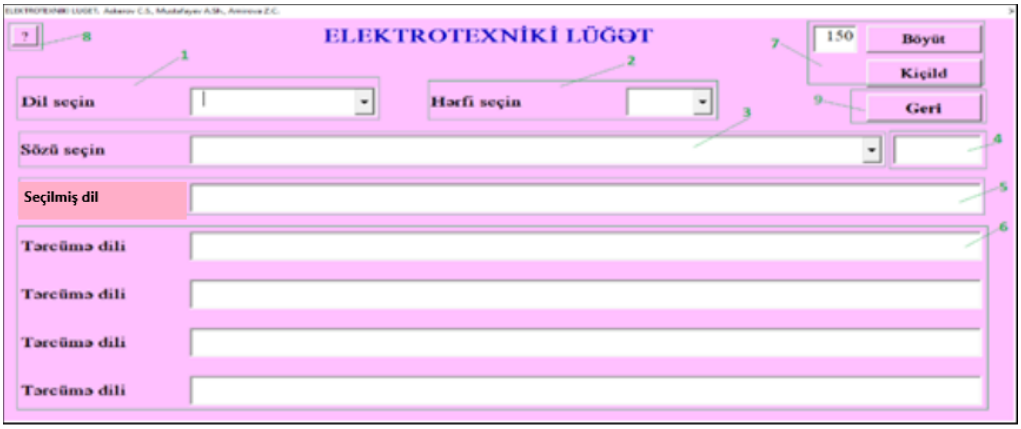
“Elektrotexniki lüğət” kompüter proqramını açdıqda Şəkil 1. də göstərilən pəncərə açılır. Bu pəncərənin izahı aşağıda nömrələnmiş bəndlərdə verilmişdir:



Şəkil 1. “ELEKTROTEXNİKİ LÜĞƏT” proqramını açdıqda gələn “Proqram” pəncərəsi

1. Pəncərədə işarələnmiş bu hissədən Elektrotexniki lüğət pəncərəsinin interfeysinin hansı dildə olması seçilir.
2. Üzərində “EXCEL” yazan bu düyməyə klik etməklə MS Excel vərəqlərini görə bilərik. Onu da qeyd edək ki, proqram iki ədəd excel vərəqindən ibarətdir. Bu haqqda geniş məlumat irəlidə verilir.
3. Göstərilmiş bu hissədən isə biz “?” işarəsinə klik etməklə proqramın istifadə qaydasını 5 dildə ala bilərik. Qeyd etmək lazımdır ki, kömək pəncərəsi üç müxtəlif yerdən açıla bilər: “Proqram” Excel vərəqi, “Proqram” pəncərəsi və “Elektrotexniki lüğət” pəncərəsindən.

Yuxarıda 1-ci bənddə göstərildiyi hissədən “Elektrotexniki lüğət” pəncərəsinin interfeysinin hansı dildə açılması seçildikdən sonra Şəkil 2. dəki kimi bir pəncərə açılacaq. Biz bu şəkildə Azərbaycan dilini seçmişik və pəncərənin izahı aşağıdakı bəndlərdə verilmişdir:



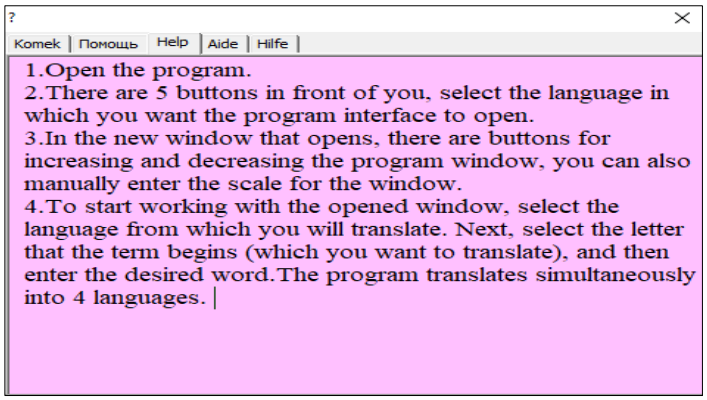
Şəkil 2. “ELEKTROTEXNİKİ LÜĞƏT” proqramının qrafik interfeysi və onun hissələri

1. "Dili Seçin" bölməsi: Bu hissədən, hansı dildən digər 4 dilə tərcümə etmək istəyiriksə o dilin adını seçirik.
2. "Hərfi Seçin" bölməsi: Bu hissədə, 1 ci bənddə seçilmiş dilə uyğun olan hərflər yerləşəcək və biz bu hərflərdən birini seçməklə tərcüməsini axtaracağımız termini daha sadə şəkildə tapa biləcəyik.
3. "Söz Seçin" bölməsi: Bu hissədə, seçdiyimiz dildə və seçdiyimiz hərflə başlayan terminlər yerləşəcək. Burdan tərcüməsini axtardığımız termini seçməklə, digər dörd dildə məlum terminin tərcüməsini görə bilərik.
4. Bu hissədə isə 3-cü bənddə seçdiyimiz terminin kodu göstəriləcək. Bu kod vasitəsilə tərcümələri “Terminlerbazasi” adlı vərəqindən tapılmış olacaq. Həmçinin bu hissədən kodu özümüz daxil edərək, o koda aid olan terminin beş dildə tərcüməsini burada görə bilərik.
5. Pəncərənin bu hissəsində, "Seçilmiş dil" yazılan bölmədə 1-ci bənddə seçdiyimiz dil və qarşısındakı mətn qutusunda 3-cü bənddəki seçdiyimiz termin öz əksini tapacaq.
6. Bu hissədə isə "Tərcümə dili" bölməsində digər dörd dilin adları və uyğun olaraq qarşısındakı mətn qutusunda 3-cü bənddə seçdiyimiz terminin, bunu 5-ci bənddə qeyd etdiyimiz mətn qutusundakı kimi da əks olunan terminin tərcümələri öz əksini tapacaq.
7. Bu hissədən isə açılmış pəncərənin miqyasını kiçiltmək və ya böyütmək mümkündür.

8. Bu hissədən kömək pəncərəsini çağırmaq mümkündür, bunu həm də “Program” pəncərəsinin 3-cü bəndindən də etmək mümkündür.
9. Göstərilən bu düyməyə klik etməklə “Program” pəncərəsinə qayıdaraq buradan lüğət pəncərəsinin interfeysinin dilini dəyişə bilərik və yaxud excel vərəqinə keçid edə bilərik.

“Program” pəncərəsindən “EXCEL” yazılan düyməyə klik etməklə programın MS Excel vərəqləri açacaq. Programın aid olduğu MS Excel kitabı iki ədəd excel vərəqindən ibarətdir. Birinci vərəqin adı “Program” dır və onun quruluş Şəkil 3. də göstərilmişdir.

Şəkil 3. “ELEKTROTEXNİKİ LÜĞƏT” proqramının, Program vərəqi və onun hissələri



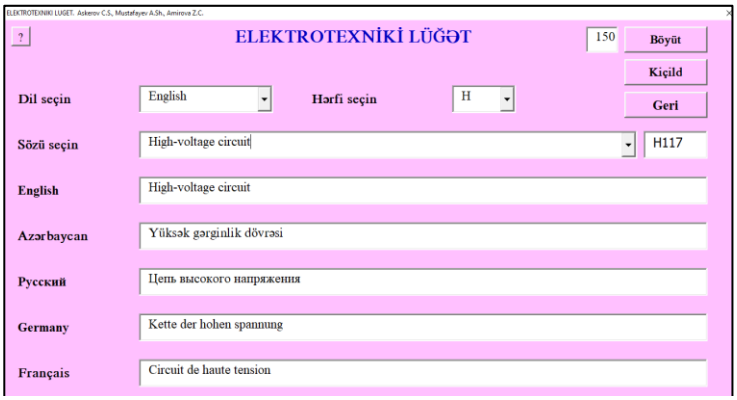
Şəkil 4. “ELEKTROTEXNİKİ LÜĞƏT” proqramının kömək pəncərəsi

Bu vərəqdə işarələnmiş hissələrin funksiyaları aşağıdaki iki bəndlə izah edilmişdir:

1. Üzərində Program yazılmış bu düyməyə klik etməklə ilk başda açılan “Program” pəncərəsinə keçid edilir, bu pəncərə Şəkil 1. də göstərilmiş və izahı bəndlərdə verilmişdir.
2. Bu hissədən isə kömək pəncərəsini açmaq mümkündür. Kömək pəncərəsinin 3 müxtəlif yerdən açılsada eyni pəncərədir (Şəkil 4).

“ELEKTROTEXNİKİ LÜĞƏT” excel kitabının ikinci vərəqinin adı isə “Terminlerbazasi” dır və haqqında növbəti paraqrafta geniş məlumat verilmişdir.

“ELEKTROTEXNİKİ LÜĞƏT” kompüter proqramın terminlər bazası ELEKTROTEXNİKİLÜĞƏT.xlsm adlı MS Excel faylının “Terminlerbazasi” adlı vərəqində yığılmışdır və burada 6358 ədəd beş dilə tərcüməsi yazılmış termin mövcuddur. Bu vərəqdə hər bir terminin qarşısında o terminə uyğun kod yazılmışdır. Bu kodlar 1 böyük hərf və ona bitişik ədəddən ibarətdir. Koddaki hərf uyğun olduğu terminin İngilis dilində hansı hərflə başlanmasına görə, bu hərfə bitişik ədəd isə onun terminlər bazasındaki sırasına görə verilimişdir. Məsələn, *“Alternating current generator” terminin kodu “A186” və ya “Frequency range” terminin kodu “F207”*. Burada A uyğun terminin İngilis dilində A hərfi ilə başladığını və 186 ədədi isə onun terminlər bazasındaki sırasını göstərir. Həmin kod digər dörd dildədə uyğun terminin tərcümələrində sabit qalır. Misal olaraq, *“High-voltage circuit”* terminin tərcümələrinə və koduna baxaq:



Şəkil 5. “High-voltage circuit” terminin eyni anda tərcümələrinin və kodunun təsviri

“ELEKTROTEXNİKİ LÜĞƏT” kompüter proqramın terminlər bazasının yığıldığı “Terminlerbazasi” adlı vərəqdə sıralanmış terminlərin bir neçə nümunəsi aşağıdakı təsvirlərdə göstərilmişdir:

1	Rusca		Azərbaycanca		Ingiliscə		Almanca		Fransızca	
2	Абонент	S647	Açilmişdır vəziyyəti	O8	Abac(us), nomograph	A1	Abbautermin	D22	A courte echeance	S201
3	Абсолютная диэлектрическая проницаемость	A7	Absorbsiya xassəli dielektrik	A32	Abbreviated test	A2	Abdampfkessel mit der kunstlichen zirkulati	F175	Absolu maximum	A11
4	Абсолютная магнитная проницаемость	A13	Absorbsiya cərəyanı	A30	Abreast	A3	Abdampfkessel	E334	Absolu rabaissement de la frequence de la rotation	A17
5	Абсолютная погрешность измерения	A9	Absorbsiya əmsalı	A29	Abrupt junction	A4	Abfallstrom	D334	Absolu temps	A24
6	Абсолютное изменение частоты вращения	A19	Absorbsiya, udma	A28	Abruption	A5	Abfallzeit	R156	Absolue dispersion	C350
7	Абсолютное повышение частоты вращения	A18	Addim gərginliyi	S592	Absolute altitude	A6	Abgabe der erhohten spannung	O240	Absolue permeabilite magnetique	A13
8	Абсолютное снижение частоты вращения	A17	Addımlı mühərriki	S602	Absolute dielectric constant, absolute permittivit	A7	Abgabeverteilungsschachtel	O169	Absolue permeabilite dielectrique	A7
9	Абсорбция, поглащение	A28	Adiabatik atmosfer	A97	Absolute error	A8	Abgang	B123	Absorbant acoustique	A27
10	Аварийное отключение генераторов	G56	Adiabatik həyəcanlanma	A99	Absolute error of measure-ment	A9	Abgasschornstein	C168	Absorber	S659
11	Аварийное отключение нагрузки	E240	Adiabatik kalorimetr	A98	Absolute humidity	A10	Abgeleitetes blitzableiter	B118	Absorption	A28
12	Аварийное снижение нагрузки генераторов	E235	Adiabatik proses	A100	Absolute maximum	A11	Abgerissene leitung	B149	Absorption	A31
13	Аварийность	A49	Aerator	A125	Absolute measurement	A12	Abgeschaltete linie	D36	Absorption	S660
14	Аварийный простой	E231	Aerodinamik moment	A130	Absolute permeability	A13	Abgesperrtes schalter	I266	Abyssal evacuateur	B107
15	Аварийный сброс нагрузки	E236	Aerodinamika	A131	Absolute pressure	A14	Abgespiegeltes welle	R105	Acceleration centrifuge	C125
16	Авария на трубопроводе	P174	Aerodinamik qüvvə	A129	Absolute pressure gauge	A15	Abgleicher (des formen) des falzes	S304	Acces vers ligne d'electrique de transmission	T281
17	Авария системная	B78	Ağırlaşdırılmış rejim	H60	Absolute probability	A16	Abgleichinduktivitat	T309	Accessoire	A257
18	Авария	B136	Ağırlıq qüvvəsinin təsiri	G84	Absolute rotational speed drop	A17	Abgriff des transformatoren	T252	Accommodation de montage	W102
19	Автоколебания	S112	Akkumulyasiyaedici su elektrik stansiyası	P470	Absolute rotational speed rise	A18	Abgriff	B124	Accommodation de protection	S4
20	Автокомпенсированный трансформатор тока	A437	Akkumulyator batareyası	S609	Absolute rotational speed variation	A19	Abhangig vom strom	C573	Accord approximatif	C221
21	Автомат (автоматический выключатель)	C182	Akkumulyator batareyası	S610	Absolute sensitivity	A20	Abhangig von der temperatur	T34	Accord sur l'exploitation	O89
22	Автомат балансировки	T308	Akkumulyator batareyasının tutumu	C97	Absolute slip	A21	Abhangige absage	S69	Accord	A136
23	Автомат безопасности (паровой турбины)	O231	Akkumulyator batareyasının yükü	B49	Absolute stability	A22	Abhangige gro?e	D91	Accord	A95
24	Автомат включения резерва (авр)	A498	Akkumulyator boşalıb	T80	Absolute temperature	A23	Abhangigkeit exponentes	E377	Accordage	A115
25	Автомат гашения поля (агп)	F97	Akkumulyator lövhəsi	A51	Absolute time	A24	Abhangigkeit von der frequenz	D90	Accouplement parallele successif	S155
26	Автомат загрузки	A378	Akkumulyator qaynayır	T79	Absolute unit	A25	Abhangigkeit	D89	Accroissement de l'impulsion	P456
27	Автомат защитный	C176	Akkumulyator turşusu	B48	Absolute value	A26	Abhebekontakt	P481	Accroissement de tension	V82
28	Автомат защиты сети (азс)	A447	Akkumulyator zalı (salonu)	B52	Absorber	A27	Abhgangsleitung (der feeder)	O168	Accroissement de vitesse	A38
29	Автомат контрольный	A444	Akkumulyator	S611	Absorption	A28	Abkuhlung individuelles	I74	Accroissement des pertes	I56
30	Автомат максимального (минимального) напряже	O234	Akkumulyatordan qidalandırma	S683	Absorption coefficient	A29	Abkuhlungsgeschwindigkeit	C470	Accroissement du courant	C568
31	Автомат максимального (минимального) тока	O203	Akkumulyatorun boşalması	A50	Absorption current	A30	Abkuhlungsoberflache	C471	Accroissement	B169
32	Автомат обратного тока	I312	Akkumulyatorun ehq-si	O65	Absorption, seepage, imbibition	A31	Ablaufplan	F154	Accroissement	I55
33	Автомат повторного включения (апв)	R66	Akkumulyatorun əlavə doldurulması	A94	Absorptive dielectric	A32	Ablehnende spannung	D57	Accu acide	A55
34	Автомат подачи топлива	F235	Akkumulyatorun sıxacı	B53	Abstract journal	A33	Ablehnende system	D56	Accu bout	T79
35	Автомат с программным управлением	P399	Aksial keçiricilik	A542	Accelerated test	A34	Ableiter des impulse	S708	Accu d'argent et de cadmium	S239
36	Автомат сварочный	A502	Aktiv element	A69	Accelerated motion	A35	Ableiter in form des diskus	D240	Accu d'argent et de zinc	S240
37	Автоматизация информационных работ	D21	Aktiv enerji (vatt saat) sayğacı	A79	Accelerating	A36	Ableiter nadelformig	N18	Accu de cadmium-nickel	N45
861	Время запаздывания	T172	Dalğa müqaviməti əmsalı	W52	Cell mounting	C120	Burste des kontaktrings	C381	Caracteristique de redresseur	R83
862	Время зарядки	C158	Dalğa müqaviməti	C147	Cell of memory	C121	Burste	B150	Caracteristique de reglage	R120
863	Время затухания	F13	Dalğa parametrlərinin ölçülməsi	W51	Centralized control	C122	Burstelose elektromotor	B161	Caracteristique de regulation	C430
864	Время ионизации	I320	Dalğa prosesi	W47	Centre, center	C123	Burstelose maschine	B159	Caracteristique de surcharge	O222
865	Время местное	L218	Dalğa tənliyi	W39	Centre tap	C124	Burstemechanismus	B152	Caracteristique de traction	T228
866	Время нарастания тока	C612	Dalğa uzunluğu	W46	Centrifugal acceleration	C125	Burstenfeuer	B157	Caracteristique de transmission	T236
867	Время остывания	C473	Dalğanın (impulsun) arxa cəbhəsi	W36	Centrifugal fan	C126	Charakter der korrosion	C516	Caracteristique de travail	O91
868	Время отключения (повреждения, к. З. И т. Д.)	C193	Dalğanın amplitudu	W37	Centrifugal force	C127	Charakter des transitiven prozesses	T254	Caracteristique de vitesse	V52
869	Время открытия клапана	V10	Dalğanın cəbhəsi	W41	Centrifugal governor	C128	Charakteristik der dampfung	A423	Caracteristique de volt-ampere	V132
870	Время отпускания	R156	Dalğanın dikliyi	W49	Centrifugal pump	C129	Charakteristik der regulierung	C430	Caracteristique d'entree	I161
871	Время паузы апв	R69	Dalğanın forması	W40	Centring, alignment	C130	Charakteristik des belastung	L175	Caracteristique d'impulsion	U55
872	Время переключения	S752	Dalğanın yayılma sürəti	W50	Ceramic capacitor	C131	Charakteristik des bogens	A312	Caracteristique du court-circuit	S187
873	Время перекрытия	F132	Dalğanın yayılması	W48	Ceramic insulator	C132	Charakteristik des gleichrichters	R83	Caracteristique du systeme	S788
874	Время переходного процесса	T270	Damar	C327	Ceramic material	C133	Charakteristik des kurzschlusses	S187	Caracteristique dynamique de la charge	T261
875	Время плавления	P342	Damarı soyudulan kabel	C336	Ceramics	C134	Charakteristik des leerlaufs	N57	Caracteristique dynamique	D354
876	Время подготовительное	P350	Damarın izolyasiyası	C331	Cermet (material)	C135	Charakteristik des systems	S788	Caracteristique equivalente	T211
877	Время поступления импульса	P445	Dartqı	G99	Certificate of proof, test report	C136	Charakteristik des uberlastung	O222	Caracteristique exterieure de charge	E388
878	Время пробоя	B134	Dartqılarla saxlanan dayaq	S550	Chain winding	C137	Charakteristik impuls-	U55	Caracteristique exterieure	E382
879	Время простоя	D320	Dartı izolyatorlar zənciri	D41	Chamotte brick	C138	Charakteristik sekunden-volt	V129	Caracteristique lineaire	L138
880	Время пуска	S503	Dartı izolyatoru	S621	Chandelier	C139	Charakteristik	C146	Caracteristique magnetique	M15
881	Время разгона	A40	Dartı mühərriki	T230	Change in cross-section	C140	Charakteristisches gro?e	C148	Caracteristique naturelle	N5
882	Время размыкания (контактов выключателя)	T192	Dartı qüvvəsi	T229	Change of direction	C141	Chemisch der reinwasser	C166	Caracteristique rigide	F135
883	Время разряда	D218	Dartı xarakteristikası	T228	Change of sign	C142	Chemische analyse	C165	Caracteristique statique	S515
884	Время регулирования	C443	Dartı yarımstansiyası	T231	Change-over contact, twoway contact	C143	Chromatograph	C172	Caracteristique technique	T19
885	Время срабатывания коммутационной аппаратур	S742	Dartı zəncir izolyatoru	L156	Change-over switching, make-and-brean	C144	Chromatographische analyse	C171	Caracteristique temporaire	T178
886	Время срабатывания	O83	Dartıcı sıxac (yğ xəttində)	T50	Change-pole motor	C145	Computer (der elektronno-computer)	E187	Caracteristique volt-de seconde	V129
887	Время торможения	B142	Davamiyyətinə görə illik yük qrafiki	Y2	Characteristic	C146	Computer	C306	Caracteristique	C146
888	Время успокоения	D15	Daxil edilən itkilər	I177	Characteristic (wave) impedance	C147	Coulomb	C527	Carcasse de bobine de l'inductance	C229
889	Время хранения	S614	Daxildə qurulmuş gərginlik tənzimləyicisi	I248	Characteristic quantity	C148	Damm des wasserabla?	S416	Carcasse du bobinage de l'excitation	F90
890	Время	T164	Daxildə qurulmuş cərəyan transformatoru	I244	Charge	C149	Damm	D1	Carcasse en acier	S588
891	Вручную	M103	Daxildə qurulmuş	B168	Charge characteristic	C150	Dampf	S563	Carcasse magnetique avec deux verges	T360
892	Всасывание	S660	Daxili dövrə	I277	Charge density	C151	Dampf-apparat, fur blasen	S576	Carcasse magnetique avec trois barres	T125
893	Всасывать	S659	Daxili elektrik qurğusu	I78	Charge equality	C152	Dampf-auslastung (des energiesystem)	S567	Carcasse magnetique blinde	S177
894	Вскипение	B101	Daxili ifrat gərginlik	I285	Charge neutralization	C153	Dampfbehalter	S574	Carcasse magnetique du transformateur	T241
895	Всплеск сетевого напряжения	M73	Daxili ifratqızma	I284	Charge unit	C154	Dampfeinla?	A121	Carcasse magnetique principal	C487
896	Всплески напряжения	V113	Daxili izolyasiya	I283	Charged particle	C155	Dampfende system	D14	Carcasse magnetique saturant	S24
897	Вспомогательная пусковая обмотка	A527	Daxili izolandırma	I282	Charging	C156	Dampfer des feldes	F82	Carcasse magnetique toroidal	T203
6328	Эталонный измерительный трансформатор	S463	Zədələnməmiş faz	H19	Withstand-voltage test	W109	Zweigangmotor	D311	Wagon-laboratoire	T227
6329	Эталонный трансформатор напряжения	S472	Zədələnməni axtaran	F37	Wobbling, frequency sweeping	W110	Zweiphasensystem	T362	Watt	W32
6330	Эталонный трансформатор тока	S461	Zədələnməni ləğv etmək	C190	Wood impregnation	W111	Zweiphasige kette	T361	Watt-heure	W33
6331	Этап проектирования	D324	Zədələnməni tapmaq	F27	Work	W112	Zweiphasigen kurzschluss	D305	Wattmetre a miroir	R107
6332	Эффект глубоких пазов	D52	Zədələnmənin avtomatik rəqəmli qeydedicisi	A456	Working (operating) range	W113	Zweipol	T368	Wattmetre calorifique	T106
6333	Эффект длинной линии	L234	Zədəsiz	U17	Working conditions	W114	Zweipoliges system	T364	Wattmetre de bouclier	S735
6334	Эффект поверхностного разряда	S703	Zəif qarşılıqlı təsir	W57	Working plan	W115	Zweipolrohre	D301	Wattmetre du systeme inductif	I115
6335	Эффект пространственного заряда	S367	Zəif cərəyan	W55	Working speed	W116	Zweischichtwicklung	T359	Wattmetre electronique	E200
6336	Эффективная поверхность полюса	A72	Zəlzələyədavamlılıq	S89	Works laboratory	W117	Zweistrahloszillograph	D294	Wattmetre electrostatique	E217
6337	Эффективное значение тока	E38	Zəmanət vermək	G96	Workshop	W118	Zweistufigen regler	T366	Wattmetre enregistreur	R79
6338	Эффективность цепи нагрузки	L177	Zəncir elementi	L155	Workshop truck	W119	Zweistufiger verdichter	D308	Wattmetre etalon	S470
6339	Эффективность энергосистемы	P318	Zəncir izolyatoru	S630	Wound rotor	W120	Zweitarifzahler	D309	Wattmetre polyphase	P234
6340	Юбка изолятора	I241	Zəncirvari dolaq	C137	Wound-rotor induction motor	W121	Zweite gesetz des kirchhoff	K13	Wattmetre transportable	P236
6341	Юбочный изолятор	P84	Zərbə dalğası	S183	Yearly curve of daily peak load	Y1	Zweiwicklungstransformator	D318	Wattmetre	W34
6342	Явление резонанса	R228	Zərbə generatoru	I31	Yearly load duration curve	Y2	Zwillingskontakt	T353	Watt-seconde	W35
6343	Явление электромагнитное	E171	Zərbə lüminessensiyası	I30	Zero balance(rest)	Z1	Zwillingsleitung der elektroenergieubertrag	D291	Weber (l'unite du flux magnetique)	W59
6344	Язык машинный	M3	Zərbə yükü	S182	Zero level detector	Z2	Zwischenrelais	P166	Wobbulation de frequence	W110
6345	Якорь без сердечника	C486	Zərbəyədavamlı	S184	Zero line	Z3	Zwischenschema	B166	Zero l'indicateur	N107
6346	Якорь главный	M60	Zərər, ziyan, itki	D2	Zero mark	Z4	Zyklische auflade	R181	Zone de eclairement	I21
6347	Якорь гладкий	S323	Zontşəkilli travers	U7	Zero phase-sequence protection	Z5	Zyklus der operationen	C619	Zone de la commutation	C264
6348	Якорь неявнополюсный	N86	Zədəli (qüsurlu) faz	F43	Zero potential	Z6	Zyklus des abschaltung-einschaltung	O61	Zone de la protection	P405
6349	Якорь полый	H141	Zədələnmə siqnalizasiyası	F28	Zero probability	Z7	Zyklus des dampf mit wasser	W22	Zone de la saturation	Z17
6350	Якорь поляризованный	P217	Zədələnmə yerində	A406	Zero-beat method	Z8	Zyklus des dampf-turbine	S583	Zone de la stabilite	S443
6351	Якорь реле	R139	Zədələnmə yerinin təyini metodu	F36	Zero-phase-sequence current	Z9	Zyklus des magnetisieren	C618	Zone de l'arc	A335
6352	Якорь с вентиляционными каналами	H139	Zədələnmə yerinin təyini qurğusu	F31	Zero-phase-sequence relay	Z10	Zyklus die ladung - entladung	C159	Zone de l'excitation	E344
6353	Якорь с простой обмоткой	S282	Zədələnmə cərəyanı	F30	Zero-phase-sequence voltage	Z11	Zyklus geschlossen	C205	Zone de l'induction	I86
6354	Якорь	A354	Zəif elektrolit	W56	Zero-sequence component	Z12	Zyklus, die periode	C620	Zone de l'influence thermique	H42
6355	Яркость	B148	Zəif rabitə	W54	Zero-sequence current direction	Z13	Zylinder der turbine, der doppelflutige	D302	Zone de l'insensibilite	D32
6356	Ярмо статора	F185	Zəruri və kafi şərt	N16	Zero-sequence system	Z14	Zylinder des hohen drucks, der turbine	H97	Zone de montage	S5
6357	Ячейка выключателя	B137	Zərbə ifratyüklənməsi	O229	Zigzag lightning	Z15	Zylinder des niedrigen drucks	L274	Zone de travail sans etincelle	B77
6358	Ячейка памяти	C121	Zərbə ionlaşması	C243	Zone of saturation	Z16	Zylinderspule	C621	Zone d'operation	C538
6359	Ячейка	C119	Zərbə cərəyanı	S181	Zone of saturation	Z17	Zylindrische kondensator	T324	Zone morte	D31
6360										
6361										

“Elektrotexnikilüğət” kompüter proqramın terminlər bazasına yeni terminin daxil edilməsi üçün elektrotexnikilüğət.xlsm MS Excel faylını açmaq və “Terminler bazasi” vərəqinə keçmək lazımdır. Yeni bir terminin daxil edilmə prosesinə baxaq. Tutaq ki, “Tələbatçıdakı gərginlik” terminini lüğətə daxil etmək istəyirik. Əvvəlcə bu terminin digər dörd dildəki tərcüməsini axtarıb , sonradan terminə kod vermək üçün onun ingilis dilindəki tərcüməsinə baxılır və cədvəldən məlumdur ki, kod U hərfi ilə başlayacaq. Sıra ədədini tapmaq üçün, terminlər bazasından Ingilicə terminlər olan sütundan sonuncu U hərfli terminin sırasına baxmaq lazımdır. U ilə başlayan son kod “U88” olduğundan ,yeni əlavə etdiyimiz terminin kodu “U89” olacaqdır.

Yeni termini daxil etmək üçün yuxarıdakı yaşıl çərçəvə ilə işarələnmiş xanaları seçmək və klaviaturadan **Ctrl+Shift+=** düymələrini sıxmaq lazımdır. Bu halda U88 və V1 kodları və bu kodlara uyğun terminlər arasına yeni xanalr əlavə olacaq. Həmin xanaya yeni daxil edeceymiz termini və uyğun olaraq kodunu daxil etməliyik. Kodu sabit saxlamaqla digər dillər üçün də eyni prosesi yerinə yetirmək lazımdır. Aşağıdakı təsvirlərdə bu deyilənlər göstərilib.

“Elektrotexniki lüğət” kompüter proqramla, ixtiyarı termenin tapılması nümunələri

Ədəbiyyat

1. Kazımzadə R.Z., Ağaməmmədov M.Ş., Əsgərov C.S.. Visual Basic və MS Exsel-dən kurs layihəsi və buraxılış işlərinin icrası üçün istifadə edilməsi. Dərs vəsaiti. Bakı: ADNA, 2006, 325 s.
2. Əsgərov C.S., Əmirova Z.C., Mustafayev Ə.Ş. Elektrotexniki lüğət. Kompüter proqramı. ARƏMA-də qeydiyatdan keşmiş və müəlliflik hüququ şəhadətnamə (№12804),2022il.
3. Link: https://disk.yandex.ru/d/IrZYZ_lhMgWE8A
4. Kazımzadə R.Z., Ağamalıyev C., Ağaməmmədov M.Ş., Əsgərov V. Elektrotexniki lüğət [Mətn]:ingilis-rus-alman-fransız-Azərbaycan; elmi red. C. Əsgərov. Bakı: Hərbi nəşriyyat, 2010, 539 sh.
5. Əfəndizadə A. Azərbaycanca-rusca-ingiliscə terminlər lüğəti. Elektrik intiqalı və sənaye qurğularının avtomatlaşdırılması lüğəti. Bakı:1966, 154 s.
6. Kazımzadə Z. İ., Kazımzadə R. Z.; Rusca-azərbaycanca elektrotexnika terminləri lüğəti. [Mətn] :red. A. Ə. Əfəndizadə. Bakı, 1966
7. Qocayeva G. Rusca-azərbaycanca texniki terminlərin izahlı lüğəti., Bakı-2004, 776 səh.
8. Rusca-azərbaycanca-ingiliscə elektroenergetika termenləri lüğəti.(K.N.Ramazanov, N.A.Yusifbəyli,F.L.Xıdırov). Bakı-2005. 528 s
9. http://www.mashuk.ru/shkolniku/81-it-terminy
10. https://mga-nvr.ru/moryakam/angliiskii-dlya-moryakov/576-slovari-angliyskih-terminov-dlya-elektromehanika.html .
11. http://nauchebe.net/2011/10/anglo-russkij-slovar-terminov-po-elektronike /
12. QOST R 52002-2003 (İUS 4-2003)

РЕЗЮМЕ
РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ МНОГОЯЗЫЧНОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОГО СЛОВАРЯ
Аскеров С.С. , Гамидов М.Х., Амирова З.Ч.

Ключевые слова: *электроэнергетика, приложение MS Excell, современные электро-технические термины, терминологическая база, программа для ЭВМ.*

В настоящее время в вузах и колледжах по специальности «Электроэнергетика», а также в системе «Азерэнержи», в научно-исследовательских, проектных институтах и т.п. учреждениях электротехнические термины исследуются, изучаются и применяются с использованием соответствующей доступной печатной литературы (книг). В связи с этим возникала необходимость в разработке более эффективной и компактной компьютерной программы для многоязычной электротехнической терминологии. Поэтому на основе существующих электротехнических терминов из печатных изданий и Интернета была собрана пятиязычная база данных электротехнических терминов. Эта база собиралась на пяти языках - азербайджанском, русском, английском, немецком, французском. Каждый термин с определенным кодом программы “Elektrotexnikilüğət” был добавлен и запрограммирован на языке Visual Basic в общедоступной офисной программе MS Excel, которая на сегодняшний день есть в каждом компьютере. Агентство интеллектуальной собственности Азербайджанской Республики зарегистрировало программу “Elektrotexnikilüğət” (01/C-12342-22) и выдало авторское свидетельство под №12804. 01.03.2022.

SUMMARY
COMPUTER PROGRAM DEVELOPMENT OF MULTILINGUAL ELECTROTECHNICAL TERMINOLOGY DICTIONARY
Askerov C.S. , Hamidov M.H., Amirova Z.C.

Keywords: *power industry. MS Excell application, modern electro-technical terms, terminological base, computer program.*

Currently, in universities and colleges with a degree in Electric Power Engineering, as well as in the Azerenergy system, in research and design institutes, etc. institutions, electrical terms are researched, studied and applied using the appropriate available printed literature (books). In this regard, there was a need to develop a more efficient and compact computer program for multilingual electrical terminology. Therefore, on the basis of existing electrical terms from print publications and the Internet, a five-language database of electrical terms was assembled. This database was collected in five languages - Azerbaijani, Russian, English, German, French. Each term, with a specific program code in “Elektrotexnikilüğət” was added and programmed in the Visual Basic language and the public in MS Excel, which have at the present on every computer today. The Intellectual Property Agency of the Republic of Azerbaijan has registered the program “Elektrotexnikilüğət” (01/C-12342-22) and issued a copyright certificate under No. 12804. 03/01/2022.

FARADEY QANUNLARININ ÖYRƏNİLMƏSİNDƏ İNTEQRASİYANIN ROLU

[1]Razıyev S. Ə., [2]Quliyeva G.N., [2]Cəfərova S. N.
[1]UNEC Zaqatala filialı, Zaqatala, Azərbaycan
[2]Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
sefer.raziyev@mail.ru

Açar sözlər: *fizika, kimya, inteqrasiya, Faradey qanunu, elektroliz*

Fizika və kimya fənlərinin inteqrasiyası ilə Faradey qanunlarının tədrisi təlim prosesinin səmərəli keçməsinə kömək etməklə yanaşı həm də öyrənənlərin mövzunu daha da rahat şəkildə mənimsəməsinə kömək edir. Eyni zamanda İKT vasitələrindən istifadə etməklə yanaşı müasir təlim formaları və üsullarından istifadə etmək də dərsləri xüsusilə canlı və maraqlı edir. Tədqiqat nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, inteqrativ dərslərdə öyrənənlərin mənimsəməsi daha yüksək nəticəyə malik olur.

Təhsilimiz qarışısında duran əsas məsələlərdən biri cəmiyyətimiz, xalqımız, dövlətimiz üçün hərtərəfli inkişaf etmiş, bilikli, savadlı, praktik vərdişlərə malik, gündəmdə olan problemləri həll etməyə qadir olan gənc nəsil yetişdirməkdir. Ona görə də biz öz tədqiqatımızı bu məsələlərin həlli istiqamətində fokuslamağa çalışdıq. Belə ki, bu gün qloballaşan dünyada təhsildə fənlərin inteqrativ tədrisinin təşkili son məqsədə çatmaqda əsas amillərdən biridir. Öyrənənlərin yuxarıda qeyd olunan xüsusiyyətlərə malik olması üçün onlar imkan daxilində ensiklopedik biliyə malik olmağa cəhd göstərməlidirlər. Bu proseslər üzrə işlər yuxarıda qeyd edildiyi kimi təhsilin bütün pillələrində həyata keçirilməlidir. Bunun üçün ilk növbədə maarifləndirmə həmin məsələlər üzrə aparılmalıdır. Sonra isə sistemli şəkildə təlimlərə keçirilməlidir. Burada məqsəd ilk növbədə adı çəkilən problemin mahiyyətinin dərk edilməsi, ikincisi isə bu problemin həlli yollarının tapılmasına gənclərin cəlb edilməsidir. İnteqrasiyanın metod, üsullar, səviyyələr və istiqamətlərə görə müxtəlif növləri vardır. İnteqrativ təlimin nəticələri şagirdlərdə yaradıcı təfəkkürü inkişaf etdirməyə bağlıdır,

o tədris öyrədici fəaliyyətin intensifikasiyasına, sistemləşməsinə, həmçinin mədəni biliyə malik olmağa imkan yaradır. İnteqrasiyanın vəzifəsi bir neçə tədris fənlərinin qarşılıqlı əlaqəsini göstərmək deyil, şagirdlərə ətraf aləm haqqında üzvi real bağ olduğu ilə bağlı təsəvvür oyatmaqdır. Əks halda inteqrasiyaya fənlərarası əlaqənin səthi forması kimi baxıla bilər. Tədqiqatçılar hesab edir ki, inteqrasiya özünə inamın və dünya görüşün formalaşmasını sürətləndirir, onun tətbiqi sayəsində vaxt itkisinə yol verilmir [1].

İnteqrasiya olunmuş dərsi planlaşdıran müəllimin əsas məqsədi öyrənənləri özlərinin maraq dairələrində düşünməyi öyrətmək, konkret hadisələrlə ümumiləşdirilmiş nəticələri müqayisə etmək kimi bacarıqları aşılamaqdır. Belə olan təqdirdə öyrənənlər əşyalara, hadisələrə yenidən baxmağa çalışır. Son zamanlar fənlərin inteqrasiyasının daha fəqrli şəkildə gündəmə gəlməsi və təhsilin keyfiyyətinin yüksəldilməsində əhəmiyyətinin artması metodika sahəsində çalışan tədqiqatçıların qüvvələrini bir yerə cəlb edilməsinə təkan vermişdir.

Tədqiqatımızın məqsədi müasir təlim metodları, innovasiyalar, informasiya- kommunikasiya texnologiyaları (İKT), fənlərarası inteqrasiya və s. istfadə etməklə yuxarıda deyilənlərə nail olmaqdır. Öyrənənlər Faradey qanunlarını fənlərarası inteqrasiya prizmasından dərk edərək elektroliz nədir, elektrolitik dissossasiya nəyə deyilir, Faradeyin I və II qanunları, onların kompleks formada öyrənilməsi, həmin qanunların tətbiq sahələri, qalvanoplastika, qalvanostegiya və s. haqda biliklərin praktik nəticələrini dərk etmiş olacaqlar. Bu tədqiqatlarda məqsədlərdən biri də fizika və kimya fənlərinin təkcə bu qanunlar çərçivəsində nə qədər ortaq məsələlərinin olduğunu dərk etməsidir [2]. Onlar qatılıq, valentlik mol, molyar kütlə, Avoqadro sabiti, ekvivalent kimi mühüm anlayışlar haqda biliyə malik olur, sonra isə üfüqi inteqraiyanın təkcə elektroliz qanunlarının mahiyyətini dərk etmiş olacaqlar. Sonda xüsusilə, praktik məqsəd daşıyan elektron yükünün təyini üçün bu qanunların birgə istifadəsinin təcrübədə tətbiqi öyrənənlərə yeni tədqiqatlar üçün stimul verəcəkdir.

Perspektivlik baxımından praktik əhəmiyyətinin hər zaman vurğulandığı, eyni zamanda kimya və fizika dərsliklərində öyrənilən Faradeyin elektroliz qanunlarının əhəmiyyətinin inteqrativ şəkildə araşdırılması təlim prosesində xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Çünki inteqrativ yanaşma vasitəsilə öyrənənlərin fizika fənnindən qazandıqları biliyin kimya fənninin tədrisi prosesində inteqrativ baxımdan yalnız nəzəri bilik deyil, həm də praktik baxımdan tədqiqat yönümlü tapşırıqlar vasitəsilə mənimsənilməsi dərs prosesinin səmərəsini artırmış olur. Məlum olmuşdur ki , öyrənənlərin bu qanunları dərk etmələri təkcə bilik əldə etmələri deyil, həmçinin gündəlik həyatdakı fəaliyyətlərində səriştə qazanmaq üçün xüsusi rola malikdir, çünki mövzuların ətraf aləmlə əlaqəli şəkildə öyrənilməsi praktik cəhətdən, yəni bacarıq və vərdişlərin qazanılmasında böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Ədəbiyyat

1. Ramazanova Kh.S. Pedagogues about the Principle of Consciousness and Activiti in Education, Asian Social Science; Vol. 10, No.11, 2014, pp.271-281
2. Raziyev S.Ə. Fizikanın innovativ təlim metodları və fənlərarası inteqrasiya ilə tədrisi təcrübəsindən. BDU, Beynəlxalq konfrans, 4-5 aprel, 2019,s.340-341

РЕЗЮМЕ

РОЛЬ ИНТЕГРАЦИИ В ИЗУЧЕНИИ ЗАКОНОВ ФАРАДЕЯ

Разиев С.А., Гулиева Г.Н., Джафарова С.Н.

Ключевые слова: *физика, химия, интеграция, закон Фарадея, электролиз*

Преподавание законов Фарадея с помощью интеграции физики и химии не только делает процесс обучения более эффективным, но и помогает учащимся легче освоить предмет. При этом, помимо использования средств информационно- коммуникативных средств, использование современных форм и методов обучения делает занятия особенно живыми и интересными. В результате исследования было установлено, что на интегративных занятиях обучение учащихся имеет более высокий результат.

SUMMARY

THE ROLE OF INTEGRATION IN LEARNING FARADAY'S LAWS

Raziyev S.A., Guliyeva G.N., [2]Jafarova S.N.

Key words: *physics, chemistry, integration, Faraday's law, elektrolysis*

Teaching Faraday's laws through the integration of physics and chemistry not only makes the learning process more efficient, but also helps learners master the subject more easily. At the same time, in addition to using ICM tools, the use of modern training forms and methods makes the lessons especially lively and interesting. As a result of the research, it was determined that in the integrative lessons, the learning of the learners has a higher result.

ENERGETİK SİSTEMLƏR VƏ KOMPLEKSLƏR
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ
POWER SYSTEMS AND COMPLEXES

МОНИТОРИНГ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Будникова И.К., Галимова И. И.
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Российская Федерация
ikbudnikova@yandex.ru

Ключевые слова: *мониторинг, электропотребление, несанкционированное потребление, бизнес-процесс.*

Потери и хищение электроэнергии – одна из наиболее актуальных проблем для всей России. Несанкционированное электропотребление составляет основную долю коммерческих потерь. Исследования, представленные в работе проведены на базе материалов Черемшанской РЭС, которая входит в ОАО «Сетевая компания» Татарстана. Для мониторинга потребления электроэнергии и выявления его несанкционированного отбора по данным приборов учета и их анализа разработана программа для ЭВМ. Практическая значимость работы заключается в возможности снижения затрат на эксплуатацию распределительных сетей 10–0,4 кВ за счет мониторинга и выявления потерь электроэнергии в коммунально-бытовом секторе электрических распределительных сетей.

Федеральный закон [1] регулирует отношения по энергосбережению и повышению энергетической эффективности с целью создания правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

ОАО «Сетевая компания» – предприятие, которое специализируется в области электроэнергетики. Компания является территориальной сетевой организацией, оказывающей услуги по передаче электрической энергии на территории Республики Татарстан [2].

Основная миссия деятельности предприятия – обеспечивать надежное и качественное электроснабжение потребителей, присоединенных к электрической сети Компании, создавая условия для комфортной и безопасной жизнедеятельности людей.

В настоящее время реализуется Республиканская программа энергосбережения, одним из приоритетных направлений которой являются мероприятия по снижению потерь электроэнергии, по модернизации и совершенствованию средств и систем учета электроэнергии. Коммерческие потери электроэнергии в отличие от технологических являются прямым финансовым убытком сетевых компаний.

Для решения поставленной в работе задачи мониторинга потребления электроэнергии информационная система рассмотрена с позиций бизнес-процесса по следующему алгоритму [3-5]:

- сбор и обработка данных;
- мониторинг электроэнергии;
- выявление потерь электроэнергии.

Бизнес-процесс «Сбор и обработка данных» заключается в получении данных с приборов учета от потребителей электроэнергии, их структуризации и занесении в базу данных (рис.1). Показания счетчиков заносятся в базу данных отделом системы учета электроэнергии. Обработка данных и структуризация осуществляется в системе.

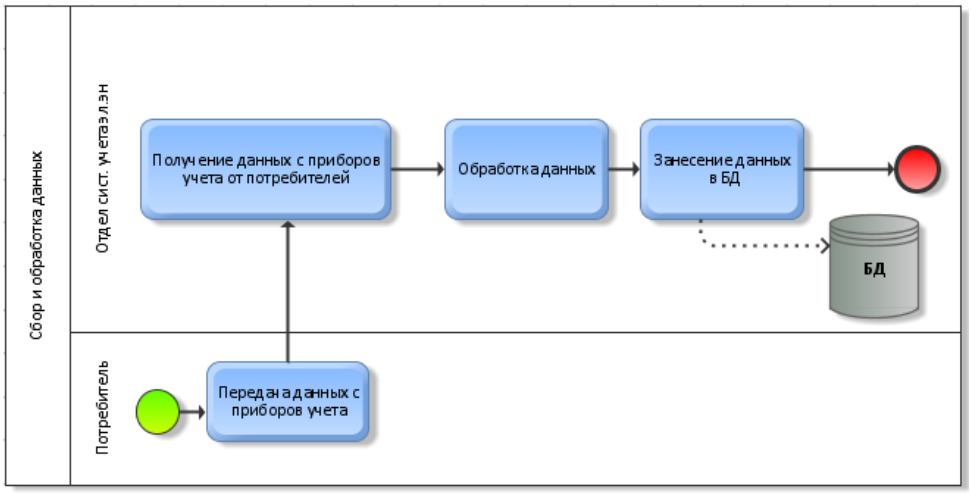


Рисунок - 1. Функциональная модель бизнес-процесса «Сбор и обработка данных» в нотации BPMN 2.0

Бизнес-процесс «Мониторинг электроэнергии» заключается в отслеживании потерь электроэнергии (рис.2). Мониторинг выполняется на основе отчетов о электропотреблении и нормативных документов, которые заносятся в базу данных отделом системы учета электроэнергии.

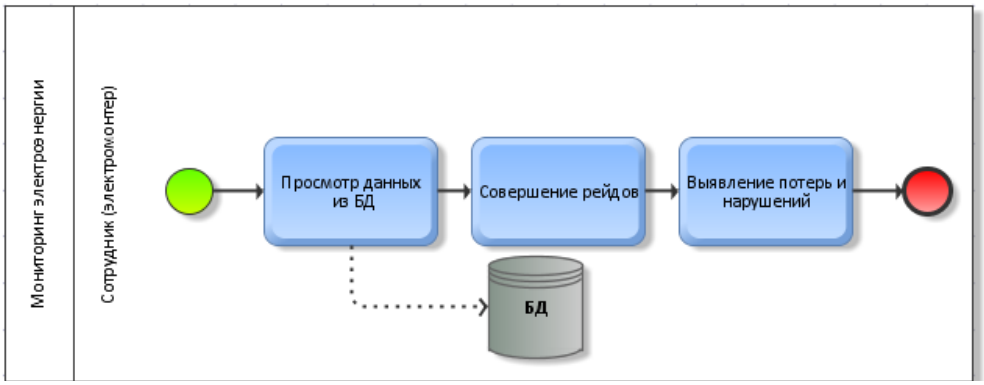


Рисунок - 2. Функциональная модель бизнес-процесса «Мониторинг электроэнергии» в нотации BPMN 2.0

Бизнес-процесс «Выявление потерь электроэнергии» заключается в возможности выявить несанкционированные потери электроэнергии, что позволяет вовремя предпринять необходимые меры.

Причинами возникновения потерь электроэнергии на трансформаторных подстанциях, небаланс которых превышает допустимые нормы могут быть:

1) Нулевое потребление электроэнергии – потребитель не передает показания, неисправность прибора учета, подключение к сети помимо прибора учета.

2) Снижение потребления электроэнергии с предыдущим периодом – резкое занижение показания прибора учета потребителем, неисправность прибора учета, подключение к сети помимо прибора учета.

3) Равномерное потребление электроэнергии – потребитель подгоняет показания прибора учета под свои расчеты, при этом имеется подключение к сети помимо прибора учета

Для мониторинга этих показателей, разработана специальная компьютерная программа, которая формирует список абонентов, показания их счетчиков и результаты несанкционированного отбора электропотребления [6]. Этот список условно можно назвать списком «потенциально неблагонадежных» абонентов.

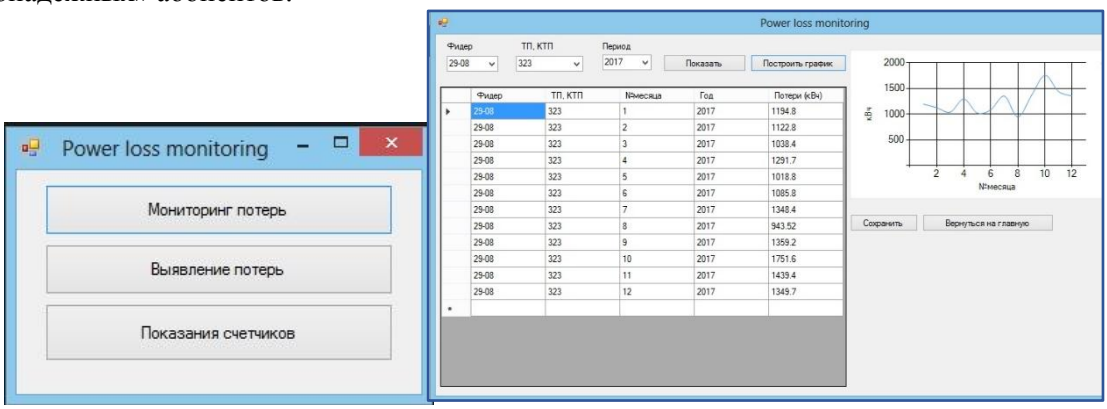


Рисунок -3. Основные инструменты программы для мониторинга несанкционированного потребления электроэнергии

Новая функциональная модель бизнес-процесса предприятия с учетом разработанной компьютерной программы представлена на рисунке 4.

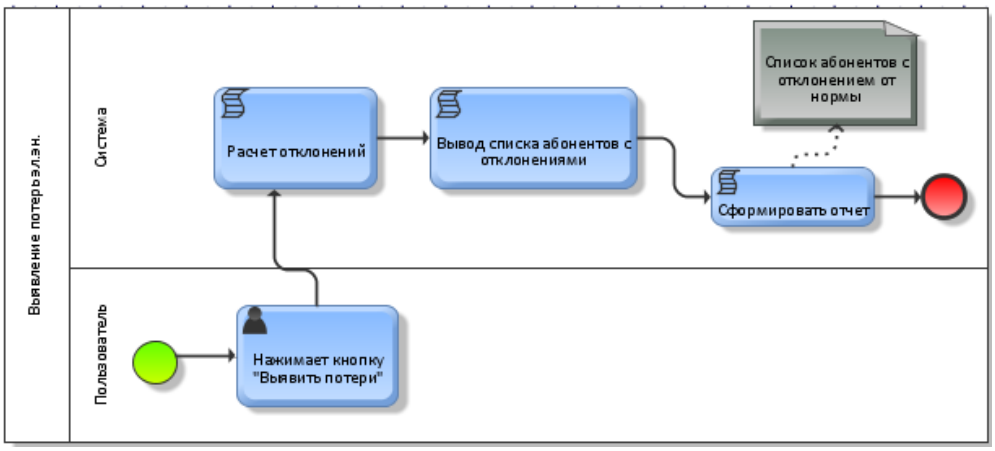


Рисунок - 4. Функциональная модель бизнес-процесса «Выявление потерь электроэнергии» в нотации BPMN 2.0

Вывод. Разработанная компьютерная программа позволяет наглядно просматривать потери электроэнергии в трансформаторных подстанциях с возможностью отслеживания динамики их изменений с помощью графиков, а также выявлять неучтенное потребление электроэнергии.

Практическая значимость работы заключается в возможности снижения затрат на эксплуатацию распределительных сетей 10–0,4 кВ за счет мониторинга и выявления потерь электроэнергии в коммунально-бытовом секторе электрических распределительных сетей.

Литература

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ».
URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_93978/ (дата обращения 20.09.2022).

2. Официальный сайт ОАО «Сетевая компания». URL: https://gridcom-rt.ru/o-kompanii/filialy/bugulminskie-elektricheskie-seti/ (дата обращения 20.09.2022.)

3. Гордеев, А.С. Энергетический менеджмент в сельском хозяйстве URL: https://e.lanbook.com/book/104859 (дата обращения 20.09.2022.)

4. Дубенко, Ю.В. Автоматизированная система определения и прогнозирования потерь электроэнергии URL: https://e.lanbook.com/journal/issue/298196 (дата обращения 20.09.2022.)

5. Флегонтов, А. В. Моделирование информационных систем. Unified Modeling Language : учебное пособие 2022. URL: https://e.lanbook.com/book/206051 (дата обращения: 20.09.2022).

6. Будникова И.К., Галимова И.И. Мониторинг неучтенного потребления электроэнергии Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020618200 от 18.07.2020.

XÜLASƏ
İCAZƏSİZ ELEKTRİK ENERJİSİ İSTİFADƏSİNİN MONİTORİNQİ
Budnikova İ.K., Qalimova İ.İ.

Açar sözlər: *monitorinq, enerji istehlakı, kommersiya itkiləri, icazəsiz istehlak, iş prosesi.*

Elektrik enerjisinin itirilməsi və oğurlanması bütün Rusiya Federasiyası üçün ən aktual problemlərdən biridir. Kommersiya itkilərinin əsas hissəsini icazəsiz enerji istehlakı təşkil edir. İşdə təqdim olunan tədqiqatlar Tatarıstanın "Şəbəkə Şirkəti" ASC-nin tərkibinə daxil olan Çeremşanskaya Dağıtım Zonasının materialları əsasında aparılmışdır. Ölçmə cihazlarının məlumatlarına və onların təhlilinə əsasən elektrik enerjisinin istehlakına nəzarət etmək və onun icazəsiz seçilməsini müəyyən etmək üçün kompüter proqramı hazırlanmışdır. İşin praktiki əhəmiyyəti elektrik paylayıcı şəbəkələrin daxili sektorunda elektrik enerjisi itkilərinin monitorinqi və müəyyən edilməsi yolu ilə 10-0,4 kV-lik paylayıcı şəbəkələrin istismar xərclərinin azaldılması imkanından ibarətdir.

SUMMARY
MONITORING UNAUTHORIZED ELECTRICITY CONSUMPTION
Budnikova I.K., Galimova I.I.

Keywords*: monitoring, power consumption, commercial losses, unauthorized consumption, business process*.

Loss and theft of electricity is one of the most urgent problems for the whole of Russia. Unauthorized power consumption accounts for the bulk of commercial losses. The studies presented in the work were carried out on the basis of materials from the Cheremshanskaya Distribution Zone, which is part of the OJSC "Grid Company" of Tatarstan. A computer program has been developed to monitor electricity consumption and identify its unauthorized selection according to the data of metering devices and their analysis. The practical significance of the work lies in the possibility of reducing the cost of operating distribution networks 10-0.4 kV by monitoring and identifying electricity losses in the domestic sector of electrical distribution networks.

AZƏRBAYCANIN ELEKTRİK ŞƏBƏKƏLƏRİNDƏ ELEKTRİK ENERJİSİ İTKİLƏRİNİN HESABLANMASI, TƏHLİLİ VƏ TƏNZİMLƏNMƏSİ TƏCRÜBƏSİ

Aşurova Ü. İ., Şıxəliyeva S.Y.
Mingəçevir Dövlət Universiteti, Minqəçevir, Azərbaycan
ulker_ashurova@mail.ru, saadaasmar@mail.ru

Açar sözlər*: elektrik şəbəkəsi, enerji itkiləri, texniki itkilər, hesablama metodu, balans, ilkin məlumatlar*.

Azərbaycanın elektrik şəbəkələrində itkilərin təhlili, onların azaldılması tədbirlərinin seçilməsi və mühüm əsas mövcud normativ sənədlərə uyğun olaraq əsaslandırılması, elektrik şəbəkələrinin parametrləri və iş rejimləri haqqında ən etibarlı məlumalardan istifadə etməklə elektrik enerjisi itkilərinin hesablanması, təhlili, standartlaşdırılması və azaldılması təcrübəyə əsaslanan hərtərəfli, ixtisaslı və sistemli yanaşma tələb edir. Zərərlərin və balansların strukturu nə qədər etibarlı bilinsə, itkilərin azaldılmasına bir o qədər məqsədyönlü və effektiv investisiya qoymaq mümkün olacaq.

Məsələnin aktuallığı. Elektrik energetik sisteminin EES-in əsas məqsədi tələbatçıları fasiləsiz olaraq etibarlı və keyfiyyətli elektrik enerjisi ilə təmin etməklə yanaşı, elektrik enerjisinin itehsalı, ötürülməsi və paylanması prosesində enerji resurslarının iqtisadi cəhətdən səmərəli istifadə olunmasını təmin etməkdən ibarətdir.

Məsələnin məqsədi. Hesablamaların və zərərlərin nisbətinin inkişafının Azərbaycanda qısa tarixini, zərərlərin struktur-balans təhlili metodologiyasını nəzərdən keçirmək, hesablamaların daha da təkmilləşdirilməsi və zərərlərin nisbətləndirilməsi üçün təkliflər hazırlamaqdır.

Məsələnin qoyuluşu. Elektrik şəbəkələrində elektrik enerjisinin texniki itkilərinin hesablanması metodologiyasının fəal inkişafı, XX əsrin 70-80-ci illərində elektrik şəbəkələrinin rejimlərinin hesablanması təcrübəsində kompüter texnologiyasının tətbiqinin başlanğıcı ilə üst-üstə düşür. Bu dövrdə kompüter sistemlərinə yönəlmiş enerji sistemlərinin elektrik şəbəkələrindəki itkilərin hesablanması və təhlili üçün ilk normativ sənədlər təsdiq edilmişdir. Bu vaxta qədər, magistral və paylayıcı elektrik şəbəkələrinin rejimlərini hesablamaq və optimallaşdırmaq üçün onlarda güc və elektrik itkilərini hesablamaq üçün inkişaf etmiş bir nəzəri və riyazi əsas artıq var idi.

Elektrik şəbəkələrinin elektrik veriliş xətləri (EVX) vasitəsilə ötürülməsi zamanı itkilər Azərbaycanın elektrik şəbəkələri kompleksinin enerji və iqtisadi səmərəliliyinin ən vacib göstəricilərindən biridir. Zərərlər çox sayda təsir edən amillərdən asılıdır: elektrik şəbəkələrinin texniki parametrləri və konfiqurasiyası, yükü və iş rejimləri, elektrik enerjisinin keyfiyyəti, avadanlıqların etibarlılığı, sistemlərarası və şəbəkələrarası güc və elektrik axınları, hava şəraiti, vaxt: il və gün, şəbəkəyə elektrik enerjisi verilməsi, məhsuldar təchizat və s.

Zərərləri təhlil etmək, onları azaltmaq üçün tədbirləri seçmək və əsaslandırmaq üçün ən vacib əsas, mövcud normativ sənədlərə uyğun gələn və elektrik şəbəkələrin parametrləri və iş rejimləri haqqında mümkün olan maksimum etibarlı məlumatdan istifadə edən sübut edilmiş proqram sistemlərindən istifadə edərək texniki itkilərin etibarlı hesablamalarıdır [1] .

Texniki itkilərin hesablamaları orta və uzun müddətli proqnozlar üçün istifadə edilə bilər [3].

Texniki itkilərin hesablanması üsullarının təkmilləşdirilməsi - uzun bir təkamül prosesidir. Bu prosesdə itkilərin quruluşu haqqında biliklərin artması ilə paralel olaraq, hesablamalar üçün əslində istifadə edilə bilən ilkin məlumatların miqdarının artması ilə birlikdə inkişaf edən informasiya texnologiyaları və proqram təminatının imkanlarıdır [1, 2]. Təkmilləşdirmə, şübhəsiz ki, itkilərin azaldılması üçün maliyyə və maddi resursların xərclənməsi prioritetlərinin müəyyən edilməsinin obyektivliyini artırmaq üçün lazımdır. Son illərdə Azərbaycan mühəndislik yox, "müqayisəli analiz" və "benchmark" metodlarına əsaslanan inzibati zərər idarəçiliyi yolunu seçdi.

Məsələnin həlli. Elektrik şəbəkəsinin gərginlik səviyyəsindən və ilkin məlumatların mövcudluğundan asılı olaraq dəyişən (yük) elektrik itkilərinin hesablamaları aşağıdakı üsullara uyğun aparılmalıdır: əməliyyat hesablamaları; hesablama günləri; orta yük; ən böyük enerji itkisi olan saatların sayı; ümumiləşdirilmiş məlumatlara əsaslanaraq zərərlərin qiymətləndirilməsi. Bu üsullar dəqiqliyin azalması və hesablamalarda fərziyyələrin sayının artması sırasına görə sıralanmışdır. Aydındır ki, elektrik şəbəkəsinin gərginlik səviyyəsi nə qədər yüksəkdirsə, bir qayda olaraq itkilərin hesablanması üçün mövcud olan ilkin məlumatların həcmi və səmərəliliyi bir o qədər çox olar və dəqiq metoddan istifadə oluna bilər və edilməlidir.

Buna görə, 110 kV və daha yuxarı olan şəbəkələr üçün, əməliyyat parametrləri - yüklər və gərginlik səviyyələri haqqında ilkin məlumatların etibarlılığını artırmaq məqsədilə əməliyyat hesablama metodu bu gün praktiki olaraq mümkün və məcburidir. Əsasən 6 - 35 kV-luq açıq sxemlər üçün orta yükləmə metodundan istifadə edilməsinə icazə verilir (müstəsna hallarda - təxmin edilən hesablamalarda maksimum güc itkilərinin saatlar metodu). Burada rəqəmsallaşmaya keçidlə əməliyyat hesablamalarına keçmək məsləhətdir.

0.4 kV-luq elektrik şəbəkələrin çoxluğu, uzunluğu və zəif informasiya təhlükəsizliyi səbəbindən əsas hesablama metodu kimi ümumiləşdirilmiş məlumatlara əsaslanan itkilərin qiymətləndirilməsi metodu tövsiyə olunur [4, 5]. Eyni zamanda, əvvəllər qeyd edildiyi kimi, bu gün də pərakəndə elektrik bazarlarının inkişafı və məişət istehlakçılarının EEKÖ AMÖS (elektrik enerjisinin kommersiya ölçülməsi üçün avtomatlaşdırılmış məlumat və ölçü sistemi) tətbiqi ilə bu gərginlik sinifinin elektrik şəbəkələrində element-by-element əməliyyat hesablamaları olduqca real və perspektivli olur.

Topdan və pərakəndə elektrik bazarlarının inkişafı, bu bazarların subyektlərinin yeni təsərrüfat və iqtisadi əlaqələri ilə birlikdə, elektrik enerjisinin texnoloji itkilərinin hesablanması üçün yeni vəzifələr getdikcə aktuallaşır, o cümlədən [7]:

- bu itkilərin azaldılması ilə bağlı vaxtında qərar qəbul etmək üçün təkcə bütövlükdə şəbəkə üçün deyil, ayrı-ayrı bölmələr, xətlər və transformatorlar üçün yarım saat və saat fasilələrlə güc və elektrik itkilərinin operativ monitorinqi;
- tranzit enerji axınından yaranan itkilərin operativ hesablanması, təhlili və proqnozlaşdırılması, bu itkilərin tranzit itkilərinin miqdarına təsir dərəcəsinə görə elektrik bazarının iştirakçıları arasında bölünməsi;
- müvafiq ticarət meydançalarında elektrik qalıqlarının proqnozlaşdırıl-masının düzgünlüyünü artırmaq üçün elektrik enerjisi itkilərinin gələcək gün üçün proqnozlaşdırılması;
- elektrik istehlakı, elektrik şəbəkələrinin inkişafı, yeni istehsal avadanlıq-larının istismara verilməsi proqnozları nəzərə alınmaqla orta və uzun müddətli elektrik itkilərinin proqnozu, elektrik enerjisi sənayesinin inkişafı, enerji qənaət proqramları və elektrik şəbəkəsi kompleksinin enerji səmərəliliyinin artırılması üçün proqramların etibarlılığını artırmaq üçün iqlim şəraiti.

İtkilərin strukturuna əsaslanaraq qeyd etmək olar ki, 220-500 kV-luq milli şəbəkədə, əsas itkilər xətlərdəki yük itkiləri və taclanma itkiləri, 110 kV və daha aşağı olan regional şirkətlərin şəbəkələrində isə xətlərdəki yük itkiləri və yüksüz itkilərdir.

Azərbaycanda elektrik şəbəkəsi şirkətlərinin işinin təhlili göstərir ki, 30-35 ildən çox əvvəl tikilmiş hal -hazırda işləyən yüksək gərginlikli xətlərin bir çoxu iqtisadi cəhətdən mümkün olanından (35 kV - 100

km -ə qədər) daha çox uzunluğa malikdir, (110 kV - 200 km və ya daha çox) və bu xətlər vasitəsilə ötürülən güc effektiv qiymətlərdən xeyli azdır. Belə xətlərdəki yük itkiləri, elektrik enerjisinin şəbəkə vasitəsilə ötürülməsi səbəbindən reaktiv itkilərin əhəmiyyətli bir hissəsini təşkil edir.

Regional şirkətlərin transformatorlarının istismarında güclərdən istifadə də tam səmərəli deyil. Bir çox şirkətdə, hətta qışda belə, transformatorların yükü 15-20%-ə çatır. Bu, onların optimal işləməməsinə və boş sürətdə böyük itkilərə səbəb olur.

Elektrik itkisinin standart normalarını qoruyarkən, xətlərin aşağı yüklə, uzun xətlərlə və şunt reaktorlarının olmaması ilə suboptimal rejimlərdə işlədiyini tənzimləyici orqana sübut etmək həmişə mümkün olmur; böyük bir yükə malik olan məftillərin kiçik en kəsikləri ilə istismarda olması, istehlakçının reaktiv gücünü kompensasiya etmək üçün vasitələrin olmaması və s. [6].

Nəticə. Uzun illərin təcrübəsi göstərdi ki, elektrik şəbəkələrində elektrik enerjisi itkilərinin real azalması aşağıdakı hallarda əldə edilə bilər:

1) elektrik şəbəkəsi işçilərinin itkilərin tənzimlənməsində və azaldılmasında, standartların əsaslandırılmasında və tətbiqində fəal və ixtisaslı iştirakı;
2) elektrik enerjisinin və onların strukturunun balans və itkilərinin hesablamalarının nəticələrinin monitorinqi üçün müasir proqram vasitələri və sistemlərindən istifadə.
3) hesablamaların və ilkin məlumatların etibarlılığına nəzarəti gücləndirməklə, hesablamaların ixtisaslı və müstəqil ekspertizasından istifadə etməklə, itkilərin azaldılması və bu proqramların inzibati üsullarla deyil, elektrik hesablamaları əsasında tənzimlənməsi üçün standartların və proqramların əsaslandırılmasına qayıtmaq lazımdır.

Ədəbiyyat

1. Balametov Ə.B. Elektrik enerjisi itkilərinin hesabat metodları və proqram təminatının inkişafı – Energetika problemləri №4, 2018
2. Воротницкий, В. Э. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях. Справочно-методическое пособие [Текст] / В. Э. Ворот- ницкий. - М.: Теплоэнергетика, 2017. - 330 с.
3. Воротницкий, Э. В. Автоматизированная система оперативного мониторинга потерь электроэнергии в электрических сетях [Текст] / В. Э. Воротницкий, С. В. Заслонов, М. А. Калинкина, А. В. Севостьянов // Энергоэксперт. - 2017.-№ 5-6.-С. 29-35.
4. Казанцев, В. Н. Инструкция по оптимальному управлению потоками реактивной мощности [Текст] / В. Н. Казанцев, Г. З. Кушнир, В. Н. Слодарж. - М: СПО Союзтех- энерго, 1982. - 28 с.
5. Поспелов, Г. Е. Потери мощности и энергии в электрических сетях [Текст] / Г. Е. Поспелов, Н. М. Сыч. - М.: Энергоиздат, 1981. - 26 с.
6. Садовская А.С., ТОО “Фирма “Казэнергоналадка”, Республика Казахстан, Алматы
7. Щербина, Ю. В. Снижение технологического расхода энергии в электрических сетях [Текст] / Ю. В. Щербина, Н. Д. Бойко, А. Н. Бутенко. - Киев: Техника, 1981. - 104 с.

РЕЗЮМЕ

ОПЫТ РАСЧЕТА, АНАЛИЗА И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА

Ашурова У.И. , Шихалиева С.Я.

Ключевые слова*: электрическая сеть, потери энергии, технические потери, метод расчета, баланс, первичные данные*

Потери в электрических сетях Азербайджана, выбор мероприятий по их снижению и их обоснование в соответствии с важными действующими нормативными документами, расчет, анализ, нормирование и снижение потерь электроэнергии с использованием наиболее достоверной информации о параметрах и режимах работы электрических сетей требует комплексного, квалифицированного и системного подхода, основанного на опыте. Чем достовернее будет известна структура убытков и остатков, тем более целенаправленно и эффективно можно будет инвестировать в снижение убытков.

SUMMARY

EXPERIENCE OF CALCULATION, ANALYSIS AND REGULATION OF ELECTRICITY LOSSES IN ELECTRIC NETWORKS OF AZERBAIJAN

Ashurova U.I., Shikhaliyeva S.Y.

Key words*: electric network, energy losses, technical losses, calculation method, balance, primary data*.

The analysis of losses in the electric networks of Azerbaijan, the selection of measures to reduce them and their justification in accordance with important current regulatory documents, the calculation, analysis, standardization and reduction of electricity losses using the most reliable information on the parameters and modes of operation of electric networks requires a

comprehensive, qualified and systematic experiential approach. The more reliably the structure of losses and balances is known, the more purposefully and effectively it will be possible to invest in reducing losses.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО МЕСТОРАСПОЛОЖЕНИЯ КОММУТАЦИОННЫХ АППАРАТОВ В ВЛ 6-10 КВ

Бандурин И.И.
Псковский государственный университет, Псков, Российская Федерация
bandurin_ivan@mail.ru

***Ключевые слова**: воздушная линия, коммутационный аппарат, место установки, SAIFI, SAIDI.*

Рассмотрены и проанализированы вопросы, связанные с выбором типа и места расположения коммутационных аппаратов на ВЛ 6-10 кВ. Разработана математическая модель для выбора оптимального расположения распределительного устройства в типовой схеме ВЛ 6-10 кВ. Данная математическая модель может быть адаптирована для ВЛ 6-10 кВ различной конфигурации. Благодаря большей точности определения оптимального положения КА использование данной методики приводит к большему снижению показателей SAIDI и SAIFI для ВЛ 6-10 кВ по сравнению с существующими. Сравнение КА для ВЛ 6-10 кВ представлено в таблице.

Таблица .

Сравнение КА для ВЛ 6-10 кВ

№	Коммутационный аппарат	Стои-мость	Отключение/ включение нагрузки	Селектив-ность	Передача информа-ции	Обнаружен ие ОЗЗ на землю
1	Разъединитель	Низкая	Ручное	–	Нет	Нет
2	Предохранитель-разъединитель выхлопного типа	Низкая	Автоматическое/ ручное	Минимальная	Нет	Нет
3	Интеллектуальный разъединитель	Средняя	Дистанционное	–	Есть	Есть
4	Реклоузер	Высокая	Автоматическое	Максимальная	Есть	Есть

В воздушных электрических сетях напряжением 6-10 кВ происходит 80% аварий и КЗ от общего количества аварий в электрических сетях РФ [2]. Для повышения эффективности электрических сетей часто применяется секционирование магистральной части ВЛ, выполняемое с помощью различных коммутационных аппаратов (КА).

Реклоузеры позволяют осуществлять комплексную автоматизацию распределительных электрических сетей, но имеют высокую стоимость, более дешевый разъединитель выполняет включение и отключение обесточенных участков электрической цепи (интеллектуальный - с помощью дистанционного управления с пульта диспетчера, а также автоматизированного местного и ручного управления), ПРВТ выполняют функции защиты и обеспечивают видимый разрыв при отключении присоединения. Затраты на установку одного комплекта ПРВТ соизмеримы с затратами на установку разъединителя и предохранителей на КТП и значительно ниже затрат на установку реклоузера.

Время восстановления электроснабжения в неавтоматизированных электрических сетях 6-10 кВ может достигать 7-8 и более часов. Большая часть времени идет на поиск и локализацию поврежденного участка, и только небольшая часть этого времени занимают ремонтные работы [7]. Повышение надежности электроснабжения связывается с выбором места установки автоматизированных управляемых реклоузеров, сокращающих продолжительность определения места повреждения, локализующих поврежденный участок сети и практически мгновенно включающих резервное питание.

Как следует из литературного обзора [1], [3], [8] основное внимание сейчас уделяется выбору мест установки реклоузеров. Выбор мест установок других типов КА освещён недостаточно.

В настоящее время для оценки правильности установки КА в ВЛ целесообразно использовать показатели SAIFI и SAIDI [6]. Исходя из принципов работы КА для выбора мест установки реклоузера или ПРВТ целесообразно использовать критерий минимума SAIFI, для интеллектуального и обычного разъединителя – минимум SAIDI.

Минимальное значение показателя SAIFI достигается при равномерном распределении реклоузеров по трассе линии [9]. Это означает, что при выборе мест установки реклоузеров необходимо стремиться, чтобы выполнялось примерное равенство:

$$N_i \cdot L_i \approx const, \qquad (1)$$

где N_i - количество потребителей, подключенных к i-му участку;
L_i - суммарная протяжённость линии с отпайками на i-м участке.

Данное условие выбора мест установки разъединителей справедливо для кольцевых и радиальных фидеров. При выборе мест установки реклоузеров необходимо учитывать, что для всей линии одно и то же значение $N_i \cdot L_i$ получить не всегда возможно, так как точки подключения потребителей распределены по ней неравномерно.

Однако, вычисления, выполняемые вручную, с использование критерия (1) весьма трудоёмки. Поэтому предлагается разработать математические модели для автоматизированного выбора мест установки КА в ВЛ по критерию минимума SAIFI и SAIDI.

Переменная: x_i – переменная места установки i-го КА, которая соответствует расстоянию от начала линии до места установки КА.

Используя формулы для SAIFI и SAIDI были получены точные критерии для выбора оптимального места установки КА в ВЛ 6-10 кВ.

Целевая функция, при использовании критерия минимум SAIFI выглядит следующим образом

$$\text{ЦФ} = \sum_{i=1}^{n} \left(N_{\text{Л}i}(x_i) l_{\text{Л}i}(x_i) + N_{\text{П}i}(x_i) l_{\text{П}i}(x_i) \right) \to \min,$$

где n – количество коммутационных аппаратов;
$N_{\text{Л}i}$ – количество отключаемых потребителей слева от i-го КА;
$N_{\text{П}i}$ – количество отключаемых потребителей справа от i-го КА;
$l_{\text{Л}i}$ – суммарная длина линии с отпайками слева от i-го КА;
$l_{\text{П}i}$ – суммарная длина линии с отпайками справа от i-го КА.

При использовании критерия минимум SAIDI:

$$\text{ЦФ} = \sum_{i=1}^{n} \begin{pmatrix} l_{\text{Л}i}(x_i)\left(N_{\text{Л.В.}i}(x_i) T_{\text{Л.В.}i}(x_i) + l_{\text{Л.Р.}i}(x_i) T_{\text{Л.Р.}i}(x_i) \right) \\ + l_{\text{П}i}(x_i)\left(N_{\text{П.В.}i}(x_i) T_{\text{П.В.}i}(x_i) + l_{\text{П.Р.}i}(x_i) T_{\text{П.Р.}i}(x_i) \right) \end{pmatrix} \to \min,$$

где $N_{\text{Л.В.}i}$ – количество потребителей слева от i-го КА, питание которых может быть оперативно восстановлено;
$N_{\text{Л.Р.}i}$ – количество потребителей слева от i-го КА, питание которых может не быть оперативно восстановлено;
$T_{\text{Л.В.}i}$ – время восстановления электроснабжения потребителей слева от i-го КА, питание которых может быть оперативно восстановлено;
$T_{\text{Л.Р.}i}$ – время восстановления электроснабжения потребителей слева от i-го КА, питание которых не может быть оперативно восстановлено;
$N_{\text{П.В.}i}$, $N_{\text{П.Р.}i}$, $T_{\text{П.В.}i}$, $T_{\text{П.Р.}i}$ – тоже, что и переменные выше, но справа от i-го КА.

Ограничения:

1) Переменные мест установки КА должны быть положительными:

$$x_1,\ x_2,\ \cdots x_i \geq 0.$$

2) Переменные мест установки КА не должны превышать суммарной длины линии

$$x_1,\ x_2,\ \cdots x_j \leq l_\Sigma,$$

где l_Σ – суммарная длина линии.

Алгоритмы поиска места установки для одного КА по критерию SAIFI и SAIDI приведены ниже (рис. 1, рис. 2).

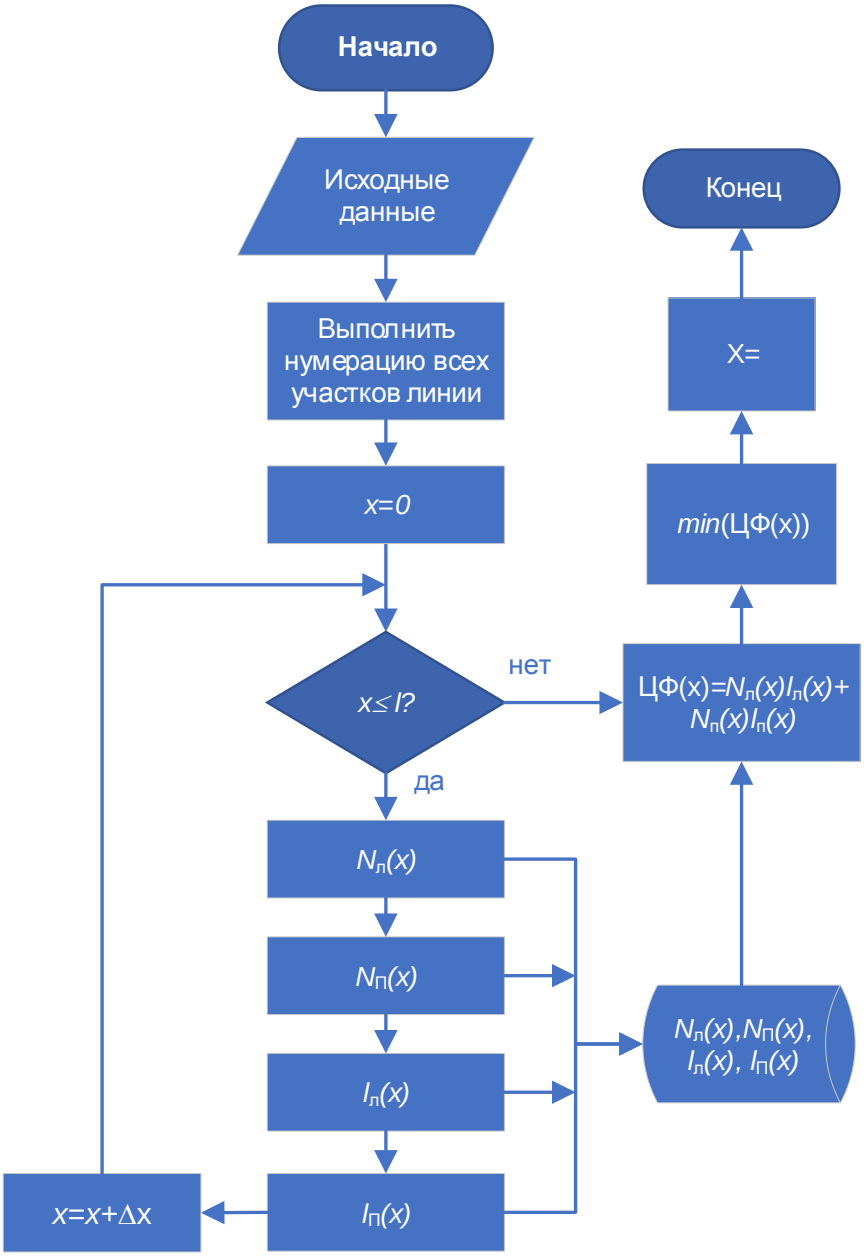


Рис. 1 – Алгоритм поиска места установки для одного КА по критерию SAIFI

Полученная математическая модель относится к классу нелинейных оптимизационных моделей. Для нахождения точного или приближённого решения следует использовать известные методы решения таких задач. При использовании ПК для получения решения нелинейной оптимизационной задачи удобно использовать программу Microsoft Excel [4] или PTC MathCad.

Заключение.

В статье рассмотрены вопросы, связанные с выбором типа и месторасположения КА в ВЛ 6-10 кВ. Разработана математическая модель для выбора оптимального месторасположения КА в типовой схеме ВЛ 6-10 кВ. Приведён пример для ВЛ 10 кВ, характерной для Псковской области. Данная математическая модель может быть адаптирована для схем ВЛ 6-10 кВ различных конфигураций. За счёт большей точности определения оптимального месторасположения КА, использование данной методики по сравнению с существующими, дает большее снижение показателей SAIDI и SAIFI для ВЛ 6-10 кВ

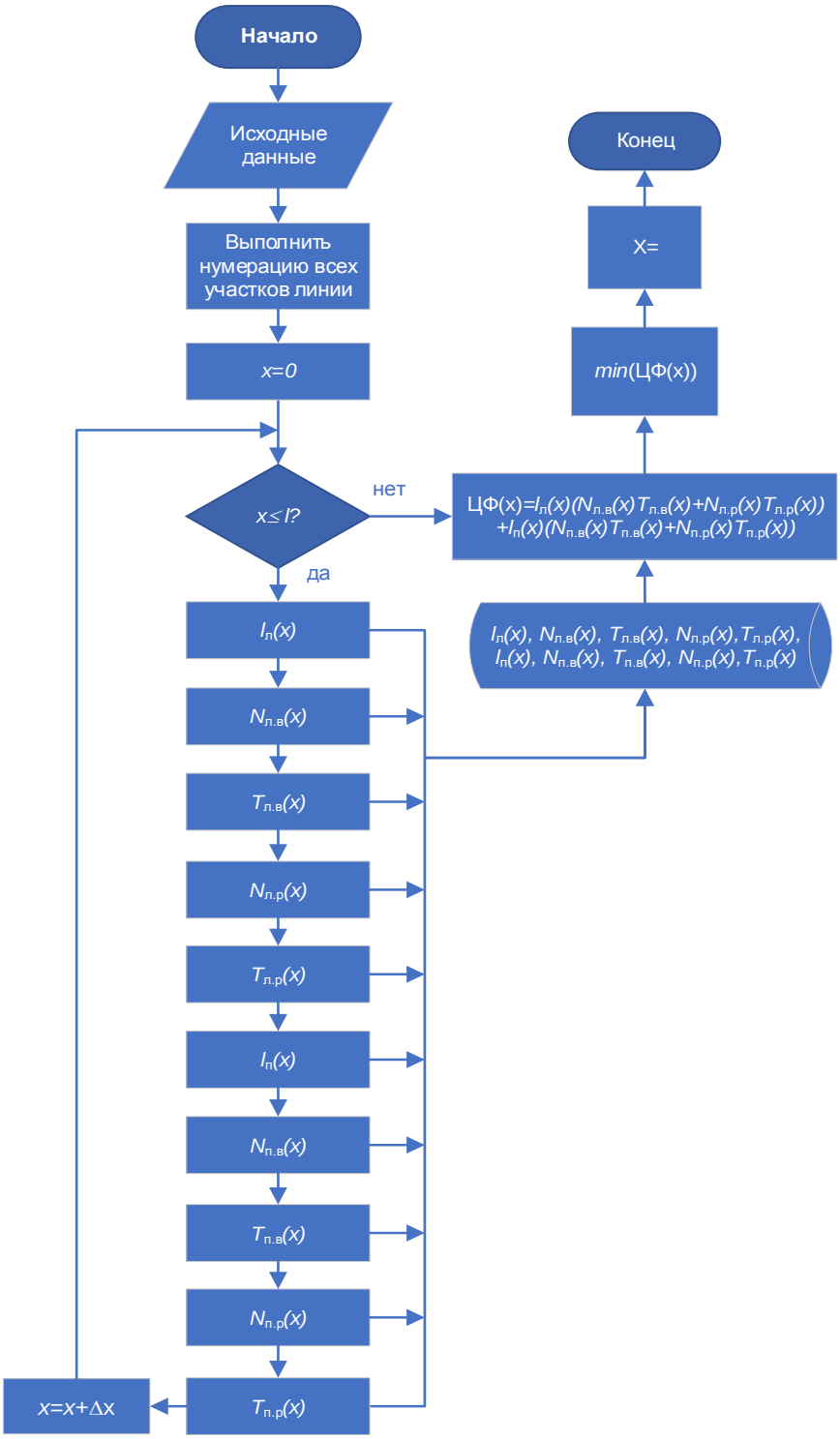


Рис. 2 – Алгоритм поиска места установки для одного КА по критерию SAIDI

Литература

1. Васильева, Т. Н. Выбор места установки реклоузера / Т. Н. Васильева, Е. С. Мишина. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 9 (89). — С. 172-179.

2. ГК Энерготехмонтаж: Сайт. – 2022. – URL: http://etmz.ru/perspektivu-razvitiya-elektricheskih-setey-6-10-kv-v-rossii/ (обращения 25.07.2022)

3. Еришин Д.А., Василькова Т.М, Экономическая эффективность применения вакуумных реклоузеров серии PBA/TEL // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии; ФГБОУ ВО «Костромская ГСХА», Караваево, 2016, С, 141-147.

4. Костин В.Н. Оптимизационные задачи электроэнергетики: Учеб. пособие. - СПб.: СЗТУ, 2003 - 120 с.

5. Охорзин В. А. Прикладная математика в системе MATHCAD : учебное пособие / В. А. Охорзин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-0814-6. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/210332 (дата обращения: 25.07.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Приказ Минэнерго России от 29 ноября 2016 года N 1256 «Об утверждении Методических указаний по расчету уровня надежности и качества поставляемых товаров и оказываемых услуг для организации по управлению единой национальной (общероссийской) электрической сетью и территориальных сетевых организаций (с изменениями на 21 июня 2017 года)».

7. Прусс В.Л., Тисленко В.В. Повышение надёжности сельских электрических сетей. – Л. Энергоатомиздат. Ленингр. отд., 1989 – 208 с.

8. Сазыкны В.Г., Кудряков А.Г., Багметов А.А. Критерии оптимизации места установки реклоузера в распределительной сети 6-10 кВ // Электротехнические системы и комплексы — 2018. — № 1 (38). — С.33-38.

9. Техническая информация PBA/TEL Вакуумный реклоузер Версия 1.2: сайт. – 2022. – URL: https://tavrida.ru/upload/iblock/71a/ip5sz84u2304j2ruf-dai9afuo7e2jzz/TER_RecDoc_PG_5.pdf. (дата обращения: 25.06.2022).

XÜLASƏ
6-10 KV HAVA XƏTLƏRİNDƏ KOMMUTASİYA APARATLARININ OPTİMAL YERLƏŞMƏSİNİN TƏYİN EDİLMƏSİ ÜÇÜN RİYAZİ MODEL
Bandurin İ.İ

Açar sözlər: *hava xətti, keçid cihazı, quraşdırma yeri, SAIFI, SAIDI.*

6-10 kV-luq hava xətlərində kommutasiya qurğularının növünün və yerinin seçilməsi ilə bağlı məsələlər nəzərdən keçirilir və təhlil edilir. Tipik 6-10 kV-luq hava xətti sxemində kommutasiya qurğusunun optimal yerini seçmək üçün riyazi model hazırlanmışdır. Bu riyazi model müxtəlif konfiqurasiyalı 6-10 kV-luq hava xətləri üçün uyğunlaşdırıla bilər. Kosmik gəminin optimal yerini müəyyənləşdirməyin daha dəqiqliyi ilə əlaqədar olaraq, bu texnikanın istifadəsi mövcud olanlarla müqayisədə 6-10 kV-luq hava xətləri üçün SAIDI və SAIFI göstəricilərinin daha çox azalmasına səbəb olur.

SUMMARY
MATHEMATICAL MODEL FOR CHOOSING THE OPTIMAL LOCATION OF SWITCHING DEVICES IN 6-10 KV OVERHEAD LINES
Bandurin I.I.

Keywords*: overhead line, switching device, installation location, SAIFI, SAIDI.*

Issues related to the choice of the type and location of switching devices in 6-10 kV overhead lines are considered and analyzed. A mathematical model has been developed for choosing the optimal location of a switching device in a typical 6-10 kV overhead line circuit. This mathematical model can be adapted for 6-10 kV overhead lines of various configurations. Due to the greater accuracy of determining the optimal location of the spacecraft, the use of this technique, compared with the existing ones, gives a greater reduction in the SAIDI and SAIFI indicators for 6-10 kV overhead lines.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ОБМОТКИ ГЕНЕРАТОРА ОТ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ С ПОМОЩЬЮ СХЕМЫ БАЛАНСА НАПРЯЖЕНИЙ

Гусейнов Э. Н.
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
Баку, Азербайджан
emin.huseynov@asoiu.edu.az

Ключевые слова: *синхронный генератор, релейная защита статорной обмотки, схема баланса напряжений.*

В статье рассмотрены характеристики защиты обмотки статора генератора по схеме баланса напряжений. Установлено, что КПД данной схемы не зависит от режима нагрузки генератора. Схема баланса напряжения обеспечивает защиту 70 % обмотки статора генератора.

Как известно, главным недостатком применяемых для защиты статорной обмотки генератора от замыканий на землю схем является наличие «мертвой» зоны. При возникновении повреждения вблизи нейтрали генератора ток срабатывания защиты может оказаться меньше тока замыкания на землю, вследствие чего защита не отключит генератор. Поэтому для обеспечения защиты генератора

применяются специальные схемы, реагирующие на появление третьих гармоник напряжения нулевой последовательности.[1].

Согласно вышеуказанному методу, производится измерение третьих гармоник напряжения нулевой последовательности вблизи нейтрали и на выводах статорной обмотки генератора. При возникновении замыкания вблизи нейтрали по мере приближения к нулевой точке третья гармоника снижается до нуля, а на выводах резко возрастает. При возникновении замыкания на выводах обмотки ситуация обратная – третья гармоника возрастает вблизи нейтрали и резко уменьшается по мере приближения к выводам обмотки.

Таким образом, соотношение третьих гармоник напряжений на выводах и возле нейтрали $\frac{V_{3t}}{V_{3n}}$ может быть использовано для защиты обмоток генератора от замыканий на землю. С этой целью в системах релейной защиты генераторов используются ряд специализированных схем, в частности, схема баланса напряжений.[3].

Типовые значения третьих гармоник напряжения в нормальном режиме при различных нагрузках генератора приведены в Таблице 1.

Таблица 1.

Значения третьих гармоник напряжения в нормальном режиме

Режим нагрузки	E_3 (V)
Холостой ход	210
Максимальная нагрузка	420
Минимальная нагрузка	121

Упрощенная эквивалентная схема замещения генератора в нормальном режиме приведена на Рис.1. Расчет производится для параметров генератора, указанных в [2].

$$C_{0n} = \frac{1}{2} C_g = 0.5 \cdot 0.128 \cdot 10^{-6} = 0.642 \cdot 10^{-7} F$$

$$C_{0t} = \frac{1}{2} C_g + C_{шин} + C_{выкл} + C_{тр} = 0.642 \cdot 10^{-7} + 0.55 \cdot 10^{-6} = 0.614 \cdot 10^{-6} F$$

Емкостные сопротивления на нейтрали и выводах обмотки

$$X_{0n} = -j \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_3 \cdot C_{0n}} = -j16526$$

$$X_{0t} = -j \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_3 \cdot C_{0t}} = -j1728$$

Здесь f_3 = 150 Hz – частота третьей гармоники.

После решения этих уравнений рассчитывается полное сопротивление возле нейтрали.

$$z_{0n} = \frac{-jX_{0n} \cdot 3 \cdot R_n}{3R_n - jX_{0n}} = 3469.18 - j763.48$$

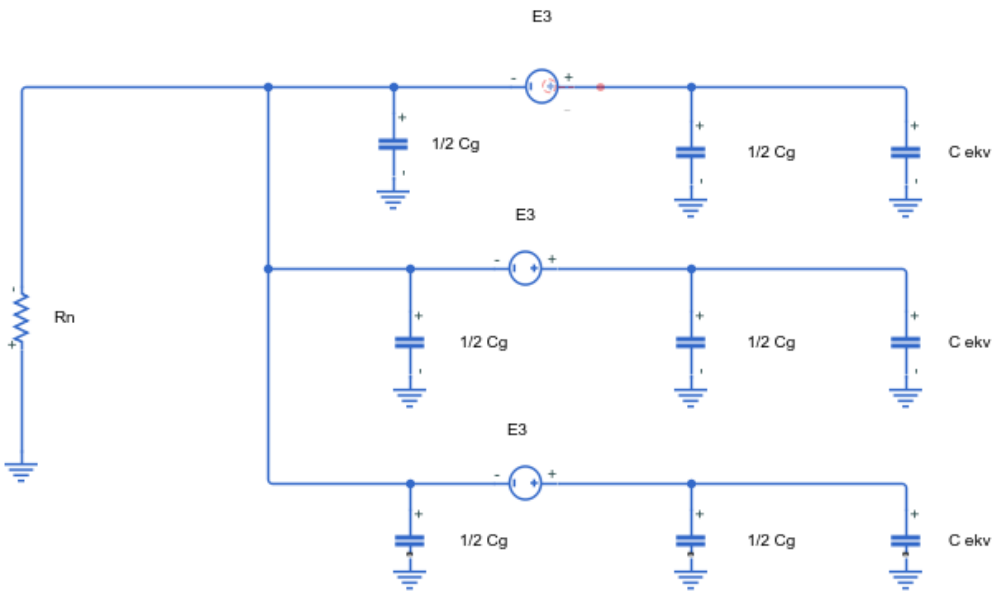


Рис.1. Эквивалентная схема замещения генератора в нормальном режиме.

В режиме холостого хода при нормальных условиях величина третьей гармоники напряжения составляет 210V, вблизи нейтрали третья гармоника напряжения

$$V_{0n} = V_0 \frac{Z_{0n}}{Z_{0n} - jX_{0t}} = 210 \frac{3469.18 - j763.48}{(3469.18 - j763.48) - j1728} = 174.65 \text{ V}$$

На выводах генератора

$$V_{0t} = V_0 \frac{X_{0t}}{Z_{0n} - jX_{0t}} = 210 \frac{-j1728}{(3469.18 - j763.48) - j1728} = 84.96 \text{ V}$$

Расчет третьих гармоник напряжения для режимов максимальной и минимальной нагрузки выполняется аналогично. Результаты расчетов приведены в Таблице 2.

Таблица 2.

Значения третьих гармоник напряжения в различных нагрузочных режимах

Режим нагрузки	V_0 (V)	V_{0n} (V)	Vot (V)
Максимальная нагрузка	420	349	169
Минимальная нагрузка	121	100	49
Холостой ход	210	174	84

Расчет показывает, что при всех режимах нагрузки соотношение $\frac{V_{3t}}{V_{3n}} = 0.48$. Следовательно, схема баланса напряжений может применяться вне зависимости от режима работы генератора.

Для анализа режима короткого замыкания третьи гармоники напряжения моделируются как два источника переменного напряжения (Рис.2).

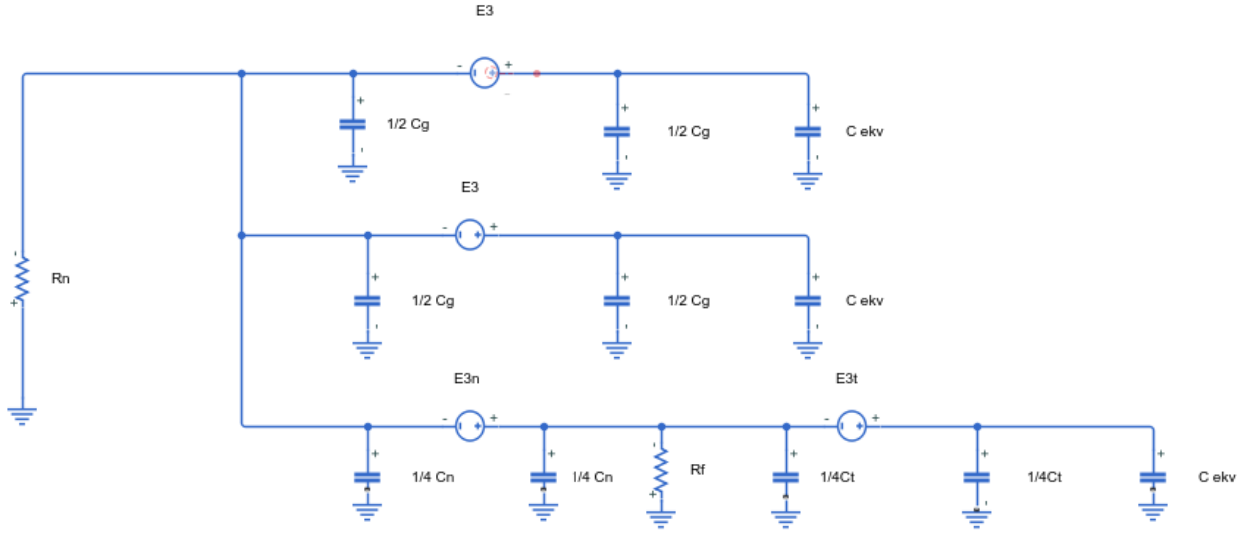


Рис.2. Эквивалентная схема замыкания на землю

Третьи гармоники напряжения возле нейтрали и на выводах генератора

$$E_{3n} = KE_3$$

$$E_{3t} = (1 - K)E_3$$

здесь K = 0 -1 – расстояние от нейтрали до точки замыкания.

Емкости

$$C_n = KC_{stator} \qquad C_t = (1 - K)C_{stator}$$

Рассмотрим замыкания одной фазы на землю (Рис.3).

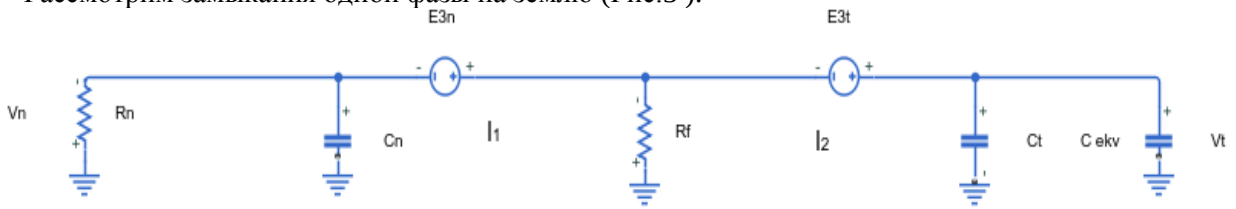


Рис.3. Схема замещения для режима замыкания на землю.

$$V_n + E_{3n} = (I_1 - I_2)R_f$$
$$V_t = (I_1 - I_2)R_f + E_{3t}$$

здесь Rf – сопротивление замыкания на землю

$$I_1 = -\frac{V_n}{Z_n}$$
$$Z_n = R_n/C_n$$

Значение третьей гармоники напряжения возле нейтрали

$$V_n = K \cdot E_3 \cdot \left(1 - \frac{R_f}{Z_n}\right) = K \cdot E_3 \cdot (1 - \frac{R_f}{R_n - j\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_3 \cdot K \cdot C_{generator}}})$$

Значение третьей гармоники напряжения на выводах генератора

$$V_t = \left((1 - K) \cdot E_3\right) - (V_n \cdot \frac{R_f}{Z_n})$$

E_3 – третья гармоника напряжения генератора.

Как видно, третьи гармоники напряжения зависят от точки повреждения (K) и сопротивления замыкания на землю (Rf).

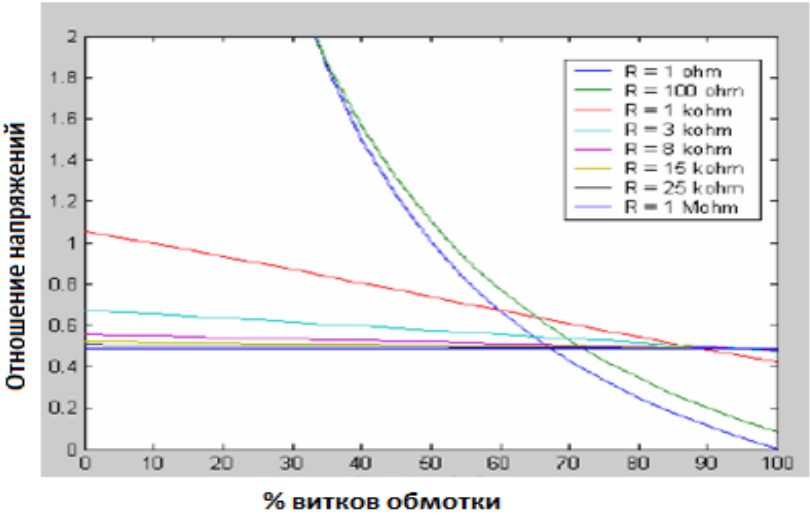


Рис.4. Зависимость соотношения $\frac{V_{3t}}{V_{3n}}$ от места повреждения обмотки.

Рассмотрим режим замыкания обмотки генератора на землю для схемы баланса напряжений. Результаты моделирования, проведенного с помощью программного обеспечения MATLAB SİMULİNK приведены на Рис. 4.

Как видно, схема обладает высокой чувствительностью при сопротивлениях замыкания на землю вплоть до R_f = 3 kOhm.

Уставка срабатывания реле напряжения отстраивается от соотношения третьих гармоник напряжения при нормальном режиме.

$$\frac{V_{3t}}{V_{3n}} > k_{зап} V_0$$

Здесь $k_{зап} = 1.2$ – коэффициент запаса.
Учитывая, что при нормальном режиме V_0=0.48,

$$\frac{V_{3t}}{V_{3n}} > 0.58$$

На Рис.5 показана зависимость сопротивления замыкания от места повреждения обмотки.

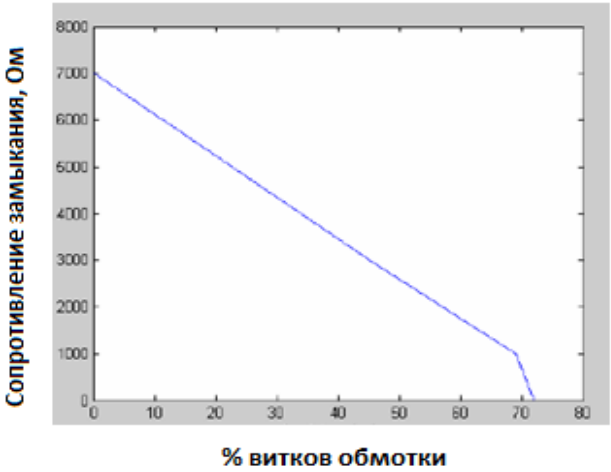


Рис.5. Зависимость сопротивления замыкания от места повреждения обмотки.

Как видно, схема баланса напряжений обеспечивает защиту примерно 70 % статорной обмотки.

Литература

1. Защита от замыканий на землю обмотки статора блочных генераторов / И.М. Сирота, А.П. Шаповал, А.Е. Богаченко, Г.Н. Довбня // Электрические станции, 2009, №4. С.62-65.
2. Fulczyk M, Influence of Generator Load Conditions on ThirdHarmonic Voltages in Generator Stator Winding, IEEE Transactions On Energy Conversion, Vol.20, 1, 2005.
3. Gilany, M, Malik OP, Generator Stator Winding Protection with 100% Enhanced Sensitivity, Electrical Power and Energy Systems, 2002.
4. Pope, J.W. A comparison of 100% stator ground fault protection schemes for generator stator windings, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems,Vol. PAS-103, No.4, April 2004, pp. 832-840.

XÜLASƏ

GENERATORUN DOLAQLARININ TORPAQDA QISAQAPANMADAN MÜHAFİZƏ OLUNMASININ GƏRGİNLİK BALANS SXEMİ KÖMƏYİ İLƏ TƏYİNİ

Hüseynov E. N.

***Açar sözləri**: sinxron generator, stator dolağının rele mühafizəsi, gərginliklər balansı sxemi.*

Məqalədə generatorun stator dolağının gərginliklər balansı sxemi əsasında işləyən mühafizəsinin xüsusiyyətlərinə baxılır. Müəyyən edilmişdir ki, bu sxeminin səmərəliliyi generatorun yük rejimindən asılı deyil. Gərginliklər balansı sxemi generatorun stator dolağının 70 %-nin mühafizəsini təmin edir.

SUMMARY

STUDY OF THE PROTECTION OF THE GENERATOR WINDING FROM EARTH FAULT USING THE VOLTAGE BALANCE SCHEME

Huseynov E. N.

***Key words**: synchronous generator, stator winding protection, ratio voltage protection scheme.*

The paper deals with the investigation of the ratio voltage protection method particularities for generators ground faults protection. It has been proved that this scheme can be used for any load mode of generator. It also has been shown that ratio voltage protection scheme covers approximately 70% of stator winding.

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЬНОЙ ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Зверев Л.О., Злобин В.Г.

Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологии и дизайна, Санкт-Петербург, Российская Федерация

zverevleonid28@mail.ru , zlobin_v@list.ru

***Ключевые слова**: эксплуатация, износ, ресурс, ремонт, оборудование, надежность, дизельная генераторная установка, ТС Супротек.*

В процессе эксплуатации промышленного оборудования снижается надежность вследствие изнашивания деталей, коррозии, усталости и старения материала и других процессов, протекающих в технике. В данной статье обсуждается разработка мероприятий по восстановлению ресурса дизельной генераторной установки ДГУ-6 с двигателем Cummins KTA50 мощностью 1227 кВт с применением триботехнических составов.

В процессе эксплуатации промышленного оборудования теряются его первоначальные свойства и снижается его надежность из-за коррозии, изнашивания деталей, старения материалов и других процессов.

Повышение эффективности технического оборудование и снижение затрат на эксплуатационные издержки возможно при периодических ремонтных работах с восстановлением изношенных деталей оборудования и упрочнение деталей различных агрегатов [1].

Износ деталей оборудования связан с изменением геометрической формы и номинальных размеров, и они могут быть восстановлены способами: индивидуальной подгонки; стандартных ремонтных размеров;
восстановления триботехническими составами (ТС) [2].

При попадании триботехнического состава в места трения происходит увеличение коэффициента полезного действия механизма, снижается расход топлива, повышаются показатели мощности двигателей [3].

При проведении испытаний по восстановлению ресурса дизельной генераторной установки ДГУ-6 с двигателем Cummins KTA50 мощностью 1227 кВт с применением триботехнических составов (ТС).

Общая продолжительность испытаний ДГУ-6 в период до и после этапов обработки ТС «СУПРОТЕК» составила более 1450 моточасов.

На основании статистических среднесуточных замеров удельного потребления дизельного топлива до и после обработки ТС «СУПРОТЕК» сделаны следующие выводы:

- характер изменения удельного потребления топлива дизельным двигателем ДГУ-6 после обработки ТС «СУПРОТЕК» показывает тенденцию к уменьшению удельного потребления топлива и снижения отклонения по сравнению с паспортным, количество отрицательных отклонений возросло с 21,4% до 32,2%.
- фактическое снижение удельного потребления топлива, на основании выборочных замеров, находится в пределах от 1,3% (зона нагрузок 380÷400 кВт) до 5,0% (зона нагрузок 450÷480 кВт) [4].

Произведены замеры внутреннего диаметра гильз цилиндров, диаметра шатунных шеек №1R и №2R коленчатого вала в периоды до и после обработки, а также оценено изменение состояния шатунных вкладышей № 1R и № 2R**.**

Данные замеров внутреннего диаметра гильз цилиндров показали, что практически по всем уровням и плоскостям износ гильз цилиндров не наблюдался, после обработки наблюдается относительное восстановление диаметра гильз цилиндров на 0,01÷0,03 мм (с учетом погрешности измерений: восстановление размеров до 20 мкм).

На основании анализа результатов замеров диаметра шатунных шеек был сделан вывод, что по всем плоскостям замеров диаметра шатунных шеек не произошло износного уменьшения диаметра, после обработки наблюдается относительное восстановление диаметра на 0,01-0,02 мм (с учетом погрешности измерений: восстановление до 5÷15 мкм).

При испытаниях практически по всем уровням и плоскостям износ гильз цилиндров не наблюдался, наблюдается относительное восстановление диаметра гильз цилиндров на 0,01÷0,03 мм.

По всем плоскостям замеров диаметра шатунных шеек не произошло износного уменьшения диаметра; в период после обработки наблюдается относительное восстановление диаметра на 0,01-0,02 мм.

Согласно проведенным испытаниям дизельного двигателя Cummins KTA50 были произведены замеры компрессии по всем 16-ти цилиндрам. В графическом виде изменение компрессии по цилиндрам показано на рисунке.

На основании данных изменения средней компрессии по двигателю можно сделать вывод о том, что за период выполнения программы средний уровень компрессии по всем цилиндрам двигателя поднялся на 1,44 кг/см^2.

В целом соотношение параметров стало более соответствовать пропорциональности, но претерпевшей износные изменения в ходе эксплуатации –плато стало ровней, опорная поверхность

увеличилась. Все это обусловило повышение эксплуатационных характеристик двигателя, что способствует увеличению ресурса работы сопряжений после обработки ТС «СУПРОТЕК» [5].

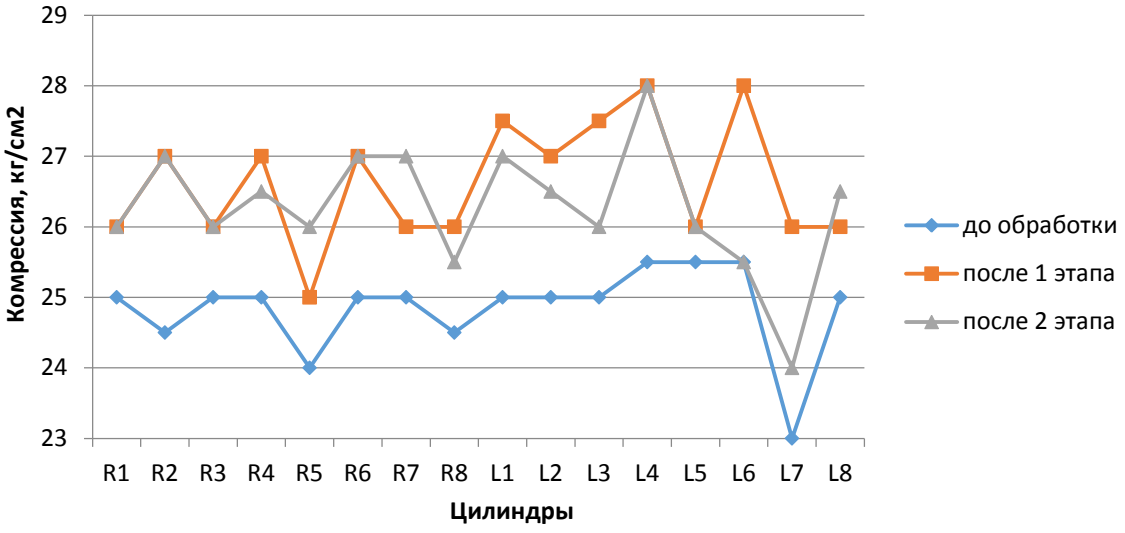


Рисунок. Изменение компрессии по цилиндрам

По результатам испытаний сделаны следующие выводы:

1. Практически по всем уровням и плоскостям износ гильз цилиндров и вкладышей шатунных подшипников не наблюдался, в период после обработки наблюдается относительное восстановление диаметра гильз цилиндров на 0,01÷0,03 мм (с учетом погрешности измерений: восстановление размеров до 20 мкм) и диаметра вкладыша на 0,01-0,02 мм (с учетом погрешности измерений: восстановление до 5÷15 мкм);

2. Произошло повышение среднего уровня компрессии по всем цилиндрам на 1,44 кг/см^2;

3. Произошло изменение цвета рабочей зоны наибольшего нагружения вкладыша с красно-медного на зеленовато-бронзовый, что свидетельствует о создании на данной поверхности наноразмерной пленки, которая отличается по физико-химическим свойствам от исходной поверхности;

4. Произошло уменьшение фактического удельного потребления топлива. Снижение находится в диапазоне от 1,3% (зона нагрузок 380÷400 кВт) до 5,0% (зона нагрузок 450÷480 кВт);

5. Таким образом, применение ТС «СУПРОТЕК» в моторном масле дизельного двигателя Cummins KTA50 увеличивает ресурс оборудования, существенно снизит уровень эксплуатационных затрат по ремонту и обслуживанию установки.

Литература

1. Селютин, Г.Е. Наноразмерные триботехнические материалы / Г.Е. Селютин, А.В. Дунаев // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. 2020. № 5. С. 18-24.

2. Дунаев, А.В. Совершенствование технического обслуживания машин нетрадиционными приёмами / А.В. Дунаев А.В. // Автомобильная промышленность. 2019. № 12. С. 18-23.

3. Буйносов, А.П. Триботехнические составы, их применение для повышения износостойкости пар трения / А.П. Буйносов, И.В. Умылин // Научно-технический вестник Поволжья. 2016. № 2. С. 51-53.

4. Шабанов, А.Ю. Исследование эффективности восстановления технико-экономических показателей изношенного двигателя с помощью триботехнических составов / А.Ю. Шабанов, Галышев, А.А. Сидоров, Д.К. Ивановский //Современное машиностроение. Наука и образование. 2016. № 5. С. 583-596.

5. Злобин В.Г., Зверев Л.О. Повышение эффективности котельных установок на жидком топливе / В.Г. Злобин, Л.О. Зверев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2020. Том 22. № 4. С.24-32.

XÜLASƏ
DİZEL GENERATOR DƏSTİNİN İŞİNİ YAXŞILAŞDIRMAQ
Zverev L.O., Zlobin V.G.

***Açar sözlər**: istismar, aşınma, resurs, təmir, avadanlıq, etibarlılıq, dizel generator dəsti, TS Suprotec.*

Sənaye avadanlıqlarının istismarı zamanı hissələrin aşınması, materialın korroziyaya uğraması, yorulması və köhnəlməsi və texnologiyada baş verən digər proseslər nəticəsində etibarlılıq aşağı düşür. Bu məqalədə triboloji kompozisiyalardan istifadə edərək 1227 kVt gücündə Cummins KTA50 mühərriki ilə DGU-6 dizel generator dəstinin resursunun bərpası üçün tədbirlərin işlənib-hazırlanması müzakirə olunur.

SUMMARY
IMPROVING THE PERFORMANCE OF A DIESEL GENERATOR SET
Zverev L.O., Zlobin V.G.

***Key words**: operation, wear, service life, repair, equipment, reliability, diesel generator set, TS Suprotec.*

During the operation of industrial equipment, reliability decreases due to wear of parts, corrosion, fatigue and aging of the material and other processes occurring in technology. This article discusses the development of measures to restore the resource of a DGU-6 diesel generator set with a Cummins KTA50 engine with a power of 1227 kW using tribological compositions.

PROBABILITY OF SAFE OPERATION AND FAILURE OF THE TRACTION TRANSFORMER

[1]Kutbidinov O.M. , [2]Yusupov D.T.
[1]Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan
[2]Institute of Energy Problems, Tashkent, Uzbekistan
dilmurod85@list.ru, odiljon.qutbidinov@bk.ru

***Keywords**: traction transformers, reliability, fault performance, probability of failure, electric rolling stock*

Traction oil transformers, designed to reduce the AC voltage to the required level, play an important role in providing reliable and uninterruptible power supply to railway transport. During operation, many faults are observed in traction transformers.

In order to determine the reliability of traction transformers in operation in the railway system, data on the breakdown parameters of traction transformers were collected and this data was analyzed using probability theory.

Introduction

Traction transformers are part of the converter of the locomotive. Their main function is to reduce the mains voltage to the voltage U_2 required to power traction motors in current receivers. Voltage U_2 is used to adjust the operating voltage of Uv and the motor to the allowable rectified voltage [1-7].

Traction transformers perform the following functions:

- Reduces the mains voltage to the level of the traction motor and other electrical equipment;
- Controls the output voltage according to the given norms;
- Provides energy to the power system of passenger cars [2-5].

Traction transformers in electric locomotives differ from conventional transformers by a very wide range of output voltage control.

Traction oil transformers, designed to reduce the AC voltage to the required level, play an important role in providing reliable and uninterruptible power supply to railway transport. During operation, many faults are observed in traction transformers.

The flawless operation of transformers is one of the most important and most expensive stages of any power system.

It uses many technologies to determine the technical condition of transformers and to predict possible faults in them [3-9].

It includes the following technologies:

- Inspections of transformer oils (chromatographic, laboratory);
- Thermal Inspections;
- Technical inspections, etc.

There are also other forecasting methods, such as visual analysis, inspections, status monitoring, and statistical control methods of processes.

Predicting the performance of traction transformers is important for early detection and prevention of potential faults.

Material and methods

In order to determine the reliability of traction transformers in operation in the railway system, data on the breakdown parameters of traction transformers were collected and this data was analyzed using probability theory.

Probability theory allows us to determine the probabilities of transformer failures. It is based on transformer failure statistics.

Results and discussion

The probability of fault-free operation of transformers is calculated based on the fact that the transformers are in working condition at the beginning of the calculation of service life.

The probability of failure of transformers in a given time t

$$P(t) = probability\{T \geq t\} \quad (1)$$

Here t- is the probable time of fault operation of transformers (before failure), T is the random run time of the product (shutdown time).

Faulty operation of transformers and their failure are opposite events, which constitute a complete group of events. Therefore, we can write the probability of failure of transformers at time t as follows:

$$q(t) = 1 - P(t) \quad (2)$$

(2) -formula represents the probability of failure of transformers.

(2) can also be written in the following form:

$$q(t) = probability\{T < t\} \quad (3)$$

(3) - expression, taking into account the definitions included in probability theory, we can conclude that:

$$q(t)=F(t) \quad (4)$$

Where F (t) is the time distribution function (integral law) before the breakdown. If the breakdown time is characterized by an indicator density function, then

$$\mathrm{F(t)} = \frac{1}{\sigma}\mathrm{e}^{-\frac{t}{\sigma}} \quad (5)$$

where $\sigma -$ is the mean time and t is the period under study.

The reliability at time t is

$$R(t) = \int_t^{\infty} F(t)dt = \int_t^{\infty} \frac{1}{\sigma} e^{-\frac{t}{\sigma}} dt = e^{-\frac{t}{\sigma}} \quad (6)$$

The average life σ is the arithmetic mean of the lifetimes of all the elements considered, the average time between distortions for the exponential function.

$$R(t) = e^{-\frac{t}{L}} = e^{-\gamma\lambda t} \quad (7)$$

Where γ – is the rate of sudden failure and L is the average time between failures.

Life expectancy and failure rate are interrelated

$$\gamma = 1/\sigma \quad (8)$$

Degree of failure is the rate at which faults occur over a period of time. The rate of monthly violations is expressed as follows:

λ = Number of failures / total operating months (9)

When the exponential distribution is obtained with a constant distortion index, the relationship between the distortion index and the mean time (L) between the distortions is:

$$L = 1/\lambda$$

Table .

Degradation calculation

Years	Annual failure rates	Failure index
ODTsE -5000/25B		
2017	9	0.75
2018	7	0.583
2019	15	1.25
OTsR -5600/25		
2017	8	0.66
2018	7	0.58
2019	9	0.75

Conclusion. Determining the probability of failure of traction transformers allows to prevent possible failures in them.

References

1. Dun S. “Condition Monitoring in the 21st Century”, The Plant Maintenance Resource Centre, [Online], Aug. 2009

2. Dialynas E.N.: “Reliability Analysis of Electric Power Systems”, National Technical University of Athens, Tsotras Publications, Athens, 2014.

3. Yusupov D.T., Kutbidinov O.M., Samadov Sh.A., Abdullaev E.S. Investigation of factors influencing the operational characteristics of traction transformers / D T Yusupov, O M Kutbidinov, Sh A Samadov, and E S Abdullaev // E3S Web of Conferences -2021-. № 274.

4. Yusupov D.T., Kutbidinov O.M., Samadov Sh.A., Abdullaev E.S. Investigation of winding faults of traction transformers / D T Yusupov, O M Kutbidinov, Sh A Samadov, and E S Abdullaev // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science-2021-№ 868

5. Akhmedov, A.P. Innovative public transport stop with autonomous power supply / A. P. Akhmedov, S. B. Khudoyberganov, N. P. Yurkevich // Инновационные технологии в водном, коммунальном хозяйстве и водном транспорте: Материалы республиканской научно-технической конференции, Минск, 20–21 мая 2021 года. – Минск: Белорусский национальный технический университет, 2021. – P. 181-184.

6. Lijun Zh., Dongyang Wang, Lei Guo, Lujia Wang, Junfei Jiang and Wei Liao. FDS analysis for multilayer insulation paper with different aging status in traction transformer of high-speed railway / Lijun Zhou, Dongyang Wang, Lei Guo, Lujia Wang, Junfei Jiang and Wei Liao // IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation -2017- № 5

7. Pankaj Sh., Sood Y.R., Jarial R.K. Experimental Evaluation of Water Content in Transformer Oil / Pankaj Sh., Sood Y.R., Jarial R.K // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 2. 2013. P. 284-291.

8. Overman R., Collard R. “The complimentary roles of reliability-centered maintenance and condition monitoring”, *presented at the 18th InternationalMaintenance Conference, USA*, 2003.

9. Kenna Amos C., “Predictive maintenance triggers healthier profit”, *Automation World periodical*, Nov. 2003.

XÜLASƏ

DARTI TRANSFORMATORUNUN TƏHLÜKƏSİZ İŞLƏMƏYİNİN EHTİMALİ VƏ İMTİNASI

Kutbidinov O.M., Yusupov D.T.

***Açar sözlər**: dartma transformatorları, etibarlılıq, nasazlıq performansı, nasazlıq ehtimalı, elektrik vaqonu*

Dəyişən cərəyanın gərginliyini lazımi səviyyəyə endirmək üçün nəzərdə tutulmuş dartma yağ transformatorları dəmiryol nəqliyyatının etibarlı və fasiləsiz enerji təchizatının təmin edilməsində mühüm rol oynayır. Dartma transformatorlarında istismar zamanı bir çox nasazlıqlar müşahidə olunur.

Dəmiryol sistemində istismarda olan dartma transformatorlarının etibarlılığını müəyyən etmək üçün dartma transformatorlarının nasazlıq parametrləri haqqında məlumatlar toplanmış və bu məlumatlar ehtimal nəzəriyyəsindən istifadə etməklə təhlil edilmişdir.

РЕЗЮМЕ

ВЕРОЯТНОСТЬ БЕЗОПАСНОЙ РАБОТЫ И ОТКАЗ ТЯГОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Кутбидинов О.М., Юсупов Д.Т.

***Ключевые слова:** тяговые трансформаторы, надежность, отказоустойчивость, вероятность отказа, электроподвижной состав.*

Тяговые масляные трансформаторы, предназначенные для снижения напряжения переменного тока до необходимого уровня, играют важную роль в обеспечении надежного и бесперебойного электроснабжения железнодорожного транспорта. В процессе эксплуатации в тяговых трансформаторах наблюдается множество неисправностей.

Для определения надежности тяговых трансформаторов при эксплуатации в системе железных дорог были собраны данные о параметрах пробоя тяговых трансформаторов, и эти данные были проанализированы с использованием теории вероятности.

APPLICATION OF ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES IN CLIMATE CONTROL.

Tursunov D.A.
Fergana Polytechnic Institute, Fergana, Uzbekistan
doniyortakaha@gmail.com

Keywords: *solar, cooling, heating, energy resources, energy-saving, technologies, device.*

Heat resistant curtain using the following materials to control the room climate will be developed. All start cooling with the help of a heating device with the ability to control several curtains at the same time through a remote control, and a semiconductor element in cooling mode. It directs the generated cold flow outside with the help of a fan . As a result, the introduction of energy-saving technologies and the development of a new device in the room temperature cooling and heating system will be achieved.

Introduction

It is known that as the industry and lifestyle of our country is growing, the economy of the Republic is also developing organically. This, of course, will have an impact on the electric power industry. The development of people's lifestyle will certainly lead to an increase in electricity consumption. This leads to an increase in the demand for fuel resources in the production of electricity.

Today, saving the disappearing energy resources is one of the most urgent issues. In order to save resources, first of all, it is necessary to save electricity or introduce energy-efficient technologies. Therefore, the use of innovative technologies in the production of such energy-saving technologies is of great importance. Based on the above, the population is demanding the introduction of new devices that use alternative energy in the heating-cooling system of buildings, which is the most energy-consuming state of life.

Purpose: to introduce energy-saving technologies and develop a new device in the development of the republic's economy.

Analysis of existing methods: Solar panels are selected based on the load of the building, and inverter and accumulator batteries are installed according to this power . The purpose of installing an inverter is to convert a constant voltage into a variable one and to step it up. The operation of the voltage inverter is based on the replacement of a constant voltage source to periodically change the polarity of the voltage at the load terminals. The switching frequency is set by the control signals generated by the control circuit (controller).

Considering that most of our customers are voltage regulation and single-phase consumers, we install single-phase inverters. Instead, there are several different types of single-phase inverters.

1. The first group of more expensive inverters provides a sinusoidal output voltage
2. The second group provides a simplified output voltage that replaces the sinusoidal.
3. The most commonly used signal is in the form of a trapezoidal sine.
4. For many household appliances , the use of alternating voltage with a simplified waveform is not allowed. The sine wave is important for motors/transformers and devices including some telecommunications, instrumentation, laboratory, medical and professional audio equipment. The selection of the inverter is of standard voltage e ng high based on power consumption 220 V / 50 Hz .

Research materials: A curtain made of heat-resistant material, after heating cables are connected to the curtain material, it is fixed to a nickel cylinder above it. The nickel cylinder moves up and down due to its rotation around its axis.

The rotation of the nickel cylinder around its axis is started by a motor built into it.

All this is done by remote control, and it is possible to control several blinds at the same time using one remote control .

Device cooling-heating procedure: After the device is supplied with electricity using the solar panel, a signal is sent to the control panel of the device through the block pin. This control panel then sends a signal to the heating or cooling element as appropriate based on the signal from the remote control. All these signals are disconnected using relays built into the control panel.

In the cooling mode, the signal is converted into a direct current and arrives at the semiconductor element and starts cooling. It directs the generated cold flow outside with the help of a fan.

In the heating mode, it is carried out by simultaneously sending a signal to the heating cables branched along the curtain and to the heating nagrevetel.

Results obtained:

1 . Peltier temperature measurement using a thermal imager

Figures 2 a and b. Measuring the temperature of the heating tape using a thermal imaging device

Literature.

1.China Patent 102538312, published 07.04.2012.
https://patentimages.storage.googleapis.com/0f/e6/d3/cc5186b0f09a56/CN102538312A
2.Chinese Patent No. 201233068, published 06.05.2009.
https://patentimages.storage.googleapis.com/2a/ee/af/485ba5df5d8b7f/CN201233068Y
3.Korean Patent No. 20180039299, published on 04/18/2018.
https://patentimages.storage.googleapis.com/47/e3/a2/eea48d133a8421/KR20180039299A
4. Notification letter of the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan from FAP 20220381 issued for the utility model.

XÜLASƏ
İQLİMƏ NƏZARƏTDƏ ENERJİYƏ QƏNAƏT TEXNOLOGIYALARININ TƏTBİQİ

Tursunov D.A.

***Açar sözlər**: günəş, soyutma, isitmə, enerji, enerjiyə qənaət, texnologiya, cihaz.*

Otaq iqliminə nəzarət etmək üçün aşağıdakı materiallardan istifadə edərək istiliyədavamlı pərdə hazırlanacaqdır. Hamısı uzaqdan idarəetmə vasitəsi ilə eyni vaxtda bir neçə pərdəni idarə etmək imkanı olan istilik cihazının və soyutma rejimində yarımkeçirici elementin köməyi ilə soyumağa başlayır. Yaranan soyuq axını ventilyatorun köməyi ilə çölə yönəldir. Nəticədə enerjiyə qənaət edən texnologiyaların tətbiqinə və otaq temperaturunda soyutma və istilik sistemində yeni qurğunun hazırlanmasına nail olunacaq.

РЕЗЮМЕ
ПРИМЕНЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ В КЛИМАТ-КОНТРОЛЕ
Турсунов Д.А.

Ключевые слова: *солнечные, охлаждения, нагрев, энергоресурсы, энергосберегающий, технологии, устройство*.

Рассматриваются разработанные термостойкие шторы с использованием следующих материалов для контроля микроклимата в помещении. Запускают охлаждение с помощью нагревательного устройства с возможностью управления несколькими завесами одновременно через пульт дистанционного управления и полупроводниковый элемент в режиме охлаждения. С помощью вентилятора он направляет образующийся холодный поток наружу. В результате достигается внедрение энергосберегающих технологий и разработка нового устройства в системе охлаждения и обогрева помещений.

ОСНОВНЫЕ ВЛИЯЮЩИЕ ФАКТОРЫ НА ОХЛАЖДАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

[1]Юсупов Д.Т., [2]Мухаммаджонов М.Ш.
[1]Институт проблем энергетики Академии наук Узбекистана.,Ташкент, Узбекистан,
[2]Ферганский политехнический институт, г. Фергана, Узбекистан,
mrmuhammadyusuf0013@gmail.com, dilmurod85@list.ru

Ключевые слова: *тепловой процесс, охлаждение, трансформатор, нагрузка, внешняя среда, температура, изоляция.*

В статье рассмотрен один из основных факторов, влияющих на процессы охлаждения силового масляного трансформатора, влияние нагрузки и внешней температуры, а также определено, что повышение температуры зависит от относительной скорости износа изоляции трансформатора. Представлены рекомендации по мерам по снижению тепловыделения в трансформаторах.

Мировую энергетическую систему невозможно представить без трансформаторов. Потому что трансформаторы выступают в роли основного моста между генераторами электроэнергии и их потребителями. Как известно, трансформатор представляет собой статическое устройство, повышающее или понижающее значение напряжения без изменения мощности и частоты. Этот процесс создает в них тепло. В настоящее время эксплуатируются силовые трансформаторы масляного и сухого типов. Масляные силовые трансформаторы являются наиболее распространенными и используются уже много лет [1]. Методы М, Д, ДС широко применяются при охлаждении масляных силовых трансформаторов [2], основываясь на статистических данных, можно сказать, что масляные силовые трансформаторы с системой охлаждения М с естественной циркуляцией составляют 50-60% всех трансформаторов [2]. В настоящее время в период глобального потепления отсутствует естественная циркуляция для охлаждения трансформаторов.

Согласно нормативных документов срок службы силовых трансформаторов составляет 25 лет, а различные внешние и эксплуатационные факторы вызывают их преждевременный выход из строя. К числу основных факторов, влияющих на процесс охлаждения силовых трансформаторов, относятся температура воздуха, которую считают внешним фактором, и увеличение нагрузки, являющееся внутренним фактором.

На рис.1 ниже показана существенная зависимость относительной скорости износа изоляции от температуры горячей точки.

Исследования проводились в трансформаторах с естественной системой охлаждения. Считается, что их надежная работа во многом зависит от их тепловых процессов, а охлаждение зависит только от естественной циркуляции масла и температуры внешней среды. Если температура масла не падает за счет передачи тепла на поверхность, возникающий температурный баланс приведет к замедлению движения масла. Согласно требованиям ГОСТ, на трансформаторы с естественной системой охлаждения не требуется установка устройства принудительной циркуляции воздуха, но глобальное потепление требует установки дополнительного устройства охлаждения на трансформаторы с естественной системой охлаждения.

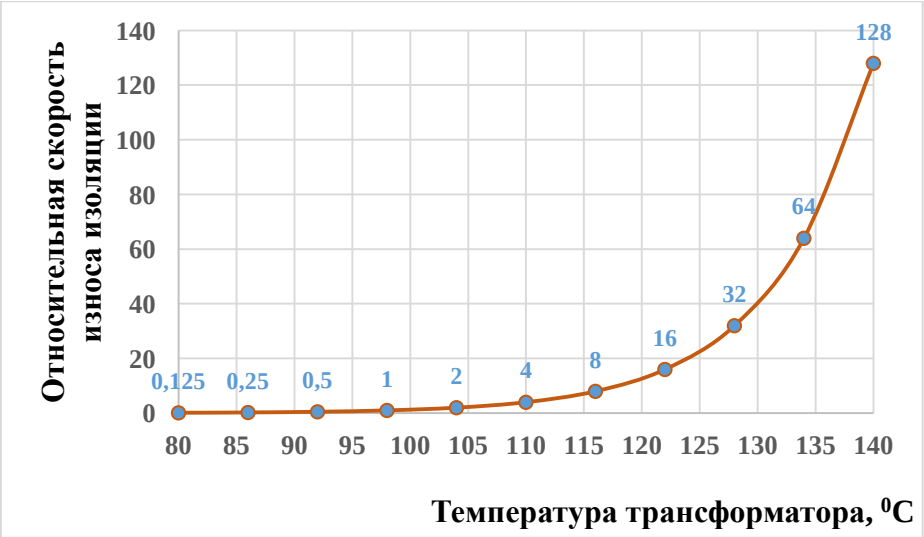


Рис.1. Диаграмма, связывающая относительную скорость износа изоляции с температурой самой горячей точки.

Условно можно описать выделение тепла в силовых масляных трансформаторах следующим образом:

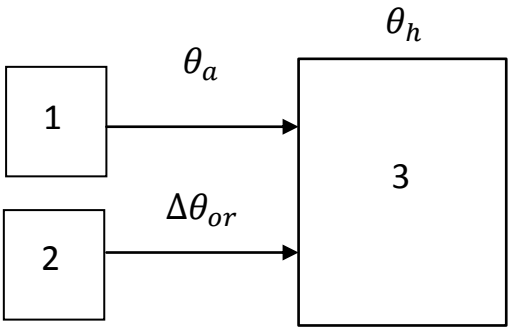


Рис.2. Основные факторы, влияющие на тепловыделение в трансформаторе:
1-й фактор (температура внешней среды); 2-й фактор (нагрузка); 3 – силовой масляный трансформатор.

Для определения температуры силового трансформатора справедливо следующая формула:

$$\theta_h = \theta_a + \Delta\theta_{or} \quad (1)$$

здесь,
θ_h- значение температуры, создаваемой в трансформаторе;
θ_a- температура внешней среды;
$\Delta\theta_{or}$- температура, вызванная перегрузкой.

Приведенная выше формула (1) была разбита на два влияющих фактора, выражающих тепловыделение в силовых трансформаторах.

По результатам проведенных исследований, это связано с тем, что масляные силовые трансформаторы работают в системе естественного охлаждения в условиях эксплуатации, основные факторы, влияющие на процесс охлаждения, вызывают нагрев трансформаторов, а за счет применения дополнительного охлаждающего устройства , температура может быть снижена, в результате может быть достигнута скорость износа изоляции.

Литература

1. Бондаренко В.Е., Аулова Н.В. Анализ традиционной системы оценки состояния трансформаторных масел в баках трансформаторов и автотрансформаторов напряжением 330 кВ. Вестник «ХПИ». - 2010 г. -№45. -С.38-47.

2. Юсупов Д.Т., Мухаммаджонов М.Ш. Исследование тепловых процессов масляных силовых трансформаторов // НТЖ ФерПИ, 2022, Спец.выпуск №5, С.25-30.

XÜLASƏ
YAĞ TRANSFORMATORLARININ SOYUTMA PROSESİNƏ ƏSAS TƏSİR EDƏCƏK AMİLLƏR
Yusupov D.T., Muxammadconov M.Ş.

Açar sözlər. *istilik prosesi, soyutma, transformator, yük, xarici mühit, temperatur, izolyasiya.*
Bu məqalədə güc yağ transformatorunun soyutma proseslərinə təsir edən əsas amillərdən biri, yükün və xarici temperaturun təsiri nəzərdən keçirilmiş və temperaturun artmasının transformator izolyasiyasının nisbi aşınma sürətindən asılı olduğu müəyyən edilmişdir. Transformatorlarda yaranan istiliyin azaldılması tədbirləri ilə bağlı tövsiyələr verilir.

SUMMARY
MAIN INFLUENCING FACTORS ON THE COOLING PROCESSES OF OIL TRANSFORMERS
Yusupov D.T., Muhammadjonov M.Sh.

Keywords: *heat process, cooling, transformer, load, external environment, temperature, insulation.*
In this article, one of the main factors affecting the cooling processes of a power oil transformer, the effects of load and external temperature were considered, and it was determined that the increase in temperature depends on the relative wear rate of the transformer insulation. Recommendations on measures to reduce heat generated in transformers are given.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО УГЛА ОТКЛОНЕНИЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИНТОВОЙ ТУРБИНЫ АРХИМЕДА

Юсупова Ф.Т.
Ферганский политехнический институт, г.Фергана. Узбекистан
feruzaxon.yusupova.ferpi@gmail.com

Ключевые слова: *турбина, винт, лопатка, моделлирование, угол отклонения, число оборотов, ток, напряжение.*

В статье для микроГЭС выбрана архимедова винтовая турбина и разработан лабораторный образец. Для получения электроэнергии с помощью архимедовой винтовой турбины в воду, протекающую с расходом 0,045 м^3/с, была установлена турбина, а угол отклонения турбины был изменен со 10º до 55º. Установлено, что наивысший показатель КПД достигается при допустимом угле отклонения турбины, равном 45^0. Построены графики зависимости угла поворота турбины, числа оборотов.

Введение. Использование возобновляемых источников энергии вместо традиционных источников энергии во всем мире и ее дальнейшее развитие стало одним из наиболее перспективных направлений энергетики.

От общего объема электроэнергии, производимой в республике Узбекистан, 15% приходится на гидроэлектростанции, остальные 85% вырабатываются на тепловых электростанциях. Сегодня в Узбекистане действуют 45 электростанций общей мощностью 12400 МВт. 32 из них являются гидроэлектростанциями, общая мощность которых составляет 1900 МВт [1]. При развитии электроэнергетики основное внимание уделяется гидроэнергетике, которая считается возобновляемыми источниками энергии. Поэтому эффективное использование существующих гидроэнергетических потенциалов, их совершенствование, создание и внедрение автоматизированных систем стали отличной задачей. Для использования каналов в системах рек, орошения, протекающих по регионам, все более ускоряется совершенствование микрогидроэлектростанций, работающих при низком давлении, и создание их новых типов.

Теоретическая часть. Основа микроГЭС состоит из гидротурбины. Гидротурбина винтового типа, называемая винтовой турбиной Архимеда, предназначена для малых электростанций. Эта винтовая гидротурбина является экологически чистой и не наносит вреда окружающей среде. Турбина Архимеда состоит из винтовых лопаток, закрепленных на цилиндрическом валу [2]. Кроме того, турбина используется на малой высоте до 10 метров [3,4,5]. Поэтому целесообразно использовать архимедову винтовую турбину для рек, каналов и каналов, расположенных на территории Узбекистана.

В первые в 1999 году K. Brada Архимед использовал винт в качестве турбины [6]. Muller и Senior [2] упростили теорию архимедовых турбин и пришли к выводу, что они преобразуют потенциальную энергию воды в производимую мощносность.

Muller [2] определил, что чем больше угол отклонения турбины α, тем больше выходная мощность. Однако Lyons [7] указал, что угол поворота турбины α не влияет на КПД. Анализируя результаты проведенных исследований (экспериментальных и модельных), было установлено, что оптимальный угловой показатель определялся при различных значениях [8].

Структура турбины спиральная, с острием, направленным вниз, и при вращении она поднимает воду вверх, или, когда вода течет вниз, вращается сам винт. Длина Архимедовой винтовой турбины, количество лопастей, угол отклонения при установке и размер лопастей влияют на вырабатываемую мощность.

Экспериментальные результаты и их обсуждение.

Для исследования был выбран небольшой поток рек низкого давления и определен расход воды. Винтовая турбина Архимеда была установлена под углом от 10^0 до 55^0 в проточной воде с расходом 0,0003 м^3/с.

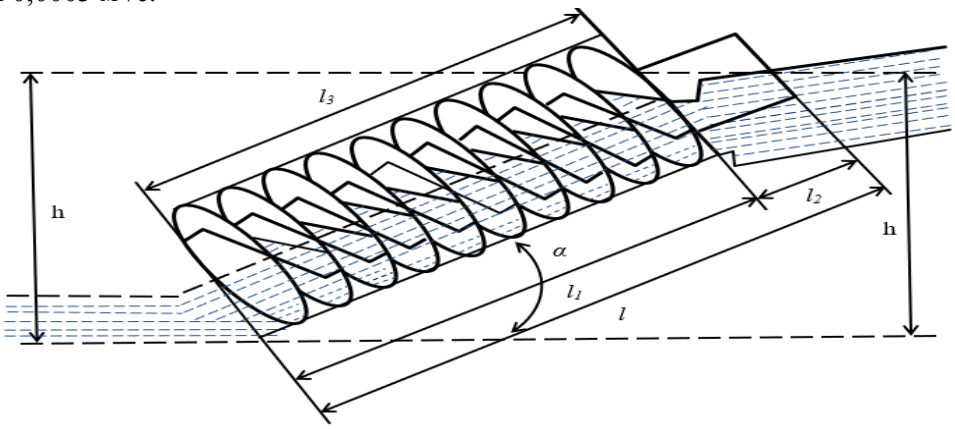


Рис 1. Конструкция винтовой турбины Архимеда

В процессе установки турбины в воду учитывается угол отклонения α, и он определяется с помощью тригонометрической функции:

$$sin\alpha = \frac{h}{L} \quad (1)$$

Здесь: h −высота (м), L −длина погруженной в воду части турбины (м).

Из формулы (1) находится длина погруженной части турбины

$$l_1 = \frac{h}{sin\alpha} \quad (2)$$

Мощность можно рассчитать по следующей формуле:

$$P = \rho g Q h \quad (3)$$

Здесь: P −мощность (Вт), ρ −плотность воды (1000 кг/м^3), g − скорость свободного падения ($9{,}81^{\text{м}}/_{\text{с}^2}$), Q −-расход воды (м^3/с), h − высота турбины (м).

Лабораторный образец разработанной винтовой турбины Архимеда показан на рисе 2.

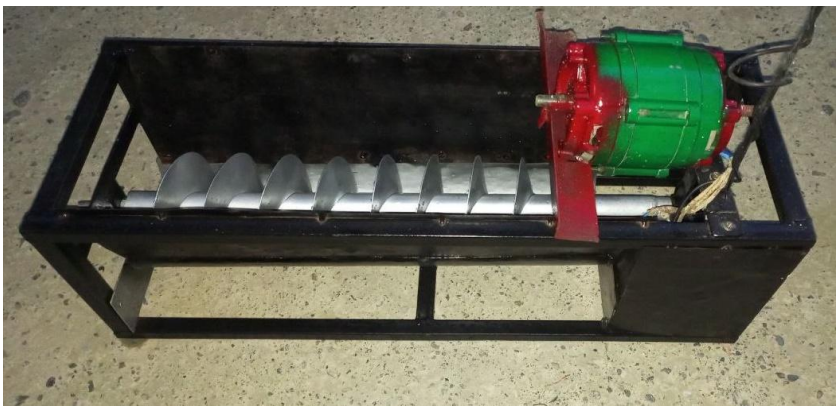


Рис 2. Лабораторный образец винтовой турбины Архимеда

На турбине установлены редуктор и генератор, они соединены между собой. Когда турбина вращается, она через редуктор приводит в действие генератор, в результате чего вырабатывает электроэнергию.

Важно найти скорость оборотов в результате задания угла отклонения турбины от 10º до 55º. Для определения скорости вращения использовался измерительный тахометр. Результаты проведенного научного исследования представлены на рис 3.

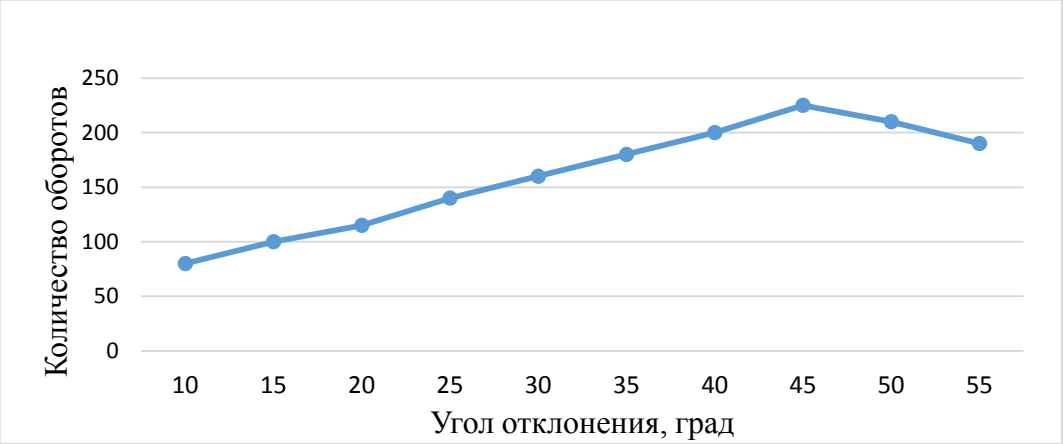


Рис 3. График зависимости числа оборотов от угла отклонения.

Как видно из рисунка 3, когда угол при установке турбины в воду принимался от 10º до 55º, наиболее оптимальный угол был равен 45º, и наблюдалось достижение высокого КПД при выработке электроэнергии.

Выводы. Разработан лабораторный макет Архимедовой винтовой турбины и определен оптимальный угол отклонения турбины для получения от нее электроэнергии. В ходе исследований было замечено, что геометрические параметры, такие как скорость вращения турбины, расход воды, угол отклонения, влияют на вырабатываемый ток, напряжение и мощность. Чем больше угол отклонения турбины, тем больше воды проходит через турбину, в результате турбина не вращается. Чем меньше угол отклонения, тем длиннее должна быть турбина, в результате возрастет стоимость. По результатам исследований оптимальный угол был принят равным 45º.

Литература

1. Гидроэнергетический потенциал Узбекистана [Электронный ресурс].https://sputniknews-uz.com/20170517/Ozbekiston-gidroenergetika-salohiyati-5425943.html

2. Muller Gand, Senior J. Simplitied theory of Archimedean screws. J.Hydraul Res.2009:4/(5): 666-669.

3. Gogoi P, Handique M, Purkayastha S and Newar K 2018 Potential of Archimedes Screw Turbine in Rural India Electrification: A Review ADBU J. Electr. Electron. Eng. 2 30–5.

4. Dellinger G, Garambois P A, Dellinger N, Dufresne M, Terfous A, Vazquez J and Ghenaim A 2018. Computational fluid dynamics modeling for the design of Archimedes Screw Generator Renew. Energy 118 847–57.

5. Setiawan Y., Wijianti E.S., Wibowo B.S., Saparin S. and Prayitnoadi P.. Experimental investigation of Archimedes Screw Hydro Turbine rotation with and without deflector. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 926 (2021) 012013.

6. Brada K. Wasserkraftschnecke ermoglicht stromerzeugung uber kleinkraftwerke. MM. Maschinenmarkt 1999; 105(14):52-56.

7. Lyons M. Lab testing and modeling of Archimedes screw turbines. 2015.

8. Saroinsong T., Soenoko R., Wahyudi S. and Sasongko M.N. Fluid flow phenomenon in a three-bladed power-generating Archimedes screw turbine. *J. Eng. Sci. Technol. Rev.*

XÜLASƏ
ARXİMED VİNTLİ TURBİNİNDƏN İSTİFADƏ EDƏRƏK ELEKTRİK ENERJİSİNİN ALINMASI ÜÇÜN OPTİMAL ƏYİLMƏ BUCAĞININ TƏYİNİ
Yusupova F.T.

Açar sözlər: *turbin, pər, qanad, modelləşdirmə, əyilmə bucağı, sürət, cərəyan, gərginlik*

Məqalədə mikro su elektrik stansiyası üçün Arximed vintli turbin seçilmiş və laboratoriya nümunəsi hazırlanmışdır. Arximed vintli turbinindən istifadə edərək elektrik enerjisi istehsal etmək üçün 0,045 m3/s axın sürətində axan suya bir turbin quraşdırılmış və turbinin əyilmə bucağı 10º -dən 55º-yə dəyişdirilmişdir. Məlum olmuşdur ki, ən yüksək səmərəlilik göstəricisi bir tənzimləmə ilə əldə edilir. İcazə verilən turbinin əyilmə bucağı 45º-dir, turbinin fırlanma bucağından, dövrlərin sayından asılılığın qrafikləri qurulur.

SUMMARY
DETERMINATION OF THE OPTIMUM DEFLECTION ANGLE FOR PRODUCING ELECTRIC ENERGY USING ARCHIMEDES SCREW TURBINE
Yusupova F.T.

Keywords*: turbine, propeller, blade, modeling, deflection angle, speed, current, voltage.*

In the article, an Archimedean screw turbine was chosen for a micro hydroelectric power station and a laboratory sample was developed. To generate electricity using an Archimedean screw turbine, a turbine was installed into water flowing at a flow rate of 0.045 m^3/s, and the turbine deflection angle was changed from 10º to 55º. It was found that the highest efficiency indicator is achieved with an allowable turbine deflection angle of 45º. Graphs of the dependence of the angle of rotation of the turbine, the number of revolutions are constructed.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Прокоп Г.С., Хисматуллин А.С., Исмоилов Х.И.
Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университет»
г. Салават, Российская Федерация
pgs2001@mail.ru

Ключевые слова: *качество электроэнергии, компенсация реактивной мощности, компьютерное моделирование, автоматизированная система управления, тариф.*

В настоящее время рассматриваются законопроекты о снижении тарифной платы за электричество физическим лицам, правильно использующими электрическую энергию, а также за компенсацию реактивной мощности в электросети. Устройства компенсации и автоматики, регулирующие данный процесс обязательно должны ее контролировать в установленных пределах. С хорошим соотношением реактивной мощности к активной можно увеличить срок службы электрооборудования крупных предприятий, уменьшить расходы электроэнергии и уменьшить потери при передаче. В статье поднимается вопрос об устройствах автоматизации процесса выработки/потребления реактивной мощности частыми лицами.

Для проведения исследований применялась математическая модель автоматического управления системы компенсации реактивной мощности (СКРМ), разработанная на основе алгоритмов, описанных в источнике [1].

Целью исследования являлся анализ функционирования системы автоматического управления в различных эксплуатационных режимах работы, а так же оценка влияния разработанных алгоритмов на уровень потерь и качество электроэнергии в СКРМ. Анализ функционирования системы управления проводился в пяти режимах:

1. управление по заданному значению реактивной мощности для оценки влияния на уровень потерь и качество электроэнергии в СКРМ;
2. управление по заданному значению напряжения на шинах при изменении уставки и U_0 = const, k = const (функциональный блок «Korrector» не используется);
3. управление по заданному значению напряжения на шинах при изменении уставки и U_0 = var, k = const (функциональный блок «Korrector» не используется);
4. управление по заданному значению напряжения на шинах при изменении уставки и U_0 = const, k = var (с использованием функционального блока «Korrector»);
5. управление по заданному значению напряжения на шинах при изменении уставки и U_0 = var, k = var (с использованием функционального блока «Korrector»).

При проведении экспериментов анализировались время переходного процесса, точность реализации уставки, состав и порядок использования ресурсов СКРМ в процессе управления, а так же уровень потерь электроэнергии в СКРМ и суммарная величина общего гармонического искажения токов СКРМ.

Разработанные алгоритмы представляются набором функциональных блоков, связанных между собой [2]. Укрупненная блок-схема разработанных алгоритмов представлена на рисунке 1.

В структуре блок-схемы можно выделить три основных функциональных блока: «Regulator», «Raschet» и «Korrector», которые реализуют разработанный способ автоматического управления по обобщенному сигналу управления, методику определения управляющих воздействий и методику определения параметров коррекции автоматического управления.

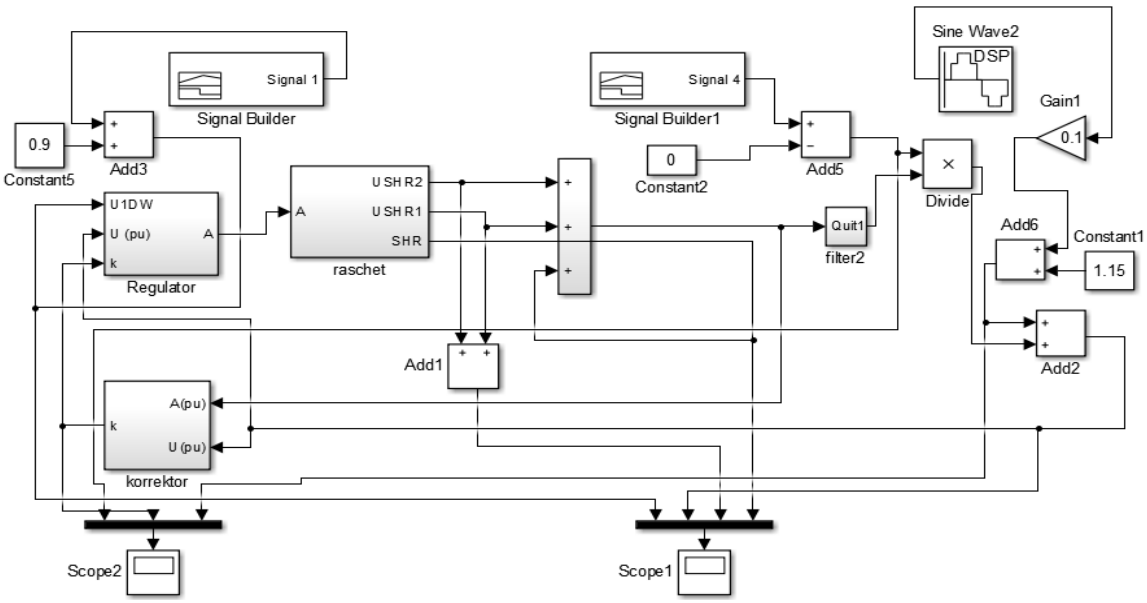


Рисунок 1 – Укрупненная блок-схема алгоритма автоматического управления системы компенсации реактивной мощности

Кроме них на рисунке 1 показаны следующие элементы:

1 элемент «Signal Builder 1» – блок формирования сигналов заданного вида, используется в модели для задания графика уставок по напряжению для системы автоматического управления;

2 элемент «Signal Builder» – для формирования переменного значения параметра k;

3 элемент «Sine Wave 2» – блок формирования сигнала в форме синусоиды, используется в программе для задания изменяющегося во времени значения U_0;

4 элемент «Scope 1» и «Scope 2» – блоки формирующие графики переходных процессов.

Особенностью разработанной программной реализации алгоритма расчета управляющих воздействий является ее универсальность. В частности, в программе не лимитируется количество коммутируемых и управляемых СКРМ. Установленные мощности СКРМ задаются в виде одномерных массивов данных, объявляемых динамически. Если происходит отключение или перевод в ручной режим управления того или иного СКРМ при этом для корректного функционирования функционального блока не требуется перепрограммирование. Достаточно в массиве данных элемент соответствующий установленной мощности этого СКРМ приравнять нулю. Далее в расчетах этот СКРМ уже не участвует и управляющие воздействия для него не рассчитываются.

При вводе в работу вновь устанавливаемых СКРМ любых типов, так же не требуется перепрограммирования функционального блока. Т.к. массивы данных, описывающих количество и установленную мощность СКРМ, являются динамически объявляемыми, то при установке новых СКРМ в массивы данных достаточно внести новые значения установленных мощностей и они начнут участвовать в автоматическом управлении [3].

Для наглядной иллюстрации работы системы в режиме управления по заданной величине реактивной мощности был принят следующий состав СКРМ:

1 пять управляемых шунтирующих реакторв (УШР) по 10 МВА каждый: M = [10, 10, 10, 10, 10];

2 пять шунтирующих реакторов (ШР) по 10 МВА каждый: Q = [10, 10, 10, 10, 10].

График работы системы в режиме управления по заданной величине реактивной мощности приведен на рисунке 2.

На графике показаны заданная величина реактивной мощности, которая должна быть компенсирована на подстанции – А, суммарная величина загрузки УШР – М, суммарная величина загрузки ШР – Q.

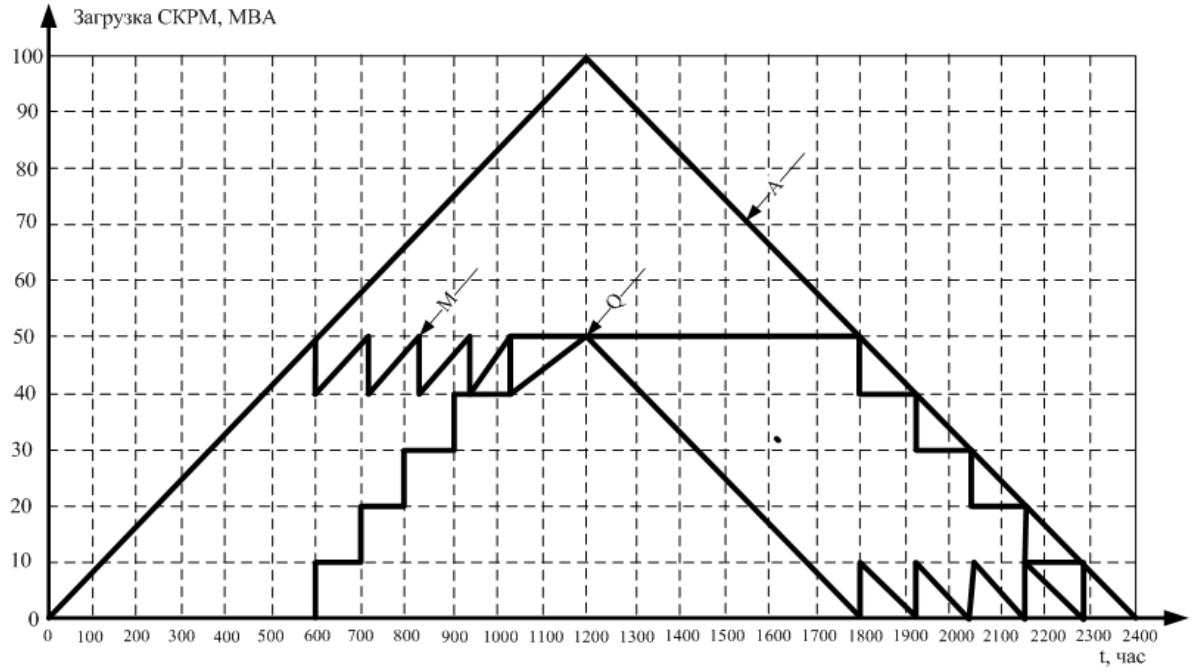


Рисунок 2 – График работы системы в режиме управления по заданной величине реактивной мощности

Итогом данной работы будут являться следующие выводы:

1 разработан и программно реализован алгоритм управления СКРМ с использованием суммарной величины реактивной мощности в качестве обобщенного сигнала управления, позволяющий управлять комплексом СКРМ, установленным на подстанции, как единым объектом;

2 разработан и программно реализован алгоритм расчета управляющих воздействий для каждого СКРМ по обобщенному сигналу управления, обеспечивающий снижение потерь и повышение качества электроэнергии в СКРМ;

3 разработан и программно реализован алгоритм коррекции настроечных параметров по данным текущих измерений в реальном режиме времени, позволяющий сделать подстанционную систему регулирования напряжения адаптивной к изменениям режима работы электрически близких электросетевых объектов.

Разработанные алгоритмы формируют основу для создания технологического программного обеспечения при их практическом использовании в автоматической СКРМ.

Литература

1. Хисматуллин А.С., Прахов И.В., Григорьев Е.С., Шафеев Р.Р. Применение нечеткой логики для компенсации реактивной мощности в электрической сети. Международный технико-экономический журнал. 2018. № 4. с. 13-19

2. Хисматуллин А.С., Кузнецов А.С., Ковальчук Г.Н.Технологии компенсации реактивной мощности. В сборнике: Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2022. Передовые технологии и современные тенденции. Материалы Международной научно-методической конференции. 2022. С. 279-281.

3. Прокоп Г.С., Исмоилов Х.И., Хисматуллин А.С. Проблема электромагнитной совместимости в современных счетчиках электрической энергии. Наука и бизнес: пути развития. 2021. № 11 (125). с. 61-63.

XÜLASƏ
REAKTİV GÜCÜN KOMPENSASİYASININ AVTOMATİK İDARƏ SİSTEMİ
Prokop G.S., Xismatullin A.S., İsmayılov X.İ.

***Açar sözlər**: enerji keyfiyyəti, reaktiv gücün kompensasiyası, kompüter simulyasiyası, avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemi, tarif.*

Hazırda elektrik enerjisindən düzgün istifadə edən fiziki şəxslərə elektrik enerjisinə görə tarif ödənişinin azaldılması, eləcə də elektrik şəbəkəsində reaktiv gücün kompensasiyası ilə bağlı qanun layihələri nəzərdən keçirilir. Bu prosesi tənzimləyən kompensasiya və avtomatlaşdırma cihazları mütləq müəyyən edilmiş həddə nəzarət etməlidir. Reaktiv gücün aktiv gücə yaxşı nisbəti ilə böyük müəssisələrin elektrik avadanlıqlarının xidmət müddətini artırmaq, elektrik enerjisi xərclərini azaltmaq və ötürülmə itkilərini azaltmaq mümkündür. Məqalədə fərdi şəxslər tərəfindən reaktiv gücün yaradılması / istehlakı prosesinin avtomatlaşdırılması üçün qurğular məsələsi qaldırılır.

SUMMARY
AUTOMATIC REACTIVE POWER COMPENSATION CONTROL SYSTEM
Prokop G.S., Khismatullin A.S., Ismoilov Kh.I.

***Keywords:** power quality, reactive power compensation, computer simulation, automated control system, tariff.*

Currently, bills are being considered to reduce the tariff payment for electricity to individuals who correctly use electrical energy, as well as to compensate for reactive power in the power grid. Compensation and automation devices that regulate this process must necessarily control it within the established limits. With a good ratio of reactive power to active power, it is possible to increase the service life of electrical equipment of large enterprises, reduce electricity costs and reduce transmission losses. The article raises the issue of devices for automating the process of generating / consuming reactive power by private individuals.

BÖHRANDAN YÜKSƏK TƏZYİQLƏRDƏ ÜFÜQİ BORULARIN TEMPERATUR REJİMİ VƏ İSTİLİKVERMƏSİ

Abdullayeva S.C., Qəhrəmanova A.Q.
Sumqayit Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
abdullayeva.64@mail.ru , a_gahramanova@mail.ru

***Açar sözlər**: təzyiq, temperatur,istilikvermə,kütlə sürəti,böhran təzyiqi.*

Böhran təzyiqindən yüksək təzyiqlərdə üzvi istilik daşıyıcıları məcburi hərəkətin turbulent rejimində üfiqi borulara hərəkət edərkən $t_s^d \geq t_m$ şəraitində istilikvermə prosesi boyuncan qeyri monoton paylanması və həmin oblasda istilikvermə əmsalı ilə istilik seli sıxlığı arasındakı əlaqənin üstlü funksiya şəkilində verilməsi mümkünlüyü qeyd edilmişdir.

Böhrandan yüksək təzyiqlərdə konvektiv istilikvermə prosesinə dair indiyədək yerinə yetirilmiş elmi-tədqiqat işlərinin nəticələrinin analizi göstərir ki, istilikdaşıyicilardan baxılan şəraitdə istifadə edilməsi yüksək effektli istilik mübadilə aparat və qurğuların yaradılmasına imkan yaradır. Nəticə etibarı ilə belə bir fikrin formalaşması böhranətrafı və böhrandan yüksək təzyiqlərdə müxtəlif istilikdaşıyıcıların istilikverməsini və həmçinin mühit hərəkət edən kanalın soyudulan səthinin temperatur rejiminin mükəmməl öyrəniləcək mühəndis praktikasında istifadə edilə biləcək dəqiqliklə hesabat tənlikləri və tövsiyələrin işlənib hazırlanmasını tələb edir. Bu baxımdan ilk öncə böhrandan yüksək təzyiqlər şəraitində maye kanalda hərəkət edərkən konvektiv istilik mübadiləsi prosesinin təcrübi öyrənilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Beləliklə, hazırki iş böhrandan yüksək təzyiqlərdə karbohidrogenlərin nümayəndəsi olan n-heptan (P_{kr} =2,736 Mpa, t_{kr} =267,01 ^{0}C) məcburi hərəkətin turbulent rejimində üfiqi borularda hərəkət edərkən konvektiv istilikvermə prosesinin və həmin boruların temperatur rejiminin tədqiqinə həsr edilmişdir.

Tədqiqatlar rejim parametrlərinin

$P=(1{,}05 \ldots 3{,}0)\, P_{kr}$; $T_s=(0{,}55 \ldots 2{,}20)\, T_{kr}$;

$T_m=(0{,}55 \ldots 1{,}1)\, T_{kr}$; $R_e=(400 \ldots 100)*10^3$; $G_r=10^4 \ldots 1{,}5*10^6$;

$q=(0{,}12 \ldots 12{,}00)*10^6 \dfrac{vt}{m^2}$ və $\rho\omega=(150 \ldots 4500)\dfrac{kq}{m^2 s}$

dəyişmə intervallarında məcburi dövran konturlu təcrübə qurğusunda aparılmışdır. Tədqiqat qurğusu, tədqiqatların aparılma üsulu haqqında ətraflı məlumat ədəbiyyatda [1] verildiyindən burada biz tədqiqat borusunun 0X18H10T və 12X18H10T markalı paslanmayan poladdan hazırlandığını, daxili diametrinin d_d

=2-5 mm, qalınlığının δ =0,46 ... 0,50 mm, uzunluğunun isə l=500 mm-ə qədər olduğunu və eyni zamanda istilikvermə əmsalı təyin edilərkən mümkün olan maksimal nisbi xətanın 19%, orta kvadratik xətanın isə 14% təşkil etdiyini qeyd etməklə kifayətlənəcəyik.

Tədqiqat obyekti kimi karbohidrogenlərdən istifadə edilməsinin səbəbləri barədə əvvəllər bir neçə dəfə məlumatlar verilmişdir [2-4].

Yuxarıda göstərilən qurğuda qərarlaşmış istilik rejimində təcrübələr aparılmış, alınmış nəticələr ümumi qəbul olunmuş üsulla işlənəcək maye hərəkət edən kanalın temperatur rejimi və konvektiv istilik mübadiləsi prosesini səciyyələndirən qrafiki asılılıqlar qurulmuşdur. Bu asılılıqlardan bəziləri üzərində dayanaq. İstilik mübadilə aparat və qurğularının hesabatı və layihələndirilməsində konstruktor üçün maye hərəkət edən kanalın temperatur rejiminin məlum olmasının vacibliyini nəzərə alaraq ilk öncə boru divarının istilikverən səthinin temperaturunun borunun uzunluğu boyunca dəyişməsi qrafiki asılılığı nəzərdən keçirilıcı müəyyən edilmişdir ki, boru divarının soyudulan səthinin temperaturu tədqiq edilən mühitin psevdokritik temperaturuna (izobar istilik tutumunun maksimal qiymətinə uyğun gələn temperatur) çatana qədər istilik seli sıxlığının istənilən qiymətində səthin temperaturu maye hərəkət edən kanalın uzunluğu boyunca adi konvektiv istilik mübadiləsi prosesində olan kimi monoton paylanır. Maye hərəkət edən kanalın divarının istilik verən səthinin temperaturunun tədqiq edilən mühitin psevdokritik temperaturuna çatması ilə istilikvermə prosesinin əlavə səsli effektlərlə müşaiyyət edilməsi göstərilən qanunauyğunluğun pozulması ilə nəticələnir. Bununla da kanalın təxminən orta hissəsində maksimum temperatur formalaşır və istilik seli sıxlığının artırılması ilə həmin maksimum temperatur kəskin dəyişilmə xarakterinə malik olur. İstilik seli sıxlığının çox yüksək qiymətlərində boru divarının soyudulan səthinin temperaturunun borunun uzunluğu boyunca azalması müşahidə edilir. Odur ki, araşdırmalar aparılarkən bir qayda olaraq $t_s^d = f(x)$ yaxud $t_s^d = f\left(\frac{x}{d}\right)$ qrafiki asılılıqlarında müşahidə edılən maksimal temperaturlar diqqəti daha çox cəlb etmiş və boru divarının soyudulan səthinin ən maksimal temperaturunun qiymətinin istilikvermənin normal rejiminə uyğun gələn qiymətindən xeyli aşağı olduğu təcrübı dəlillərlə sübuta yetirilmişdir. Baxılan məsələyə bir daha aydınlıq gətirmək üçün boru divarının soyudulan səthinin temperaturunun istilik seli sıxlığından asılı olaraq dəyişmə qrafiki asılılıqlarının araşdırılması zənnimizcə daha məqsədəuyğundur. Belə ki, məsələnin bu şəkildə qoyuluşu bir tərəfdən $t_s^d = f(q)$ qrafiki asılılığının dəyişmə xarakterini dəqiqləşdirməyə, digər tərəfdən isə istilikvermənin ayrı-ayrı rejimlərinin istilik seli sıxlığının hansı dəyişmə intervalını əhatə edəcəyini müəyyənləşdirməyə, həmçinin onların sərhədlərini təyin etmək imkanını verəcəkdir.

Beləliklə, $t_s^d = f(q)$ qrafiki asılılıqları araşdırılaraq istilikvermənin normal ($t_s^d < t_m$), intensivləşən ($t_s^d \approx t_m$), nisbətən zəifləşən ($t_s^d > t_m$) və dayanıqlı intensivləşən ($t_s^d \rangle\rangle t_m$ və istilik seli sıxlığının kifayət qədər böyük qiymətlərində) rejimlərinin mövcudluğu qeyd edilmişdir. İstilik seli sıxlığının geniş dəyişmə intervalında müşahidə edilən bu rejimlərdə boru divarının soyudulan səthinin temperaturlarının qiymətlərinin istilikvermənin normal rejiminə uyğun gələn qiymətlərindən hiss ediləcək dərəcədə aşağı və buna müvafiq olaraq $t_s^d \geq t_m$ şəraitində istilikvermə əmsalının qiymətləri isə istilikvermənin normal rejiminə uyğun gələn qiymətlərdən böyük olur. Bu nəticə istilik mübadilə aparat və qurğularında istifadə edilən işçi cismin böhran təzyiqindən yüksək təzyiqlərə keçirilməsinin effektliliyini və zəruriliyini təsdiqləməklə yanaşı bu istilik avadanlıqlarının hesabat və layihələndirilməsində müvəffəqiyyətlə istifadə edilə bilər.

Təcrübə göstərir ki, konvektiv istilikvermə prosesinin normal rejimi ($t_s^d \langle t_m$) istisna olmaqla digər mövcud olan bütün rejimləri (intensivləşən, nisbətən zəifləşən və dayanaqlı intensivləşən) əlavə səsli effektlərlə - mayenin təzyiqinin və boru divarının istilik verən səthinin temperaturunun titrəyişləri (döyüntüləri) ilə müşaiyyət olunur. Bu faktın istilik mübadilə aparat və qurğularının etibarlılığına təsir edə biləcəyinin nəzərə alaraq həmin məsələyə xüsusı diqqət yetirilmiş və təhlil nəticəsində aparılan sınaqlarda boruların sıradan çıxaraq qəzaların baş verməsi ilə nəticələnən halların müşahidə olunmadığı qeyd edilmişdir.

Işdə konvektiv istilikvermənin ayrı-ayrı rejimlərinə keçid sərhədini müəyyənləşdirmək üçün hesabat tənlikləri, istilikvermənin intensivliyini qiymətləndirməkdən ötəri mühəndis praktikasında istifadə edilə bilən kriterial tənliklər və tövsiyyələr işlənib hazırlanmışdır.

Ədəbiyyat

1. Исаев Г.И. Промышленная теплотехника, 1981,т.з,№4, с.33-37
2. Исаев Г.И.,Абдуллаева Г.К. Инженерно-физический журнал, 2006, т.79, №4, с.91-96
3. Исаев Г.И. и др. Проблемы энергетики, 2006,№1-2, с.53-59
4. İsayev H.İ. və b. Kimya və neft kimyası, 2006, №1-2,s.77-81

РЕЗЮМЕ
ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ И ТЕПЛООТДАЧА В ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ТРУБАХ ПРИ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ДАВЛЕНИЯХ
Абдуллаева С. Дж., Кахраманова А. К.

Ключевые слова: *теплоотдача, давление, температура, массовая скорость, критическое давление*

Исследуется процесс теплоотдачи при турбулентном режиме вынужденного движения органических теплоносителей в горизонтальной трубе в условиях сверхкритических давлений отмечено немонотонное распределение коэффициента теплоотдачи вдоль трубы при $t_s^d \geq t_m$ а также установлено, что связь между кэффициентом теплоотдачи и плотностью теплового потока может быть представлена в виде степенной зависимости.

SUMMARY
TEMPERATURE REGIME AND HEATING OF HORIZONTAL PIPES AT PRESSURES HIGHER THAN THE CRISIS
Abdullayeva S. J., Kahramanova A. G.

Key words: *pressure, temperature, heat emission, mass velocity, critical pressure*

Convective heat transfer coeffient of liquids in the pressure of more than crises pressure. In the pressure more than crises pressure organic heat bearings moving in the horizontal tubes in the turbulent regime of the forced movement the heat transfer process being investigated in the $t_s^i \geq t_m$ case heat transfer coefficent along the length of the channel non-monotone distribution and in the same area between the heat transfer coefficient with the heat flood density links in the dependence degree funcition from transmission possibility was noted.

SƏNAYE MÜƏSSİSƏLƏRİNİN ELEKTRİK TƏCHİZATI SİSTEMLƏRİNİN YÜK DÜYÜNLƏRİNDƏ GƏRGİNLİYİN QEYRİ–XƏTTİ TƏHRİFLƏRİNİN KORRELYASİYA – REQRESSİYA ANALİZİ

[1]Arıxov N. R., [2]Sadıxov N. İ.
[1]Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt Azərbaycan
[2]Sumqayıt YGEŞ MMC 83 saylı y/s. Sumqayıt Azərbaycan
arixovnazim@gmail.com

Açar sözlər: *yük düyünləri, rejimin modelləşdirilməsi, korrelyasiya - reqressiya, yüksək gərginlik harmonikası, reqressiya təhlili, korrelyasiya əmsalı*

Bu işdə yük düyünlərinin parametrlərinin təsadüfü dəyişmələrini nəzərə almaqla elektrik enerjisinin gərginlik göstəricilərinin modelləşdirilməsinin bəzi aspektlərinə baxılır. Sistemin vəziyyətindən asılı olaraq, onun iş rejimlərinin ilkin təhlili aparılıb və qeyri – sinusoidallıq əmsalı, onların köməyi ilə isə gərginliyin yüksək harmonikaları idarəetmə şəraiti təmin edilib. Bu asılılığın qurulması üçün tətbiq olunan effektiv metodlardan biri korrelyasiya – reqresiya analizi aparılmışdır.

Bu işdə yük düyünlərinin parametrlərinin təsadüfü dəyişmələrini nəzərə almaqla elektrik enerjisinin gərginlik göstəricilərinin modelləşdirilməsinin bəzi aspektlərinə baxılır. Nəzarət olunan göstərici kimi qeyri – sinusoidallıq əmsalı və gərginliyin yüksək harmonikaları qəbul olunur. Bu göstəricilərin təhrif mənbəələrinin bəzi əsas parametrlərindən asılılığına baxılır. Bu asılılığın qurulması üçün tətbiq olunan effektiv metodlardan biri korrelyasiya – reqresiya analizidir. Göstərilən parametrlər arasında korrelyasiya əlaqəsini göstərmək üçün təhrif yerlərində rejim parametrlərinin harmonik dəyişmələrinin səviyyəsini və onların ehtimal xarakteristikalarını bilmək lazımdır. Korrelyasiya yüksək gərginlik harmonikaları və yük cərəyanı arasında "Sıfır" korrelyasiya hipotezindən istifadə etməklə yoxlanılmışdır. Korrelyasiya əmsallarının qiyməti 0,6 – 0,88 intervalında yerləşməsi göstərilən parametrlər arasında sıx stoxastik əlaqənin olmasını göstərir. Bu isə xətti reqresiya modelindən istifadə etməyə əsas verir.

Yuxarıda qeyd edilənləri nəzərə alaraq, kimya birliyinin müəssisələrinin bəzi xarakterik düyünləri üçün belə modellər tərtib edilmişdir. Bu zaman alınan xəta 10 – 16,7 % intervalında yerləşir.

Korrelyasiya – reqresiya analizi əsasında qoyulmuş modellər qeyri – sinusoidal rejim parametrlərinin dolayı yolla təyin etməyə imkan verməklə, EHM – lərin tətbiqi zamanı ilkin məlumatların hazırlanmasında əmək sərfini xeyli azaldır.

Ədəbıyyat

1.Холмский В.Г. Расчет режимов электрических сетей. М. В.Ш. 1975

2.Мельников Н.А., Росман Л.В. Принципы автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности в питающих электрических сетях. Электричество.1971.№8

3.Маркушевич Н.С. Автоматизированная система диспетчерского управления. М. Энергоатомиздат,1986.

4.Гусейнов Ф.Г., Мамедьяров О.С.,Планирование эксперимента в задачах электро-энергетики. М.Энергоатомиздат,1988

РЕЗЮМЕ

КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ В НАГРУЗОЧНЫХ УЗЛАХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Арихов Н. Р., Садыхов Н. И.

***Ключевые слова**: узлы нагрузки, моделирование режима, корреляционно-регрессионный, высоковольтные гармоники, регрессионный анализ, коэффициент корреляции.*

В данной работе рассмотрены некоторые аспекты моделирования показателей напряжения электрической мощности с учетом случайных изменений параметров узлов нагрузки. В зависимости от состояния системы проведен предварительный анализ режимов ее работы, а с помощью коэффициента несинусоидальности обеспечены условия управления высшими гармониками напряжения. Одним из эффективных методов, используемых для установления этой зависимости, является корреляционно-регрессионный анализ.

SUMMARY

CORRELATION-REGRESSION ANALYSIS OF NONLINEAR VOLTAGE DISTORTIONS IN LOAD ASSEMBLY OF POWER SUPPLY SYSTEMS OF INDUSTRIAL ESTABLISHMENTS

Arikhov N. R., Sadikhov N. I.

***Keywords**: load nodes, mode modeling, correlation - regression, high voltage harmonics, regression analysis, correlation coefficient*

In this work, some aspects of the modeling of the voltage indicators of electric power are considered, taking into account the random changes of the parameters of the load nodes. Depending on the state of the system, a preliminary analysis of its operating modes was carried out, and the non-sinusoidal coefficient, and with their help, the control conditions for the high harmonics of the voltage were provided. One of the effective methods used to establish this dependence is correlation-regression analysis.

СОВЕШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-АКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА ДИАГНОСТИКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Баширов М.Г., Баширова Э.М., Юсупова И.Г., Шеин С.А.

Институт нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салавате, Салават, Российская Федерация

eapp@yandex.ru

***Ключевые слова**: энергетическое оборудование, поврежденность металла, электромагнитно-акустический метод, передаточная функция*

Техническое состояние энергетического оборудования электростанций напрямую определяет надежность и непрерывность электроснабжения потребителей. В процессе эксплуатации в оборудовании зарождаются и накапливаются повреждения механического характера. Для своевременного выявления элементов оборудования, наиболее предрасположенных к появлению повреждений, необходимо знать их фактическое напряженно-деформированное состояние. Для практического решения этой задачи перспективным является использование электромагнитно-акустического (ЭМА) метода контроля. Дальнейшим совершенствованием ЭМА метода является динамическая идентификация напряженно-деформированного состояния и поврежденности металла оборудования, основанная на использовании передаточной функция системы «объект контроля – электромагнитно-акустический преобразователь».

Особое место в энергетической системе любой страны занимает электроэнергетика. В условиях больших перетоков электроэнергии, перегруженности электрических сетей и старения

оборудования электростанций, неудовлетворительного состояния системы противоаварийного управления вероятность возникновения масштабных системных аварий возрастает. Об этом свидетельствуют и происходящие время от времени аварии в электроэнергетических системах всех стран, в том числе и России. Укрупнение элементов электроэнергетической системы, увеличение единичных мощностей оборудования, повышение коэффициента использования может вызывать ощутимые последствия при аварии любого элемента системы [1 - 4, 10].

В настоящее время в России 68 % электроэнергии генерируется тепловыми (ТЭС) электростанциями. За последние 40 лет в главных корпусах ТЭС произошло около 30 крупных аварий с выходом из строя более одного энергоблока. По статистике порядка 90 % крупных аварий были вызваны отказами оборудования. Доля аварий, произошедших в машинных отделениях, составляет 72 % от общего числа аварий [2].

Турбогенераторы являются наиболее сложным и ответственным представителем оборудования тепловых электрических станций, от надежности и технического состояния которого напрямую зависят надежность и непрерывность электроснабжения потребителей. В процессе эксплуатации в генераторах, наряду с повреждениями электрического характера, зарождаются и накапливаются повреждения механического характера. Вопрос контроля напряженно-деформированного состояния и поврежденности конструкций в процессе всего их жизненного цикла является актуальным. Уже на стадиях изготовления и монтажа в оборудовании образуются поля технологических напряжений и деформаций. В зонах концентрации механических напряжений местные напряжения и деформации имеют повышенные значения, а сами процессы повреждения материала протекают более интенсивно и приводят к разрушению. Изменения, происходящие в структуре металлов в процессе накопления повреждений, влияют на их электрофизические и акустические свойства. Для контроля активной стали сердечников статора и элементов ротора – вала, бочки ротора, бандажной группы, подшипниковых узлов, используют различные физические методы неразрушающего контроля, в том числе и ультразвуковой метод. Причем, ультразвуковой метод является единственным методом, позволяющим проводить контроль внутренней поверхности бандажных колец без снятия с вала ротора [7 - 9].

Дальнейшим развитием ультразвукового метода является электромагнитно-акустический (ЭМА) метода контроля, основанный на совместном использовании акустических и электромагнитных волн. ЭМА метод позволяет бесконтактно возбуждать и регистрировать акустические колебания в металле, при этом, в отличие от ультразвукового метода, не требуется подготовка поверхности изделия к проведению контроля. Совместное использование ЭМА метода и метода динамической идентификации позволяет не только выявлять развитые дефекты, но и оценить напряженно-деформированное состояние и зарождающиеся повреждения на уровне структуры металла на основе анализа параметров передаточной функции системы «объект контроля – электромагнитно-акустический преобразователь», отражающих взаимосвязанные изменения механических, акустических и электрофизических свойств металла. Дальнейшие исследования отечественных и зарубежных ученых в области совершенствования ЭМА метода направлены на выявление корреляционных зависимостей между параметрами ЭМА преобразования и структурой материала, его химическим составом, фазово-структурным и напряженно-деформированным состояниями [11].

Однако несмотря на достигнутые результаты в области создания ЭМА средств неразрушающего контроля и диагностики, приходится констатировать, что по своим основным техническим и метрологическим характеристикам они уступают аналогичным показателям ультразвуковых средств контроля с традиционными контактными пьезоэлектрическими преобразователями. Причина этого – сравнительно низкая эффективность ЭМА преобразования, что не позволяет выявлять зарождающиеся и раз-вивающиеся дефекты на уровне структуры металла. При этом практически не используются информативные параметры электромагнитной составляющей ЭМА преобразования, т.е. информативный потенциал ЭМА преобразования используется не в полной мере. Для кардинального решения этой проблемы необходимы принципиально новые подходы к выделению и обработке комплекса информативных параметров ЭМА преобразования.

Взаимосвязанные изменения механических, акустических и электрофизических свойств металла в процессе изменения напряженно-деформированного состояния и накопления повреждений отражается на изменении параметров передаточной функции системы «объект контроля – электромагнитно-акустический преобразователь» [10]. Текущее состояние этой системы описывается дифференциальным уравнением

$$a_n \frac{d^n y}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} y}{dt^{n-1}} + \ldots + a_0 y = b_k \frac{d^k x}{dt^k} + b_{k-1} \frac{d^{k-1} x}{dt^{k-1}} + \ldots + b_0 x, \quad (1)$$

где y – сигнал в измерительной обмотке ЭМАП; x – импульсное электромагнитное поле, формируемое обмоткой возбуждения и постоянным магнитом ЭМАП; a и b – постоянные коэффициенты; t – время.

Для решения уравнения (1) используется метод операционного исчисления, основанный на преобразовании Лапласа. Это уравнение можно записать в операторной форме

$$(a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \ldots + a_0) y(p) = (b_k p^k + b_{k-1} p^{k-1} + \ldots + b_0) x(p). \quad (2)$$

Из выражения (2) можно получить передаточную функцию системы

$$W(p) = \frac{y(p)}{x(p)} = \frac{b_k p^k + b_{k-1} p^{k-1} + \ldots + b_0}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \ldots + a_0}. \quad (3)$$

Анализ изменения параметров передаточной функции (3) в процессе изменения напряженно-деформированного состояния и накопления поврежденности оборудования осуществляется с помощью специально разработанной компьютерной программы [6]. Путем формальной замены оператора p на $j\omega$ получаем частотную передаточную функцию системы «объект контроля – электромагнитно-акустический преобразователь». Обратная задача (идентификация напряженно-деформированного состояния и уровня поврежденности структуры металла оборудования по значениям параметров гармонических составляющих сигнала ЭМА преобразователя) решается применением метода спектрального анализа, широко используемого в различных методах диагностики оборудования, с использованием специально обученной искусственной нейронной сети [1- 3, 10].

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках научного проекта № 22-29-00327 - «Исследование взаимосвязанных изменений механических, электрофизических и акустических свойств металлов для реализации интеллектуальной электромагнитно-акустической системы идентификации напряженно-деформированного состояния и поврежденности нефтегазового оборудования».

Литература

1. Баширов, М.Г. Интеллектуальные средства и системы управления и защиты электрических сетей / М.Г. Баширов, Э.М. Баширова, И.Г. Юсупова. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2021. 66 с.

2. Баширов, М.Г. Электромагнитный спектральный метод диагностики турбогенераторов тепловых электростанций / М.Г. Баширов, Э.М. Баширова, И.Г. Хуснутдинова // Промышленная энергетика. 2021. № 1. С. 20 – 26.

3. Баширов, М.Г. Совершенствование методов оценки технического состояния силовых трансформаторов / М.Г. Баширов, И.В. Прахов, А.С. Хисматуллин, И.Г. Хуснутдинова // Промышленная энергетика. 2018. № 7. С. 2 – 10.

4. Баширов М.Г., Хисматуллин А.С., Хуснутдинова И.Г. Применение барботажа в системе охлаждения силовых трансформаторов / М.Г. Баширов, А.С. Хисматуллин, И.Г. Хуснутдинова // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2014. № 3. С. 29-32.

5. Баширов, М.Г. Электромагнитно-акустический метод оценки технического состояния энергетического оборудования / М.Г. Баширов, И.Г. Хуснутдинова, Л.Г. Хуснутдинова, Д.Р. Усманов // Промышленная энергетика. 2016. № 12. С. 8-13.

6. Баширов, М.Г. Оценка напряженно-деформированного состояния и поврежденности металлических конструкций электромагнитно-акустическим методом / М.Г. Баширов, Э.М. Баширова, Р.А. Баширов, И.Г. Хуснутдинова // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018617490.

7. Кузнецов, Д.В. Дефекты турбогенераторов и методы их диагностики на начальной стадии появления / Д.В. Кузнецов, В.В. Маслов, В.А. Пикульский, В.И. Поляков, Ф.А. Поляков, А.Н. Худяков, М.И. Шандыбин // Электрические станции. №8. 2004. С. 51-58.

8. Резинских, В.Ф. Современные проблемы, связанные с обеспечением надежной и безопасной эксплуатации оборудования тепловых электростанций / В.Ф. Резинских // Надежность и безопасность энергетики. 2008. №1.

9. Сайкова М.С. Влияние технологических дефектов на прочность и ресурс металла корпусов тепломеханического оборудования ТЭС при термомеханических воздействиях: Автореф. дисс. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. – СПб: ОАО «НПО ЦКТИ», 2011.

10. Салиева, Л.М. Хроматографический метод оценки технического состояния силовых масляных трансформаторов / Л.М. Салиева, И.Ф. Зайнакова, И.Г. Хуснутдинова, М.Г. Баширов, А.С. Хисматуллин // Экологические системы и приборы. 2015. № 12. С. 35 – 41.

11. Khusnutdinova, I.G. The use of electromagnetic-acoustic method for esti-mating the stress-strain state of the metallic elements of power equipment / I.G. Khusnutdinova, M.G. Bashirov // Key Engineering Materials. 2017. Vol. 743, pp. 463 467.

XÜLASƏ
ELEKTRİK AVADANLIĞININ ELEKTROMAQNİT-AKUSTİK DİAQNOSTİKA METODUNUN TƏKMİLLƏŞDİRİLMƏSİ
Başirov M.Q., Başirova E.M., Yusupova İ.Q., Şein S.A.

***Açar sözlər**: enerji avadanlığı, metal zədələnməsi, elektromaqnit-akustik üsul, ötürmə funksiyası*

Elektrik stansiyalarının enerji avadanlığının texniki vəziyyəti birbaşa olaraq istehlakçıların enerji təchizatının etibarlılığını və fasiləsizliyini müəyyən edir. Əməliyyat zamanı avadanlıqda mexaniki zədələr əmələ gəlir və yığılır. Ən çox zədələnməyə meyilli olan avadanlıq elementlərini vaxtında aşkar etmək üçün onların faktiki gərginlik-deformasiya vəziyyətini bilmək lazımdır. Bu problemin praktik həlli üçün elektromaqnit-akustik (EMA) idarəetmə metodundan istifadə etmək perspektivlidir. EMA metodunun daha da təkmilləşdirilməsi "idarəetmə obyekti - elektromaqnit-akustik çevirici" sisteminin ötürmə funksiyasından istifadə əsasında avadanlığın gərginlik-deformasiya vəziyyətinin və avadanlığın metalının zədələnməsinin dinamik müəyyən edilməsidir.

SUMMARY
IMPROVEMENT OF THE ELECTROMAGNETIC-ACOUSTIC METHOD OF DIAGNOSTICS OF POWER EQUIPMENT
Bashirov M.G., Bashirova E.M., Yusupova I.G., Shein S.A.

***Keywords**: power equipment, metal damage, electromagnetic-acoustic method, transfer function*

The technical condition of the power equipment of power plants directly determines the reliability and continuity of power supply to consumers. During operation, mechanical damage is generated and accumulated in the equipment. For timely detection of equipment elements that are most prone to damage, it is necessary to know their actual stress-strain state. For the practical solution of this problem, it is promising to use the electromagnetic-acoustic (EMA) method of control. Further improvement of the EMA method is the dynamic identification of the stress-strain state and damage of the metal of the equipment, based on the use of the transfer function of the system "object of control - electromagnetic-acoustic transducer".

ƏSAS MAQNİTLƏNMƏ ƏYRİSİNİN TƏNLİYİ

Hacıbalayev N.M.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
n.hacibalayev@mail.ru

***Açar sözlər**: ferromaqnit qurğular, maqnitləşmə əyrisi, sahə gərginliyi, maqnit induksiyası, Maksvell tənlikləri, diferensial keçiricilik.*

Ferromaqnit qurğularının layihələndirilməsi zamanı maqnit sahəsinin hesablanmasında Maksvell tənliklərinin həlli ilə bağlı məsələlərə baxılır. Qeyd olunur ki, ferromaqnit mühit üçün Maksvel tənliklərinin analitik həlli maqnit sahə gərginliyi ilə maqnit induksiyası arasında analitik əlaqənin olmaması səbəbindən çətin olur. Maqnitlənmə əyrisi üçün təklif olunan tənlik bütün hissədə əyrini təsvir edir. İlk dəfədir ki, Maqnitlənmə əyriləri nəzəriyyəsində tənlik maqnitləşmə əyrisinin iki xarakterik nöqtəsi üzərindən qurulur.

Ferromaqnit qurğularının layihələndirilməsi Maksvell tənliklərinin həllinə endirilən maqnit sahələrinin hesablanması ilə bağlıdır. Belə hallarda, maqnit sahəsinin keçiriciliyi və maqnit sahənin qərginliyi arasında analitik əlaqə yaratmaq zəruri olur. Yalnız bundan sonra iki Maksvell tənliyi həll edilə bilən sistemi təşkil edir.

Bu məqsədlə ilk dəfə olaraq birbaşa maqnitləşmə əyriləri üçün deyil, diferensial maqnit keçiriciliyi üçün funksiya qurmağı məqsədəuyğun sayılır. Bu yanaşma nəticəsində birinci mərhələdə maqnit induksiyası ilə bağlı birinci dərəcəli diferensial tənlik alınır. Bu tənliyin birinci hissəsi sonlu müəyyən edilmiş parametrlərdən asılı olaraq, kəsr rasional funksiyaların cəbri cəmindən ibarətdir. Bu funksiyanın

inteqrallaşdırılması maqnit induksiyasının sahə gərginliyindən arzu olunan asılılığıdır. Diferensial tənliyin həlli eksperimental yoxlamaya məruz qalmışdır. Çoxlu sayda ferromaqnit materialların maqnitləşmə əyrilərinə uyğun olaraq təklif olunan tənliyə, təcrübə və hesablanmış məlumatlar müqayisə edilir: karbon və elektrik poladları, nikel, kobalt və nikel-kobalt ərintiləri. Təcrübələr və hesablamalar arasındakı uyğunsuzluq, sıfırdan sonsuzluğa qədər sahənin gərginliyinin bütün diapazonunda 5% -dən çox deyil.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, ilkin diferensial tənlikdə olan və sonradan onun həllinə verilən bütün sabitlər maqnitləşmə əyrisinin yalnız iki nöqtəsinin maqnit induksiyası və sahənin gərginliyinin, həmçinin bu nöqtələrdən biri olan başlanğıc maqnit keçiriciliyi ilə müəyyən edilir. Bu əyrinin aşağı dizində, digəri isə yuxarı dizində yerləşir. Maqnitlənmə əyrisi və onların əyri üzərindəki mövqeyi çox sadə şəkildə dəqiq müəyyən edilir.

Ədəbiyyat

1. Гаджибалаев Н.М. Результаты компьютерных исследований влияния насыщения магнитной цепи синхронной машины с продольно – поперечным возбуждением при резкопеременной нагрузке. Проблемы Энергетики, 2012, №1, с.112-117
2. Набиев М.А., Гулиев З.А., Гаджибалаев Н.М. К решению уравнений Максвелла для ферромагнитной среды. – Электричество, 2002, №3.
3. Стеценко И.А., Сомова А.А., Ланкина М.Ю. Исследование и анализ семейства основных кривых намагничивания электротехнических сталей // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – № 12. – С. 68-72;
4. Белкина Е.Н., Жуков С.А. Анализ способов аппроксимации кривой намагничивания электротехнической стали.// «Инновационная наука» №5, 2015.
5. Касьяненка М.Г., Матюхов В.Ф., Ваганов М.А. «Аппроксимация кривых намагничивания электротехнических сталей при проектировании электрических машин» //Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ» № 9, 2019

РЕЗЮМЕ
УРАВНЕНИЕ ОСНОВНОЙ КРИВОЙ НАМАГНИЧИВАНИЯ
Гаджибалаев Н. М.

***Ключевые слова**: ферромагнитные устройства, кривая намагничивания, напряженность поля, магнитная индукция, уравнения Максвелла, дифференциальная проводимость.*

При проектировании ферромагнитных устройств рассматриваются вопросы, связанные с решением уравнений Максвелла при расчете магнитного поля. Отмечается, что аналитическое решение уравнений Максвелла для ферромагнитной среды затруднено из-за отсутствия аналитической связи между напряженностью магнитного поля и магнитной индукцией. Предлагаемое уравнение для кривой намагничивания описывает кривую на всем протяжении. Впервые в теории кривых намагничивания уравнение основано на двух характерных точках кривой намагничивания.

SUMMARY
EQUATION OF THE MAIN MAGNETIZATION CURVE
Hajibalaev N.M.

***Key words**: ferromagnetic devices, magnetization curve, field intensity, magnetic induction, Maxwell's equations, differential conductivity.*

During the design of ferromagnetic devices, issues related to the solution of Maxwell's equations are considered in the calculation of the magnetic field. It is noted that the analytical solution of Maxwell's equations for a ferromagnetic medium is difficult due to the lack of an analytical relationship between the magnetic field stress and the magnetic induction. The proposed equation for the magnetization curve describes the curve throughout. For the first time, in the theory of magnetization curves, the equation is based on two characteristic points of the magnetization curve.

ELEKTRİK TƏCHİZATI SİSTEMLƏRİNDƏ ELEKTRİK ENERJİSİ İLƏ QİDALANMADA ETİBARLILIĞIN TƏDQİQİ VƏ YÜKSƏLDİLMƏSİ TƏDBİRLƏRİNİN İŞLƏNMƏSİ

Quliyev Z. A., Abdullayeva Ü.R., Camalədinova Ü. H.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
ulker.musayev93@mail.ru

***Açar sözlər**: elektrik təchizatı sistemləri, etibarlılıq səviyyəsi, texnoloji avadanlıqlar, elektrik enerjisi tələbatçıları, elektrik veriliş xətləri, kommutasiya aparatları, mühafizə və avtomtik qurğuları.*

Elektrik təchizatı sistemləriylə elektrik enerjisi tələbatçılarının qidalanmasının etibarlıq səviyyəsinin yüksəkliyi mühüm məsələlərdəndir. Elektrik təchizatında qəzalar, fasilələr işçi qüvvələrin boş dayanmaları, böyük xalq təssərüfatı ziyanlarına səbəb olur. Hal – hazırda sənaye müəssisələrinin elektrik təchizatı

sistemlərinin istismarı texnoloji proseslərlə əlaqəli tələbatçıların elektrik birləşmə sxemlərinin etibarlığının kəmiyyət qiymətləndirilməsi olmadan yerinə yetirilir.

Beləliklə müasir dövrlərdə istismar zamanı elektrik təchizatı sistemlərinin etibarlığının qiymətləndiirlməsi çox vacib məsələlərdəndir.

Müasir inkişaf mərhələsində elektrik təchizatı sisteminin məqsədəuyğun etibarlıq səviyyəsinin əsaslandırılması problemi mühim xaylq təsərrüfatı əhəmiyyətinə malikdir.Tələbatçıların elektrik təchizatında qəza və qəfil fasilələr avadanlıqların sınması, materialların xarab olması, texnoloji avadanlıqların və işçi qüvvənin boş dayanmaları ilə əlaqədar böyük xalq təsərrüfatı ziyanlarına səbəb olur. Ayrı-ayrı energetik sistemlərdə il ərzində qəzaların sayı onlarla olur , qəzalar nəticəsində illik istehsal olunmayan elektrik enerjisi milyardalara kilovat-saata çatır. Enerji sistemin belə yüksək qəzalılığı şəraitində ayrı-ayrı elektrik avadanlıqlarının və qurğularının etibarlığının qiymətləndirilməsi və istər istismar, istərsədə yeni qurğuların layihələndirilməsi zamanı etibarlılığın yüksəldilməsinin mümkün yollarının axtarışı birinci növbəli məsələlərdəndir.

Digər tətəfdən elektrik təchizatının fasilələriylə tələbatçılara dəyən ziyanları qəza təmirlərində yaranan istilikləri,eləcə də etibarlığın yüksəldilməsilə əlaqədar xərcləri qiymətləndirərək elektroenergetik qurğuların optimal etibarlıq səviyyəsi məsələsini qoymaq olar.

Hazırda sənaye müəssisələrinin elketrik təchizatı sistemlərinin istismarı bir qayda olaraq texnoloji proseslərlə bilavasitə əlaqəli tələbatçıların elektrik birləşmə sxemlərinin etibarlılığının kəmiyyət qiymətləndirilməsi olmadan yerinə yetirilir.

Elektroenergetikanın müasir inkişaf mərhələsində istismar zamanı elektrik təchizatı sistemlərinin etibarlığının qiymətləndirilməsi ən vacib məsələlərdən biridir. Buna uyğun olaraq müəssisənin elektrik təchizatı sistemlərinin etibarlığı anlayışı altında elektrik enerjisinin ketfiyyətini aqressiv mühüt şəraitində qüvvədə olan normativlər daxilində saxlamaqla tələbatçıları elektrik enerjisiylə təchiz etmək xüsusiyyəti başa düşülür.

Müəssisənin elektrik təchizatı sisteminin etibarlığı onun ayrı-ayrı elementlərinin (elektrik veriliş xətləri, kommutasiya aparatları mühafizə və avtomatika qurğuları və s.), sxemlərinin (ehtyyatla təminetmə dərəcəsi) və rejiminin etibarlığıyla, eləcə də sistemin yaşamağa qabilliyilə, yəni onun fəlakətli nəticələrsiz zəncirvari xarakterli qəzalara dözmə qabiliyyətiylə təyin olunur.

Hətta avadanlıqların keyfiyyəti yüksək olmaqla və yüksək səviyyəli istismarda belə avadanlıqların iş prosesində imtinaları bir sıra təsadüfü xarakterli obyektiv səbəblərlə əlaqədar labüddür. Burada ilk növbədə o nəzərdə tutulur ki , istismar şəraitində avadanlıqlar, nəzərə alınması özünü doğrutmayan böyü ehtiyatların daxil edilməsini tələb edən hesablanmamış təsirlərə məruz qala bilər.

Elektrik enerjisinin ötürülməsi və paylanmasının bütün mərhələlərində sistemin etibarlığının optimallaşdırılması xeyli iqtisadi effekt verə bilər, cünki etibarlıq dərəcəsinin optimaldan yuxarı yüksəldilməsi artıq kapital qoyuluşu və istismar sərfləriylə əlaqəlidir, onun aşağı alınması isə tələbatçıların elektrik təchizatında fasilələrlədən və məhdudiyyətlərdən özünü doğrultmayan böyük xalq təsərrüfatı itkilərinə səbəb olur.

Elektrik təchizatının etibarlığının hesabatı və optimallaşdırılması üçün ilkin verilənlər kimi sistem elemetlərinin etibarlıq göstəriciləri və fasilələrdən, elektrik təchizatının məhdudiyyətlərindən tələbatçıların ziyanlarının xarakteristikaları götürülür.

Ədəbiyyat

1. Афонии. Н.С. Надежность электроснабжения промышленных предприятий. М. Госэнергоиздат.1958, 258 стр.
2. Головкин П.И. Режимы электроснабжения потребителей .М.Энергия, 1971, 112 стр.
3. Китушин В.Г. Надежность энергетических систем. М. Высшая школа. 1984 , 376 стр.
4. Розанов М.Н. Надежность электроэнергетических систем. М.Энергия.1974, 172 стр.
5. Синьчуков Ф.И. Расчеты надежности схем электрических соединений, М.Энергия. 1971, 176с

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ МЕР ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Кулиев З.А., Абдуллаева У.Р., Джамалетдинова У.Х.

Ключевые слова: *системы электроснабжения, уровень надежности, технологическое оборудование, потребители электрической энергии, линии электропередач, коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики.*

Высокий уровень надежности питания потребителей электрической энергии в системах электроснабжения, является одной из самых важных задач. Аварийность, перерывы в системах электроснабжения являются причиной простоя рабочей силы и ущерба народного хозяйства. На данный момент эксплуатация системы электроснабжения промышленных предприятий выполняется без величины оценивания надежности электрических схем соединения потребителей, связанные с технологическими процессами.

Таким образом, в современных условиях во время эксплуатации, оценка надежности систем электроснабжения является одной из важных задач.

SUMMARY
RESEARCH İNCREASE MEASURES OF ELECTRICAL ENERGY SUPPLY RELIABILITY IN ELECTRICAL SUPPLY SYSTEMS PROCESSING
Guliyev Z.A. , Abdullayeva U. R., Jamaledinova U.H.

***Keywords**: power supply systems, reliability level, technological equipment, electric power transmission lines, switching devices and automatic devices.*

The high level of reliability of power supply systems and the supply of electricity consumers is one of the important issues. Accidents and interruptions in electricity supply lead to major economic losses due to downtime of the workforce. Currently, the operation of power supply systems of industrial enterprises is carried out without quantitative assessment of the reliability of electrical connection schemens of consumers related to technological processes.

ELEKTRİK VERİLİŞ XƏTLƏRİNİN İLDIRIMDAN MÜHAFİZƏSİ

Məmmədzadə R. K., Baqiri A.M.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
Ruqiyyememmedzade1956@gmail.com , 1982baqiri@mail.ru

***Açar sözlər**: elektrik enerjisi, ildırım vurma, atmosfer şəraiti, istismar, torpaqlayıcı*

Tezisde Hava elektrik veriliş xətlərinin istehsal olunmuş enerjinin tələbatçılara çatdırılması məsələlərinə baxılmışdır.Aqressiv mühitdə istismar olunan metal dayaqların mexaniki parametrləri müəyyən edilmişdir.

Hava elektrik veriliş xətlərinin (HEVX) köməkliyi ilə elektrik enerjisi istehsal olunduğu yerdən baş alçaldıcı yarım stansiyalara, oradan da tələbatçılara yaxın yerləşdirilmiş yarım stansiyalara ötürülür. Bu məqsəd üçün istifadə olunan HEVX-I həmişə ağır atmosfer şəraitində olur. Bu xətlərin uzun müddətli etibarlı işləməsinin təmin olunması üçün HEVX-nin istismar göstəricilərinin yaxşılaşdırılması qarşıya qoyulan əsas problemlərdən biridir. HEVX-in İGY üçün aşağıdakı istiqamətlərdə lazımı məsələləri həll etmək tələb olunur.

1. HEVX-nin istismar göstəricilərinin yaxşılaşdırılmasını həyata keçirmək.
2. HEVX-nin etibarlı torpaqlayıcı qurğuya malik olmasının təmin edilməsi.
3. Aqressiv mühitdə HEVX-nin metal dayaqlarının mexaniki parametrlərinin verilən meyldən kənara çıxmasına sistematik nəzarət etmək və lazımı tədbirlərin həyata keçirilməsinin təmin edilməsi;
4. Qeyri-normal atmosfer tərəfindən yaranmış ifrat gərginlikdən HEVX-nin mühafizəsinin düzgün təmin edilməsi.

Məlumdur ki, HEVX-nin etibarlı işləməsi növbədə onların etibarlı torpaqlanma xarakteristikasına malik olmasından asılıdır. Belə xətlərin düzgün torpaqlayıcı qurğu ilə təmin olunması, nəticədə, onların istismarının təhlükəsizliyini yüksəldir, insanların və canlıların elektrik cərəyanından zədələnməsinin ehtimalını azaldır, atmosferin ildırım çaxmasının dayaqlarda yaratdığı ifrat gərginliyin cərəyanını yerə ötürməklə lazımi qorxunu aradan götürür. Təsir xarakterinə görə torpaqlayıcı qurğular diskret sistemlərə aiddir və onlar öz funksiyalarının müəyyən fasilələrlə yerinə yetirir, yəni o vaxt işləyir ki, HEVX-də ildırım vurma nəticəsində ifrat gərginlik yaransın və buna uyğun olarraq impuls cərəyanları yaranmış olsun. Beləliklə, torpaqlayıcı qurğuların texniki vəziyyəti təsadüfi xarakterdə olur və buna görə də ehtimal nöqteyi nəzərdən qiymətləndirir. Veriliş xətlərində torpaqlayıcı qurğunun parametrləri nəzərdə tutulan normativ texniki sənədlərə cavab verməlidir .

Torpaqlayıcı qurğulrda iki formada işdən çıxma ola bilər. Bunlardan birincisi qəflətən və öz-özünə düzələn işdənçıxmadır. Belə işdənçıxma cərəyanının qiymətinin təsadüfən layın elektrik xarakteristikası hesabına yarana bilər. Belə işdənçıxma, dayanıqsız hesab olunur və öz-özünə düzəlmə xüsusiyyətinə malik deyil. Bu cür işdənçıxma, təsadüfi mexaniki təsirlərin (külək qüvvələrinin) torpaqlayıcı naqillərə göstərdiyi

dinamiki və ya termiki təsirlərdən əmələ gələn qısa qapanmalardan yarana bilər. Onu da xüsusi qeyd etmək lazımdır ki, dayanıqlı işdənçıxma torpaqlayıcı qurğunun və dayağın elementlərinin korroziyadan dağılması hesabına da yarana bilər. Belə işdənçıxmalar profilaktiki təmir işləri aparılarkən düzəldilir.

Torpaqlayıcı qurğuların uzunmüddətliyinin azaldılmasının əsas səbəbi aqressiv torpaq laylarında onların korroziyaya uğramasıdır. Belə qurğuların uzunmüddətliliyi vaxta götə qiymətləndirilir, onların torpağa qoyulan anından, elementlərin en kəsiklərinin normadan kənara çıxma anına qədər korroziyaya təsirindən azalması baş verir və bu da HEVX-nin təhlükəli iş şəraitində olmasını yaradır.

Məlumdur ki , HEVX-nin torpaqlanma qurğusu iki hissədən ibarətdir –horizontal və vertikal . Horizontal hissə yer səthindən təqribən 3,5-4m dərinlikdə torpaq layında horizontal vəziyyətdə olur,vertikal hissə kimi isə horizontal hissəyə qaynaq edilmiş silindrik bütöv naqil,yaxud da boru götürülür . Bütün torpaqlayıcı tərtibatlar (qurğular) süxurun xüsusi müqaviməti ilə xarakterizə olunur ki, bu da

$$R=\frac{\rho}{2\pi r_0} \qquad (1)$$

Formulu ilə təyin edilir. Burada ρ -suxurun xüsusi müqaviməti, r_0-yer səthindən aşağıda götürülmüş yarımkürənin radiusudur.

(1)-i nəzərə almaqla torpaqlayıcının potensialı:

$$U=\frac{\dot{I}\rho}{2\pi r_0} \qquad (2)$$

Düsturu ilə təyin edilir. Burada İ-torpaqlayıcı naqildən torpağa axan cərəyanın qiymətidir.

Tufanlı və ildırımlı havalarda HEVX-in torpaqlayıcı naqillərindən qısa müddətli cərəyanlar axmalı olur.Buna uyğun olam impuls müqaviməti

$$R=\sqrt{\frac{\rho E_d}{2\pi \dot{I}}} \qquad (3)$$

Şəklində yazılır . Burada E_d- deşilmə gərginliyidir.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki , (3) düsturuna görə , impuls müqaviməti torpağa qapanan cərəyandan tərs mütənasib asılıdır . Torpaqlayıcı naqil müəyyən induktivliyə və aktiv müqavimətə malik olmalıdır. Lakin ədəbiyyatlardan impuls cərəyanından alınan keçid prosesində ancaq induktivliyi nəzərə almaqla , keçid prosesininin davamiyyəti təyin edilmişdir ki , bu da

$$T=\frac{Ll}{R} \qquad (4)$$

Ifadəsi ilə təyin edilir. Burada L-torpaqlayıcı naqilin vahid uzunluğuna düşən induktivlik, l-naqilin ümumi uzunluğudur.

(3) düsturuna daxil olan torpağın müqaviməti ρ çox təqribi götürülür . Bu da onunla izah olunur ki , suxurun xüsusi müqaviməti təkcə onun tərkibindən yox , eyni zamanda torpağın nəmliyindən və atmosfer şəraitindən asılıdır.

Ədəbiyyat

1. Ağayev A.D və digərləri. Metal dayaqların və torpaqlayıcı naqillərin ildırım vurmaya qarşı dayanaqlığının artması. Energetikanın problemləri A.M.E.A. , Fizika İnstitutu, Bakı, «Elm», 2001

РЕЗЮМЕ
МОЛНИЕЗАЩИТА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ
Мамедзаде Р.К., Багири А.М.

Ключевые слова: *электроэнергия, удар молнии, атмосферные условия, эксплуатация, заземлители.*

В тезисах рассмотрены вопросы передачи полученной энергии с помощью воздушных линий электропередач. Определены механические параметры металлических опор, эксплуатируемых в агрессивной среде.

SUMMARY
LIGHTNING PROTECTION OF ELECTRICAL TRANSMISSIONS LINES
Mammadzade R.K., Bagiri A.M.

Key words: *electricity, lightning, atmospheric conditions, operation, grounding.*

In the atricle, air power transmission lines are produce issues of energy delivery to consumers were considered. Aggressive to the mechanical parameters of metal supports in the environment viewed.

SƏNAYE YÜK DÜYÜNLƏRİNDƏ ENERJİ TƏLƏBATININ İDARƏSİNİN OPTİMALLAŞDIRILMASI

Şirinova A.Y., Camalətdinova Ü.H.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
[1]aynur.shirinova.79@mail.ru, [2]ulker.musayev93@mail.ru

Açar sözlər: *skrininq təcrübələri, rejimin optimallaşdırılması, faktorial planlaşdırma, nəzarətçi, rejimə nəzarət, reqressiya təhlili, amillərin sayı*

Şəbəkənin vəziyyətindən asılı olaraq, şəbəkənin iş rejimlərinin ilkin təhlili aparılıb və lazımi idarəetmə cihazları dəsti seçilib, onların köməyi ilə tələb olunan idarəetmə şəraiti təmin edilib. Təcrübənin faktorial planlaşdırılması metodları əsasında bir sıra hesablama skrininq təcrübələri aparılıb və təhlili şəbəkənin iş rejiminə əhəmiyyətli təsir göstərən idarəetmə cihazlarını seçməyə imkan verən reqressiya tənlikləri qurulub.

Müasir sənaye elektrik təchizatının qarşısında yeni və daha yüksək tələblər qoyulub, ümumi şəkildə bu tələblər elektrik enerjisinin idarə olunması kimi formalaşdırılıb. Bunun səbəbi güc balansının qısamüddətli pozulması ilə əlaqələndirilir, bu da elektroenergetik sistemin düyünlərində elektrik enerjisinin məhdudiyyətinə gətirir. Digər tərəfdən elektrik enerjisinin idarə olunması problemi onunla əlaqədardır ki,iri sənaye müəssisələrininişlədiciləri elektrik enerjisinin keyfiyyətinin pisləşməsinə səbəb olan mənbəələr və onun paylanmasına olan nəzarətin energetik sistemlə sənaye müəssisələri arasında cavabdehliyin daha səmərəli bölünməsini tələb edir.

Enerjinin idarə olunması konsepsiyasına daxil olan əsas məsələlərdən biri – enerji limitinin planlaşdırılması işidə araşdırılmışdır. Bu məqsədlə çox kriteriyalı optimallaşdırma üçün ekspert qiymətləndirmə metodundan istifadə edilir. Altı məqsəd ətrafında enerji məhdudiyyətinin optimallaşdırılması ümumi effektivliyə görə təyin edilir. Mümkün variantlar çoxluğundan məsələnin optimal həlli ümumi effektivliyin ən böyük göstəricisinə görə tapılır. Reqresiya analizindən istifadə edərək optimallaşdırmanın məqsədlərindən asılı reqresiya tənliyi tərtib olunur. Onun vasitəsilə məqsədlərin dəyişməsindən asılı olaraq enerji çatışmamazlığının optimal paylanması məsələsi biavasitə həll oluna bilər.

Ədəbiyyat

1.Холмский В.Г. Расчет режимов электрических сетей. М., В.Ш., 1975

2.Мельников Н.А., Росман Л.В. Принципы автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности в питающих электрических сетях. Электричество.1971.№8

3.Маркушевич Н.С. Автоматизированная система диспетчерского управления. М.: Энергоатомиздат,1986.

4.Гусейнов Ф.Г., Мамедьяров О.С.,Планирование эксперимента в задачах электро-энергетики. М.: Энергоатомиздат,1988

РЕЗЮМЕ
ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ ЭНЕРГИИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ НАГРУЗОЧНЫХ УЗЛАХ
Ширинова А.Я.,Джамалатдинова У.Х.

Ключевые слова: *отсеивающие эксперименты, оптимизация режимов, факторное планирование, регулятор, управление режимами, регрессионный анализ, количество факторов.*

В зависимости от состояния сети проводился предварительный анализ режимов работы сети и подбирался набор необходимых устройств управления. С их помощью обеспечивались требуемые условия управления. На основе методов факторного планирования эксперимента был проведен ряд вычислительных отсеивающих экспериментов и построены уравнения регрессии, анализ которых позволяет выбрать управляющие устройства, оказывающие существенное влияние на работу сети.

SUMMARY
OPTIMIZATION OF ENERGY DEMAND MANAGEMENT IN INDUSTRIAL LOAD ASSEMBLY
Shirinova A.Y., Jamalatdinova U.H.

Keywords: *screening experiments, mode optimization, factorial planning, controller, mode control, regression analysis, number of factors.*

Depending on the state of the network, a preliminary analysis of the operating modes of the network was carried out and a set of necessary control devices was selected, with their help, the required control conditions were provided. Based on the methods of factorial planning of the experiment, a number of computational screening experiments were carried out and regression equations were built, the analysis of which allows to select control devices that have a significant impact on the operation of the network.

GÜNƏŞ PANELİNİN İŞIQLANDIRMA DİRƏYİNƏ BƏRKİDİLMƏSİ

Abdulova N.A., Məmmədova G.T.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
abdulovanafise@gmail.com

Açar sözlər: *günəş batareyası, kabel, dirək, projektor, dəmir-beton*

Günəş panellərinin işıqlandırma dirəyinə bərkidilməsinə, müxtəlif dizaynlı dirəklər və onların qurulmasina, istehsalda ən texnoloji cəhətdən inkişaf etmiş, nisbətən kiçik bir kütləyə malik olan, mexaniki və istilik təsirlərinə davamlı, kifayət qədər uzun müddət əsas əməliyyat xüsusiyyətlərini saxlayan dirəklərin seşilməsinə baxılmışdır.

Gecə görmə qabiliyyətini təmin etmək üçün işıqlandırma qurğularının əsas elementlərindən biri işıqlandırma dirəkləridir (və ya dirəklər). İşıqlandırma dirəkləri istehsal materialından asılı olaraq aşağıdakı növlərdəndir:

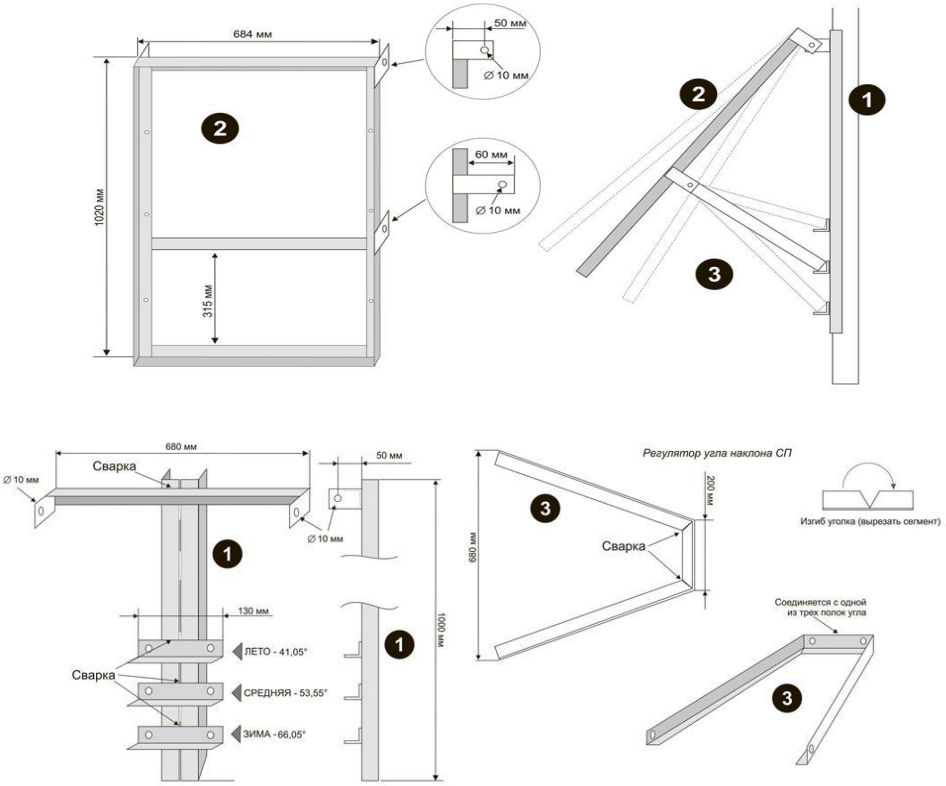
- metal; - dəmir; -beton; - kompozit;- taxta.

Bütün növ dayaqlar işıqlandırma qurğularının quraşdırılması üçün nəzərdə tutulmuşdur, məsələn, lampalar, küçə lampaları, projektorlar və s. Buna görə də, hər hansı bir əlavə avadanlıq, məsələn, günəş batareyası bir dayağa yerləşdirərkən, dəstəyin dizaynına xüsusi diqqət yetirilməlidir. Bu, ilk növbədə onunla əlaqədardır ki, əlavə avadanlıq həm kütlə baxımından, həm də külək axınının artması (külək müqaviməti) hesabına yan yük baxımından yükün artmasıdır [1,3].

İstehsalda ən texnoloji cəhətdən inkişaf etmiş, nisbətən kiçik bir kütləyə malik olan və kifayət qədər uzun müddət əsas əməliyyat xüsusiyyətlərini saxlayan metal dayaqlardır. Mexaniki və istilik təsirlərinə həssaslıq kimi parametrlərə görə metal dayaqlar dəmir-betondan üstündür. Bundan əlavə, dəmir-beton dayaqlar zaman keçdikcə çatlaya bilər, üzərində çiplər və digər qüsurlar yaranır və ağır çəkilərinə görə daşınması müəyyən çətinliklərlə əlaqələndirilir.İşıqlandırma dirəkləri üç şəkildə quraşdırılır: flanşlı, dik və konsollu. Standart metal flanş dirəyinin dizaynı və futuristik işıqlandırma dirəyinin dizayn variantı şəkil 1-də göstərilmişdir.

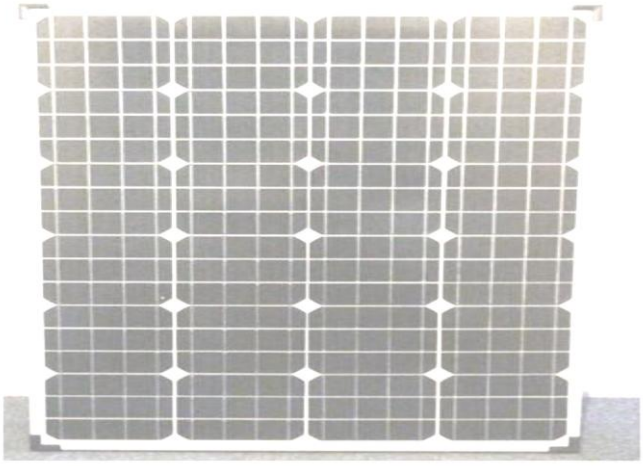
Şəkil 1. Standart metal flanş dirəyi və işıqlandırma dirəyinin dizaynı

Lampanın işləməsini təmin etmək üçün günəş panellərinin quraşdırılması üçün metal dirəklər ən uyğundur. Metal asanlıqla işlənir və dayaq içərisi boş olduğundan, orada günəş panellərini idarəetmə blokuna və batareyaya birləşdirən kabel çəkmək mümkündür. Günəş panellərini metal dayağa bağlamağın da müxtəlif yolları var. Bir qayda olaraq, batareyalar ən azı dörd nöqtədə sabitlənir. Həm də nəzərə alınır ki, əksər montaj çərçivələri və montajları uzun tərəfə bərkidilmə üçün nəzərdə tutulub, yəni batareya üfüqi deyil, şaquli istiqamətə yönəldilməlidir. Günəş mini-SPP istifadə edərək küçə işıqlandırma sisteminin səmərəliliyini artırmaq üçün mövsümdən asılı olaraq günəş panellərinin meyl bucağını dəyişdirməyə imkan verən və eyni zamanda asan olacaq dizayndan istifadə etmək lazımdır. İstehsalın aşağı qiyməti var və bir metal dayağa əlavə edilə bilər. Günəş batareyasının dəyişən meyl bucağı olan metal dayağa quraşdırılmasının dizaynı şəkil 2-də göstərilmişdir.



Şəkil 2. Günəş batareyasının dəyişkən meyil bucağı olan metal dayağa bərkidilməsinin dizaynı

Şəkil 2-də göstərilən dizayn 100 Vt gücündə TopRaySolar 100 günəş batareyası üçün işlənib hazırlanmışdır, onun görünüşü və əsas xarakteristikaları Şəkil 3-də göstərilmişdir [2].



Şəkil 3 - Günəş batareyası TopRaySolar 100M

Texniki göstəricilər:
- elementlərin növü monokristal, sinif A, 156x156;
- xanaların sayı 72;
- anodlaşdırılmış alüminium çərçivə;
- temperli şüşə 3,2 mm;
- kabel 4 mm2, uzunluğu 1 m;
- birləşdiricilər MS-4;
- qovşaq qutusu IP 65;
- ölçüləri 664x1006x35 mm;
- iş temperaturu -40 °C... 85 °C.

Performans:

- maksimum güc (Pmax) 100 W (±5%);
- maksimum gərginlik (Vmp) 18 V;
- maksimum cərəyan (Imp) 5,56 A;
- açıq dövrə gərginliyi (Voc) 22,32 V;
- qısa qapanma cərəyanı (Isc) 5,9 A.

Ədəbiyyat

1. Солнечная энергия [Электронный ресурс]. Режим доступа. - URL: www.wikipedia.org/Солнечная энергия/ .
2. Солнечный модульTopRaySolar 100M [Электронный ресурс] - Режим доступа.- URL:http://solarcrown.ru/magazin2/product/solnechnyy-modul topraysolar-100m .
3. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки М.: Энергоатомиздат 1991.

РЕЗЮМЕ
КРЕПЛЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ПАНЕЛИ НА СТОЛБЕ ОСВЕЩЕНИЯ
Абдулова Н.А., Мамедова Г.Т.

Ключевые слова: *солнечная батарея, кабель, опора, прожектор, железобетон.*

В статье рассматриваются вопросы крепления солнечных панелей к опоре освещения, опоры различных конструкций, наиболее технологичных опор в производстве, которые имеют небольшую массу, устойчивы к механическим и термическим воздействием, долгое время сохраняют основные эксплуатационные характеристики.

SUMMARY
MOUNTING OF THE SOLAR PANEL ON THE LIGHTING POLE
Abdulova N.A., Mamedova G.T.

Keywords: *solar cell, cable, pole, floodlight, reinforced concrete*

In the report, the fastening of solar panels to the lighting pole, the poles of different designs and their construction, the most technologically developed poles in production, which have a relatively small mass, are resistant to mechanical and thermal effects, and maintain the main operational characteristics for a long time were considered.

NƏQLİYYAT VASİTƏLƏRİNİN İSTİSMARINDA TORMOZ ENERJİSİNDƏN ALTERNATİV ENERJİ MƏNBƏYİ KİMİ İSTİFADƏ VƏ QURĞUDA İNVERTORUN TƏTBİQİ

Balayeva Ə.H.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
balayeva.efile@mail.ru

Açar sözlər: *elektrogenerator, mexaniki enerji toplayıcısı, yanacaq, tormoz diski, tros.*

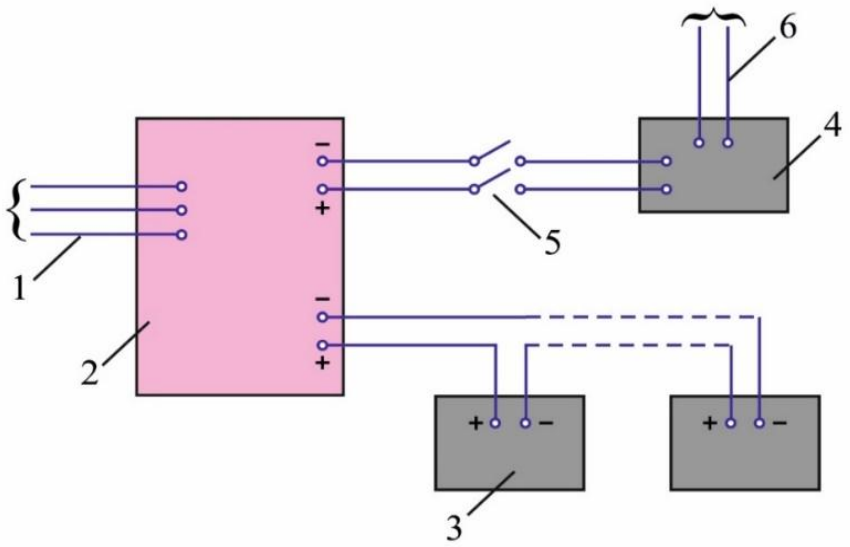
Məqalədə nəqliyyat vasitələrinin istismarı zamanı tormoz mexaniki enerjisinin elektromexaniki çevirmə elementlərinin komplektləşdirmə məsələlərinə, istehsal olunan enerjinin dəyişən cərəyana çevrilməsi və tələbatçılara verilməsi prosesinə baxılmışdır.

Məsələnin aktuallığı. Son onilliklərdə avtomobillərin sayı durmadan və intensiv şəkildə artır. Avtomobillərin səbəb olduğu əhəmiyyətli ekoloji problemlər insanların sıx məskunlaşdığı ərazilərdə toplanır. Böyük şəhərlərdə, yolun hərəkət boyunca təxminən hər 8-15 metrdən bir daxili yanma mühərriki qalıq yanacaqları yandırır və eyni zamanda ətraf mühitə zərərli maddələr paylanır. Aparılan tədqiqatların nəticələrinə görə, dünyanın iri şəhərlərində atmosferə atılan tullantıların 80 % -i nəqliyyatın payına düşür [1], [4]. Bunlarla yanaşı, tamamilə "yaşıl enerji" istehsalının davamlı olması və ətraf mühit üçün zərərli hesab edilə biləcək mənbələrdən istifadə edilməməsi, yeni texnologiyalara əsaslanaraq enerji xərclərinin azaldılması aktual məsələlərdən biridir.

Məsələnin qoyuluşu: İctimai nəqliyyat vasitələrində səmərəliliyin yüksəldilməsi, yanacaqa qənaət məqsədilə tormozlanmada yaranan mexaniki enerjinin toplanılması, elektrik enerjisinə çevirilməsi, saxlanılması və onun idarə olunmasında, elektrik avadanlıqlarının təchizatında alternativ enerji mənbəyi kimi istifadə edilməsi qarşıya qoyulan məsələdir.

Məsələnin həlli: Təyinatı, konstruksiyası, qarşılarına qoyulan məsələnin məqsədi, texniki cəhətdən mükəmməlliyi, müasir tələblərə cavab vermə səviyyəsi, texniki hazırlanmasının qabaqcıl texnologiyaların tələblərinə cavab verə bilməsi baxımından hərəkət edən obyektlər müxtəlifdir. Məlumdur ki, avtomobillərin hərəkəti yanacaqla bağlıdır, tormozlanma zamanı ekoloji problemlə yanaşı, yanacaq itkisi də yaranır.

Layihə edilən konstruksiyada tormozlanma prosesində yanacağa qənaət olunur: belə ki, tormoz enerjisi mexaniki enerji toplusuna toplanır, elektrik enerjisinə çevrilir və akkumulyator bankalarına yığılır. İstehsal olunan elektrik enerjisindən nəqliyyatın idarə olunmasında və onun elektrik avadanlıqlarının təchizatına sərf edilir. Mürəkkəb konstruksiyalı böyük güclü xüsusi avtomobillərdə hər hansı bir vacib avadanlıq olarsa, akkumulyatorda yığılmış gərginliyin dəyişən cərəyana çevrilməsi tələb olunur ki, onun dəyişdirilməsi üçün konstruksiyaya invertor daxil edilir (Şəkil).



Şəkil. Elektrik enerji şəbəkəsi 1 - generatorla əlaqə naqilləri (sinxron və asinxron generatorlar), 2 - nəzarətçi paylayıcı, 3 - akkumulyator bankaları, 4 - invertor, 5 - açar, 6 - dəyişən cərəyan mənbəyi

Sxemdə tətbiq edilən invertor akkumulyator batareyasının sabit cərəyan gərginliyini konstruksiyada olan vacib cihazların işləməsi üçün dəyişən cərəyana çevirir [3]. Dəyişən sinusoidal gərginliyə çevirmə 2 cür keyfiyyətdə ola bilər. Birinci hal gərginliyin dəqiq sinusoidal olmamasıdır ki, gərginliyin keyfiyyətliliyi tələb olunmayan avadanlıqlar üçün cihazların konstruksiyasına - təmiz sinosoidal tələb olunan halda 220 və 380 V gərginlikdə sinusoidal gərginlik invertor tərəfindən yaradılır (tezlik 50 hs-dir). İnvertorlar artıq yüklənmə işində-qısamüddətli (bir neçə saniyə) və uzunmüddətli (yarım saat) rejimə yol verirlər. Artıq yüklənmə olduqda invertorun mühafizə olunması üçün, qütblülüyünün səhv qoşulmasında və batareyaların artıq yüklənməsində açılma məsələsinə də baxılır.

Akkumulyator bankalarını artıq dolmadan qorumaq üçün qurğuda batareyaların doldurulmasına nəzarət edən nəzarətçi-paylayıcı yerləşdirilmişdir ki, o, batareyaların dolmasında gərginliyə və güc açarına nəzarət edir. Generator və akkumulyator bankalarında gərginliklərin xeyli fərqli olmasında şəbəkə akkumulyator bankasından batareyalara paralel qoşulan istilik-elektrik elementinə keçirilir [2]. İstilik-elektrik elementinin parametrləri elə seçilir ki, istilik-elektrik elementində gərginlik akkumulyator batareyasının gərginliyindən aşağı olsun, belə olduqda cərəyan həmişə istilik-elektrik elementindən axacaqdır [5]. Əgər generatorun gərginliyi bir qədər yüksəkdirsə akkumulyator bankalarının doldurulması prosesi gedir və gərginliyin qiyməti qalxır, əks halda batareyalar boşalır və gərginliyin qiyməti düşür.

Nəticə.

1.Nəqliyyat vasitələrinin istismarında alternativ enerji mənbəyi tədqiq edilmişdir.

2.Nəqliyyatın tormozlanması zamanı mexaniki enerjinin toplanılması, elektromexaniki çevrilməsi və akkumulyator bankalarına yığılmasına nail olunması araşdırılmışdır.

3.Tormozlanmadan alınan mexaniki enerjinin elektrik enerjisinə çevrilməsi, toplanması və onun nəqliyyatın idarə olunmasında, elektrik avadanlığının təchizatında istifadəsi açıqlanmışdır.

Ədəbiyyat

1. Иванов А.М., Иванов С.А.Транспортные средства и проблемы экологии. Приводная техника, №2, 2000, с. 22-29.

2. Лопухина Е.М., Нахамкин А.М., Семенчуков Г.А., Сенкевич Т.Ю. Автоматизированное проектирование электрических машин / М.: МЭИ, 2002, 345 с.

3. Москаленко В.В. Электрический привод / М.: Высшая школа, 2020, 245 с.

4. Bayryeva L.S. Electric traction: urban land transport / Bayryeva L.S., Shevchenko V.V., Moscow: Transport, 2016, - p.206.

5. Haase J. и др. Analysis of Batteries in the Built Environment An overview on types and applications // IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. 2017, с. 8113 – 8118, 145.

РЕЗЮМЕ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ ТОРМОЖЕНИЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ И ПРИМЕНЕНИЕ ИНВЕРТОРА В УСТАНОВКЕ

Балаева А.Г.

***Ключевые слова**: электрогенератор, накопитель механической энергии, топливо, тормозной диск, трос.*

В статье рассмотрены проблемы сборки электромеханических элементов преобразования механической энергии торможения при эксплуатации транспортных средств, процесс преобразования вырабатываемой энергии в переменный ток.

SUMMARY

THE USE OF BRAKING ENERGY AS AN ALTERNATIVE ENERGY SOURCE IN THE OPERATION OF VEHICLES AND THE APPLICATION OF THE INVERTER IN THE UNIT

Balayeva A. H.

***Key words**: electro generator, mechanical energy collector, fuel, brake disk, cable.*

In the article, the problems of assembling electromechanical conversion elements of brake mechanical energy during the operation of vehicles, the process of converting the produced energy into alternating current and giving it to students were considered.

STATİKİ KONDENSATORLU ASİNXRON GENERATORLU KEQ-in STATİKİ XARAKTERİSTİKALARI

Həşimova A.R.

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

ashura.hashimova@gmail.com

Açar sözlər: *külək elektrik qurğusu, külək mühərriki, generasiya sistemləri, kondensator batareyaları, stator dolağı, güc əmsalı, gərginlik tənzimləyicisi*

Məqalədə asinxron generatorlu KEQ-də asinxron generatorunun stator dolaqlarına statiki kondensator batareyalarının qoşulması ilə statiki xarakteristikalarına baxılmışdır. Bu məqsədlə kondensator batareyaları nəzərə alınmaqla asinxron generatorun "T" şəkilli əvəz sxemi tərtib olunmuş, stator cərəyanı, güc əmsalı təyin olubmuş, sonra isə statora verilən gərginliyin sabit və tənzim olunması ilə i_s = f(V), cos φ= f)V), S= f(V) asılılıqları çıxarılmışdır.

Hal-hazırda dünya miqyasında enerji tələbatının 70% - i qazıntı halında olan yanacaqların yandırılması ilə hasil edilir. Təbii yanacaq ehtiyatlarının tükənmək təhlükəsi, həmçinin belə yanacaqlardan istifadə edilməsi zamanı ekoloji təhlükənin labüdlüyü, bu enerji resurslarına alternativ olan mənbələrdən istifadə edilməklə enerji istehsalının vacibliyini qarşıya qoyur. Üzvi yanacaqlara alternativ olan enerji resurslarına günəş, külək, biokütlə, su və s. enerji növlərini göstərmək olar.

Alternativ və ya bərpa olunan enerji resursları arasında külək energetikası daha çox üstünlüyə malikdir, çünki planetimizdə külək daima mövcuddur, onu "əldə etməyə" çalışmaq lazım deyil, onon ehtiyatları daimidir.

Dünya miqyasında külək energetikasının aktiv şəkildə inkişaf etdirilmədinə keçən əsrin 70-ci illərindən başlanılmaslna baxmayaraq 2020-ci ildən başlayaraq külək energetikası daha böyük sürətlə inkişaf etdirilməyə başlanılmışdar.

Azərbaycan Respublikaslnda da 2020-ci ildən ehtibarənalternativ enerji resurslarından istifadə edilmıklə möhtəşəm layihələr həyata keçirilir, belə ki, 13 yanvar 2022-ci ildə gücü 240 meqavatt olan "Xızı-Abşeron" külək elektrik stansiyasının, 15 mart 2022-ci ildə gücü 230 meqavatt olan "Qaradağ " günəş elektrik stansiyasının təməl qoyulma mərasimləri keçirilmişdir. Əlbətdə, Azərbaycan təkcə bu layihələrlə kifayətlənmir, 2030-cu ilə qədər bir sıra yeni layihələrin həyata keçirilməsini planlaşdırır, çünki Azərbaycanda külək enerjisindən istifadə edilməklə elektrik enerjisi istehsal etmək üçün illlik külək enerji potensialı təqribən 3000 meqavattdır.

Azərbaycan vetroenergetika sahəsində olan yolun hələ başlanğıcındadır. Respublikamızın işğaldan azad olunmuş ırazilərində nəzərdə tutulan yeni layihələrin həyata keçirilməsi zamanıbu ərazilərdə yeni infrastrukturların yaradılması ilə əlaqədar olaraq elektrik enerjisinə olan tələbatın ödənilməsinin bir yolu bərpa olunan enerji resurslarından, o cümlədən külək enerjisindən istifadə edilməklə həyata keçiriləcəkdir.

Həyata keçirilməsi nəzərdə tutulan layihələrin yerinə yetirilməsi zamanı həm böyük güclü, həm də kiçik güclü kelək elektrik qurğularının inşa edilməsi nəzərdə tutulur. Belə külək elektrik qurğularından istifadə edlməklə elektrik enerji istehsalında müxtəlif generasiya sistemləri mövcuddur ki, bunlardan bir variantı asinxron generatorları vasitəsi ilə enerji hasil edilməsidir. Belə generasiya sistemi digər sistemlərə nəzərən sadə konstruksiyaya malik olan asinxron generatorlarından istifadə olunmaqla enerji hasil edilməsidir. Lakin belə generasiya sisteminin mənfi cəhəti ondan ibarətdir ki, külək elektrik qurğularında asinxron maçınlarının istifadəsi zamanı eyni küləkli rejimdə sinxron maşına nisbətən az enerji istehsal edir, lakin nəzərə almaq lazımdər ki, sinxron maşınların da birsıra çatışmayan cəhətləri vardır.

Asinxron maşının digər çatışmayan cəhəti ondan ibarətdir ki, o təqribən gərginliyin kvadratına mütənasib olan böyük maqnitlənmə cərəyanıyla şərtlənən kiçik güc əmsalı ilə işləyir. Güc əmsalı kiçik olan asinxron generatorundan istifadə edildikdə güc əmsalının mümkün olan maksimuma yüksəldilməsi üçün külək elektrik qurğularında (KEQ) statiki kondensator batareyaları vasitəsi ilə reaktiv güc hasil etmək lazım gəlir. Qarşıya qoyulan məsələni həll etmək üçün KEQ-in hesabi sxemi tərtib olunur və qəbul edilir ki, kelək rlrktrik qurğusu sistemə işləyir.

Məlumdur ki, istənilən tipli külək eletrik qurğusu küləyin sürətinin müəyyən dəyişmə diapazonunda işləyir. Adətən iti sürətli KEQ-lər üçün küləyin sürətinin aşağı (minimal) həddi 3-4 m/san, yuxarı həddi frontal KEQ-lər üçün 25-30 m/san və şaquli oxlu KEQ-lər üçün 20-25 m/san təşkil edir. Asinxron generatorlu KEQ-i elektrik şəbəkəsinə, təbiidir ki, küləyin sürəti V=3-4 m/san olduqda qoşmqaq lazımdır.

Asinxron generatorun stator dolaqlarına statiki kondensator batareyalarının qoşulduğunu nəzərə alsaq, elektrik şəbəkəsinə işləyən asinxron generatorlu KEQ-in parametrlərinin hesabı mürəkkəbləşir. KEQ-in statiki iş rejimində xarakteristikalarını tədqiq etmək üçün statiki kondensator batareyaları nəzərə alınmaqla asinxron generatorun "T" şəşilli əvəz sxemi tərtib olunur və maşının Z_{kAM} müqaviməti təyin edilir, məlum ifadələrlə stator cərəyanı, güc əmsalı $\cos\varphi$ $_a$ hesablanır. Bundan sonra asinxron generatorlu KEQ-in statiki xarakteristikalarını həm şəbəkə gərginliyinin sabit qiymətində (U_s=1=const.), həm də stator dolağına verilən gərginliyi dəyişdikdə (U_s=var), yəni gərginliyi U_{skop}=1- 0,15(12-V) ifadəsi dəyişdikdə qurulur. Bunun üçün küləyin sürətinin 4m/san-dən hesabi sürətə qədər dəyişməsi ilə verilən hallara uyğun olaraq KEQ=in parametrləri, həmçinin KEQ-in gücündən asılı olaraq kondensator batareyalarının bir fazaya düşən qoyuluş gücü təyin edilir.

Aparılmış hüsabatlara əsasən i_s=f(V); $\cos\varphi$= f)V); s=f(V) asılılıqları çıxarılır. Sonra həmin xarakteristikalar sistemə statiki kondensator batareyaları qoçulmadıqda olan xarakteristikalarla müqayisə edilir. Müqayisə zamanı məlum olur ki, statiki londensator batareyaları qoşulmaqla, gərginliyin U_{skop} ifadəsi ilə tənzimlənməsi praktiki olaraq küləyin sürətinin dəyişməsinin bütün işçi diapazonunda, yəni külək elektrik qurğusu güc hasil etməyə başlayandan nominal işçi sürətə qədər güc əmsalı sabit qalır.

Ədəbiyyat

1.Безруких П.П. Ветроэнергетика. М.: Интехэнерго - издат, Теплоэнергетик, 2014, 304с.

2.Азербайджан совершает прорыв в возобновляемой энергетике. [Электронный ресурс]. http: //anl.az/dovn/meqale/ses/2010/may/120338ht.

3.Никишин А.Ю., Казаков В.П. Современное ВЭУ на базе асинхронных машин // Современные проблемы науки и образования. – 2012. -№6

4.Мустафаев Р.И., Гашимова А.Р. Статические характеристики ВЭУ с асинхронным генератором при регулировании подводимого к статору напряжения. М.: Электротехника № 11, 1999.

РЕЗЮМЕ

СТАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЭУ С АСИНХРОННЫМ ГЕНЕРАТОРОМ И СТАТИЧЕСКИМИ КОНДЕНСАТОРНЫМИ БАТАРЕЯМИ

Гашимова А.Р.

***Ключевые слова**: ветроэлектрическая установка, ветродвигатель, системы генерирования, конденсаторные батареи, коэффициент мощности, регулятор напряжения*

В статье рассмотрена статическая характеристика ВЭУ с асинхронным генератором при подключении конденсаторной батареи к статорной обмотке асинхронного генератора. Для этой цели составлена «Т» образная схема замещения асинхронного генератора с учетом конденсаторных батареи, затем определен ток статора, коэффициент мощности, сняты зависимости i_s = f(V), $\cos\varphi$= f)V), S= f(V) при постоянстве и при регулировании напряжения, подводимого к статорной обмотке асинхронного генератора.

SUMMARY
STATIC CHARACTERISTICS OF WPP WITH ASYNCHRONOUS GENERATOR AND STATIC CAPACITOR BATTERIES
Hashimova A.R.

***Key words**: wind power plant, wind turbine, generation systems, capacitor banks, power factor, voltage regulator*

The article considers the static characteristic of a wind turbine with an asynchronous generator when a capacitor bank is connected to the stator winding of an asynchronous generator. For this purpose, a "T" shaped equivalent circuit of an asynchronous generator was drawn up, taking into account capacitor banks, then the stator current, power factor were determined, the dependencies is = f (V), cosφ = f) V), S = f (V) were taken at constancy and when regulating the voltage supplied to the stator winding of an asynchronous generator.

ВЗАИМОВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИЛОВОГО ТРЕХФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА СО СХЕМОЙ СОЕДИНЕНИЯ ОБМОТОК «ЗВЕЗДА-ДВОЙНОЙ ЗИГЗАГ С НУЛЕВЫМ ПРОВОДОМ»

Прищепов М. А., Збродыга В. М.. Зеленькевич А. И..
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск, Беларусь
pma.eshp@bsatu.by, zvm.nrgsnb@bsatu.by , a.i.zelenkewich@bsatu.by

***Ключевые слова:** трансформатор, качество электрической энергии, схема соединения обмоток, конструктивные параметры, технические характеристики.*

В работе рассмотрен силовой трехфазный трансформатор со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом», который обеспечивает синусоидальность кривой тока нагрузки и напряжения и обладает хорошими симметрирующими свойствами. С использованием разработанных авторами методики, алгоритма и компьютерной программы расчета конструктивных параметров данного трансформатора проведены расчеты основных параметров и характеристик. Представлен анализ результатов расчетов, определены основные взаимовлияющие факторы.

Силовой трехфазный трансформатор со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» [3] имеет нулевую группу соединений обмоток, обеспечивает синусоидальность кривой тока нагрузки и напряжения и обладает хорошими симметрирующими свойствами [2-7].

При конструировании трансформаторов необходимо чтобы он был наиболее энергоэффективным и экономичным, с наименьшими совокупными дисконтированными затратами на трансформацию электрической энергии для чего выполняется большое количество расчетов. Авторами разработаны методика, алгоритм и компьютерная программа расчета конструктивных параметров предлагаемого силового трансформатора со специальной схемой соединения обмоток [1]. Решение этой задачи для каждого типа трансформатора требует рассмотрения большого числа вариантов расчета, отличающихся соотношением основных размеров, а также параметрами холостого хода и короткого замыкания. Соотношение основных размеров β оказывает значительное влияние не только на параметры трансформатора, но и определяет пропорции размеров трансформатора.

Для определения влияния соотношения основных размеров β на параметры разработанного авторами силового трехфазного трансформатора проведены расчеты трансформаторов различных мощностей. Расчеты выполнены с использованием разработанной программы расчета [1] в широком диапазоне изменения β. Проведены по два варианта расчета: первый – при неизменном значении магнитной индукции в стержнях магнитопровода и различных значениях плотности тока в обмотках; второй – при неизменном значении плотности тока в обмотках и различных значениях магнитной индукции в стержнях магнитопровода. Результаты расчетов представлены в виде графиков для наиболее часто используемых в сельских сетях Беларуси трансформаторов мощностью 100 кВ·А. На рисунках 1–4 приведены зависимости массы стали магнитопровода и металла (алюминия) обмоточного провода, потерь и напряжения короткого замыкания, а так же потерь и тока холостого хода от β для трансформатора типа ТМГ 100/10 со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом».

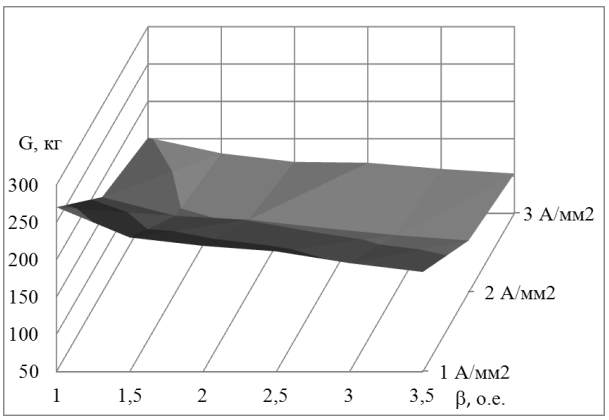


Рис. 1. Зависимости массы металла обмоток $G=f(\square)$от плотности тока в обмотках j при B_c=1,6 Тл

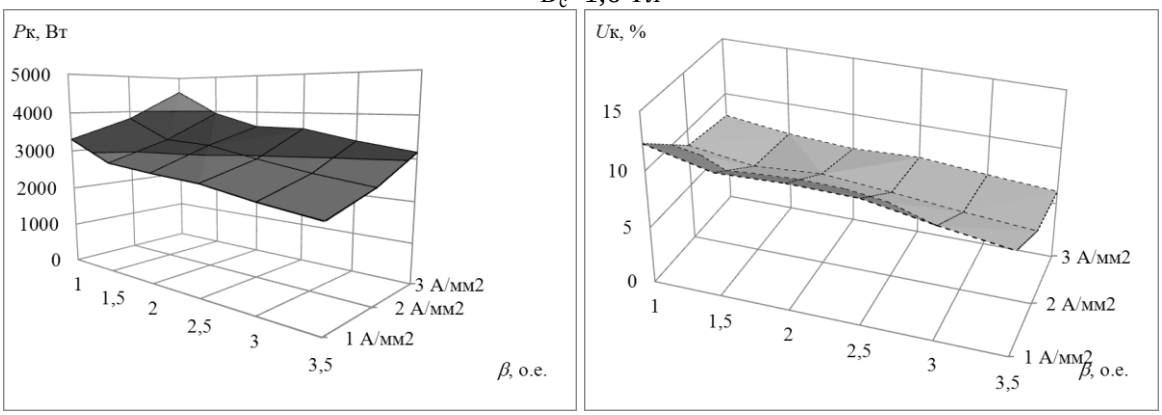


Рис. 2. Зависимости потерь короткого замыкания $P_к=f(\square)$ и напряжения короткого замыкания $U_{к\%}=f(\square)$ от плотности тока в обмотках j при B_c=1,6 Тл

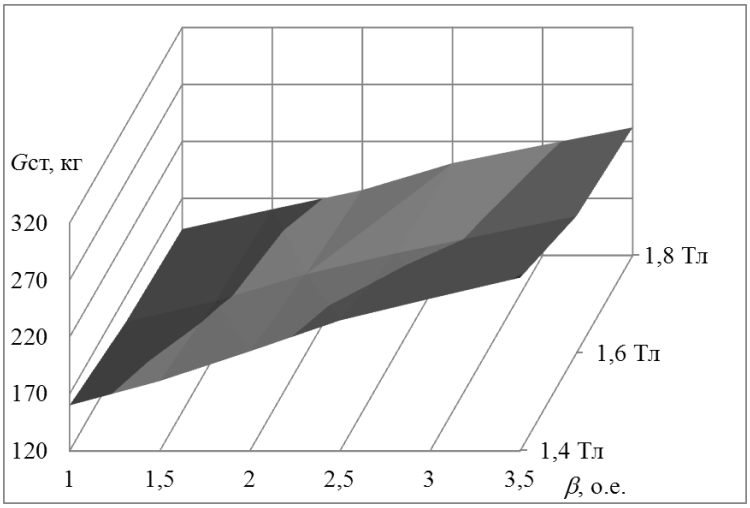


Рис. 3. Зависимости веса стали магнитопровода $G_{ст}=f(\square)$ от величины магнитной индукции в стали Bс при j=2,5А/мм^2

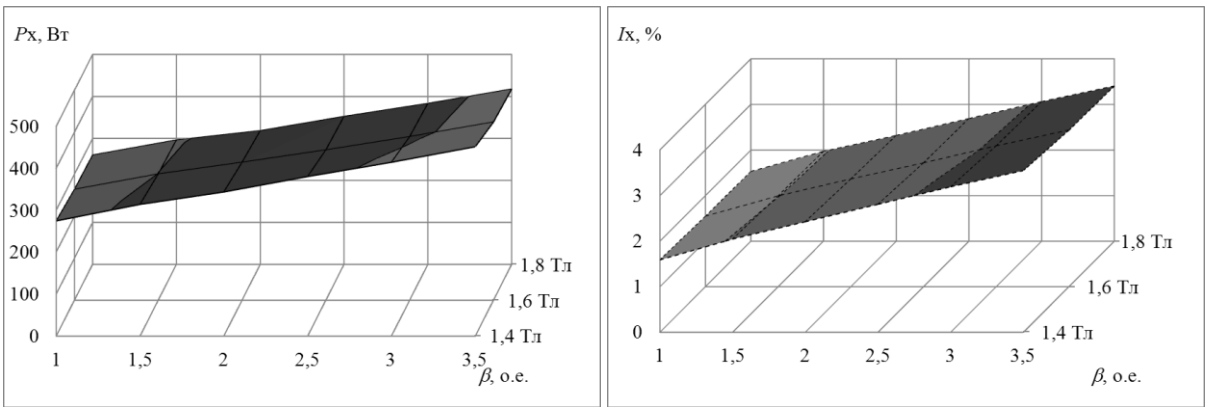


Рис. 4. Зависимости потерь холостого хода $P_x=f(\square)$ и тока холостого хода $I_x=f(\square)$ от величины магнитной индукции в стали Bс при j=2,5А/мм^2

Анализ результатов расчета показывает, что с ростом β в 3,5 раза масса металла обмоток $G_{пр}$ снижается на 32%. Увеличение плотности токов в обмотках j в 3 раза при постоянном β снижает массу обмоток $G_{пр}$ на 43-44%, но при этом ухудшаются условия охлаждения обмоток. Увеличение магнитной индукции $B_с$ на 22% при неизменных значениях β снижает массу металла обмоток $G_{пр}$ на 3-4,5% за счет уменьшения диаметра стержней на 11,4-11,8% и, соответственно, средней длины витков на 34%.

Увеличение β в 3,5 раза ведет к снижению массы стали в стержнях $G_с$, но увеличению массы стали в ярмах $G_я$ и общей массы стали магнитопровода $G_{ст}$ на 37,5-39,7% трансформатора. Увеличение магнитной индукции $B_с$ на 22% при неизменных значениях β снижает массу стали в стержнях, ярмах и общую массу стали на 22,5-26,6%. Увеличение плотности токов j в обмотках в 3 раза при неизменных значениях β снижает массу стали в ярмах и общую массу стали $G_{ст}$ на 10,6-14,6%.

Увеличение магнитной индукции $B_с$ на 22% при неизменных значениях β увеличивает потери $P_х$ на 18,6-20,3% и ток холостого хода $I_х$ на 9,8-11,3% за счет увеличения удельных потерь в стали и удельной намагничивающей мощности. Так как с ростом β в 3,5 раза увеличивается масса стали $G_{ст}$ на 37,5-39,7%, то возрастают потери $P_х$ на 36,9-37,8% и ток $I_х$ холостого хода на 54,7-55,4%. Увеличение плотности токов j в обмотках в 3 раза при неизменных значениях β снижает потери холостого хода $P_х$ на 5,1-7,4% за счет снижения массы стали $G_{ст}$ на 10,6-14,6% и снижает ток холостого хода $I_х$ на 3,8-4,4%.

Значения потерь $P_к$ и напряжения $u_к$ снижаются с возрастанием β практически пропорционально снижению массы металла обмоток $G_{пр}$. Увеличение плотности токов j в обмотках в 3 раза при неизменных значениях β увеличивает потери $P_к$ на 25,8-30,1% и снижает напряжение $u_к$ короткого замыкания на 32,9-38,6%. С ростом потерь $P_к$ ухудшаются условия охлаждения обмоток. Увеличение магнитной индукции $B_с$ на 22% при неизменных значениях β снижает потери короткого замыкания $P_к$ на 4-5,6% из-за снижения массы металла обмоток $G_{пр}$ на 3-4,5% за счет уменьшения диаметра стержней на 11,4-11,8% и соответственно средней длины витков на 34%, а также высоты обмотки на 10,2-11%, что приводит к уменьшению площади поверхности охлаждения обмоток на 18-20%.

Работа выполнена в рамках государственной программы (№20220341) «Повышение эффективности сельского электроснабжения путем улучшения качества и надежности сельских электроустановок».

Литература

1. Прищепов, М.А. Методика расчета конструктивных параметров и технических характеристик трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» / М.А. Прищепов, А.И. Зеленькевич, В.М. Збродыга // Агропанорама. - 2020. – N 6. - С. 32-37.

2. Прищепов, М.А. Особенности преобразования электрической энергии в трансформаторе со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом / М.А. Прищепов, В.М. Збродыга, А.И. Зеленькевич // Агропанорама. – 2017. – № 5. – С. 16-25.

3. Прищепов, М.А. Перспективный силовой трансформатор с улучшенными характеристиками для сельских электрических сетей / М.А. Прищепов, А.И. Зеленькевич, В.М.

Збродыга // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2021. – Т. 59, № 3. – С. 355–366. https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-3-355-366.

4. Прищепов, М.А. Работа трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» при несимметричной нагрузке / М.А. Прищепов, В.М. Збродыга, А.И. Зеленькевич // Агропанорама. – 2018. – № 6. – С. 25-31.

5. Прищепов, М.А. Работа трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» при нелинейном характере нагрузки / М.А. Прищепов, В.М. Збродыга, А.И. Зеленькевич // Агропанорама. – 2018. – № 1. – С. 9-19.

6. Прищепов, М.А. Экономическая оценка эффективности снижения несинусоидальности и несимметрии напряжений применением трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» / М.А. Прищепов, А.И. Зеленькевич, В.М. Збродыга // Агропанорама. - 2022. – N 1. - С. 31-36.

7. Прищепов, М.А. Экспериментальные исследования работы трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» при несимметричной нагрузке / М.А. Прищепов, А.И. Зеленькевич, В.М. Збродыга, // Агропанорама. – 2019. – № 5. – С. 38-41.

XÜLASƏ
DOLAQLARI "ULDUZ – SIFIR MƏFTİLLİ İKİQAT ZİQZAQ" SXEM ÜZRƏ BİRLƏŞMİŞ ÜÇ FAZLI GÜC TRANSFORMATORUNUN ƏSAS KONSTRUKTİV VƏ ENERGETİK PARAMETRLƏRİNİN QARŞILIQLI TƏSİRİ
Prişepov M.A., Zbrodıqa V.M., Zelenkeviç A.İ.

Açar sözlər: *transformator, elektrik enerjisinin keyfiyyəti, sarğı birləşmə sxemi, konstruksiya parametrləri, texniki xarakteristikalar.*

Məqalədə sinusoidal yük cərəyanı və gərginlik əyrisini təmin edən və yaxşı balanslaşdırıcı xüsusiyyətlərə malik olan "neytral məftilli ulduz-ikiqat ziqzaq" sarma birləşmə sxemi olan üç fazalı güc transformatoru nəzərdən keçirilir. Bu transformatorun konstruktiv parametrlərinin hesablanması üçün müəlliflər tərəfindən hazırlanmış metodologiya, alqoritm və kompüter proqramından istifadə edərək əsas parametrlər və xarakteristikalar hesablanmışdır. Hesablamaların nəticələrinin təhlili təqdim olunur, bir-birinə təsir edən əsas amillər müəyyən edilir.

SUMMARY
INTERACTION OF THE MAIN STRUCTURAL AND ENERGY PARAMETERS OF A POWER THREE-PHASE TRANSFORMER WITH THE WINDING CONNECTION SCHEME "STAR-DOUBLE ZIGZAG WITH ZERO WIRE"
Prishchepov M. A., Zbrodyga V. M., Zelenkevich A. I.

Keywords: *transformer, quality of electrical energy, winding connection scheme, design parameters, technical characteristics.*

The paper considers a three-phase power transformer with a "star-double zigzag with neutral wire" winding connection scheme, which provides a sinusoidal load current and voltage curve and has good balancing properties. Using the methodology, algorithm and computer program developed by the authors for calculating the design parameters of this transformer, the main parameters and characteristics were calculated. An analysis of the results of calculations is presented, the main mutually influencing factors are determined.

MÜSTƏVİ GÜNƏŞ KOLLEKTORUNUN SƏMƏRƏLİLİYİNİN ARTIRILMASI YOLLARI

Həmidova R.N., Abdullayeva G.K.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti , Bakı, Azərbaycan
hamidovaruhangiz1@gmail.com, gulyareservation@mail.ru, asoiu.isd@asoiu.edu.az

Açar sözlər: *müstəvi günəş kollektoru, günəş elektrik stansiyaları, şüa uducu təbəqə, istilik itkisi, səmərəlilik.*

Müstəvi günəş kollektorlarının səmərəliliyinə təsir edən amillər qeyd edilmişdir. Optik və istilik itkilərin azaldılması üsulları, həmçinin müstəvi kollektorların səmərəli işləməsi üçün şərtlər (yəni meyl bucağı, hava şəraiti, fəsillər, coğrafi yer və kardinal nöqtələrə oriyentasiya) öyrənilir.

Giriş.İstər qlobal, istərsə də ölkə miqyasında energetikanın inkişafının mövcud tendensiyaları enerjiyə qənaət və enerji resurslarından səmərəli istifadəyə yönəlmişdir. Bu istiqamətlərdən biri də bərpa olunan enerji mənbələrindən (BE) istifadə edən texnologiyaların tətbiqi və təkmilləşdirilməsidir [1].

Bərpa olunan enerji mənbələrindən ən perspektivlisi tükənməzlik, ətraf mühitə uyğunluq, geniş yayılması və həm elektrik, həm də istilik enerjisinə çevrilmə qabiliyyəti kimi bir sıra üstünlüklərə malik olan günəş enerjisidir. Eyni zamanda, günəş kollektorlarına (GK) əsaslanan günəş elektrik stansiyalarında (GES)

istilik daşıyıcısının qızdırılması üçün günəş enerjisindən istifadə ən effektiv üsuldur və onların səmərəlilik əmsalı 80% -ə çata bilər (vakuum GK).

Günəş istilik təchizatı sisteminin bir sıra çatışmazlıqları mövcuddur ki, bunlar da həm il ərzində, həm sutka ərzində günəş şüalanmasının dövriliyi ilə əlaqəli, həmçinin günəş enerjisinin daxil olmasının təsadüfi təbiəti və tələb olunan istilik enerjisi ilə daxil olan günəş enerjisinin səviyyəsi arasındakı uyğunsuzluqla bağlıdır.

Məsələnin qoyuluşu.Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, kollektorlar günəş elektrik stansiyasının bir hissəsi kimi istifadə olunur və biz kollektorların, xüsusən də müstəvi günəş kollektorların səmərəliliyinə təsir edən amilləri nəzərdən keçirəcəyik. Bunlar qurğunun dizayn xüsusiyyətləri, quraşdırma yerinin coğrafi mövqeyi, hava şəraiti və bir sıra digər amillərdi. Müstəvi günəş kollektorunun konstruksiyasında dəyişikliklər etməklə onun səmərəliliyini maksimum dərəcədə artırmaq və istismar parametrlərini yaxşılaşdırmaq, eyni zamanda əsaslı istehsal xərclərini optimallaşdırmaq olar ki, bu da onun maya dəyərinin dəyişməsi ilə nəticələnəcəkdir.

Alınmış nəticələrin analizi. Müstəvi günəş kollektorunun hazırlanmasında əsas vəzifələrdən biri optik və istilik itkilərini azaltmaqdır. Bu itkilər şəffaf təbəqənin keçiriciliyi əmsalından və şüa uducu təbəqənin udma əmsalından asılıdır. Yəni, bu əmsalların dəyəri nə qədər yüksək olarsa, optik itki bir o qədər az olar. Şəffaf təbəqə də mümkün olan maksimum işıq ötürülməsi xüsusiyyətinə malik olmalıdır. Kollektordakı təbəqələrin sayı nə qədər çox olarsa, onların ümumi işıq ötürməsi qabiliyyəti bir təbəqədə olduğundan daha az olacaqdır. Eyni zamanda, kollektorun yuxarı hissəsi ilə istilik itkiləri azalacaq (şüşə 92%, helio-şüşə 96-98% yüksək işıq ötürülməsinə malikdir). Helio-şüşələrin yüksək qiyməti ilə əlaqədar olaraq, müstəvi kollektorlarda istifadəsi onların qiymətinə təsir göstərir.

Şüa udma təbəqəsi kimi maksimum udma əmsalı və istilik keçiriciliyi əmsalı olan materialdan istifadə etmək daha məqsədəuyğundur [2]. Müstəvi günəş kollektorlarında metal şüa uducu təbəqədən istifadə edilir.

Metallardan ən yüksək istilik keçiriciliyinə malik olanlardan gümüş (430 Vt/m·K), mis (413 Vt/m·K), alüminium (237 Vt/m·K) və polad (15,5 - 54,4 Vt/m·K) qeyd edilməlidir. İqtisadi və praktiki baxımdan alüminiumdan istifadə etmək daha məqsədəuyğundur.

Məlumdur ki, metallar kiçik şüaudma əmsalına malikdirlər. Onların üzərinə əlavə uducu təbəqə çəkilir. Çox vaxt uducu təbəqə kimi xüsusi örtükdən istifadə olunur. Bu mis oksidi, qara xrom və ya yarımkeçirici örtükdən ibarət nazik bir təbəqədir. Bu örtüklər sayəsində absorberə düşən günəş enerjisinin maksimal mümkün udulması baş verir. Nəzərə almaq lazımdır ki, xüsusi səthin istifadəsi ilə kollektorun qiyməti artır [3].

Kollektor borusundakı şüauducu təbəqənin istilik keçiriciliyi kollektorun işinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir, buna görə də onların arasında istilik ötürmə qabiliyyətinə müqaviməti artıran hava boşluğu olmamalıdır. Borudan istilik daşıyıcısına keçən istiliyin də əhəmiyyəti az deyil. Bu səbəbdən, mis borular günəş kollektoru tətbiqləri üçün ən yaxşı seçim olacaqdır.

Məlumdur ki, ümumi istilik itkisi əmsalı üç komponentin cəmidir: günəş kollektorunun yuxarı hissəsindən, aşağı hissəsindən və yan divarlardan keçən istilik itkiləridir.

Yan divarlardan istilik itkiləri azdırsa, kollektorun aşağı hissəsindən və xüsusən də yuxarı hissədən keçən itkilər cihazın səmərəliliyini əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər. Kollektorun aşağı hissəsindən istilik itkisi daha çox istilik izolyasiya təbəqəsinin materialından və qalınlığından asılıdır, günəş kollektorunun arxa divarının hazırlandığı materialdan isə daha az asılıdır. İzolyasiyanın istilik keçiriciliyi əmsalı nə qədər aşağı olarsa və qalınlığı nə qədər çox olarsa, kollektorun istilik itkisi bir o qədər az olar. Bunu nəzərə alaraq, istilik izolyasiyasının seçilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Kollektor dizaynına əks etdirici təbəqəni əlavə etməklə istilik itkisini daha da azaltmaq olar. Bu təbəqə, bir qayda olaraq, yan divarların üzərinə çəkilir və qurğunun borularından gələn infraqırmızı şüalanmanı əks etdirir. Alüminium folqa və ya folqa izolyasiyası belə bir təbəqə kimi xidmət edə bilər.

Kollektorun yuxarı hissəsindən istilik itkisi bir neçə qayda ilə azaldıla bilər:

1) udulmanı artıran və lövhədən yayılan infraqırmızı şüalanma səviyyəsini azaldan xüsusi səthin istifadəsi
2) əlavə bir uducu təbəqənin çəkilməsindən əvvəl şüa uducu təbəqənin səthi cilalanır, bu da uzundalğalı şüalanmanın səviyyəsini azaldır.
3) şəffaf təbəqə udma səthindən müəyyən məsafədə yerləşdirilirsə, onların arasındakı hava boşluğu həmçinin istilik izolyasiyası olacaqdır.

Şüşə örtükləri sayının artırılması ilə kollektorun yuxarı hissəsindən istilik itkisi azalacaq. Bu, şəffaf təbəqənin istilik ötürmə qabiliyyətinə müqavimətin ümumi dəyərinin artması ilə əlaqədardır. Nəzərə almaq lazımdır ki, bu şəffaflığı azaldacaq. Şüşələrin istilik keçiriciliyi başqa bir yolla da azaldıla bilər. İki şəffaf

təbəqə arasında təsirsiz qaz (arqon, kripton, ksenon) vurula bilər ki, bu, kollektorun yuxarı hissəsindən konvektiv istilik ötürülməsini azaldmağa imkan yarada bilər. Belə bir texniki həll ikiqat şüşədən istifadə etməklə həyata keçirilə bilər, lakin bu, cihazın dəyərinin və çəkisinin əhəmiyyətli dərəcədə artmasına səbəb olacaqdır.

Müstəvi günəş kollektorunun dizaynında dəyişiklik etmədən də ətraf mühitə istilik itkisini azaltmaq olar. Kollektorun boru qurğusu vasitəsilə istilik daşıyıcısının sərfiyyatının artırılması kollektora girişdə temperatur fərqinin artmasına, kollektorun çıxışında isə temperatur fərqinin azalmasına səbəb olur.

Bu kollektorun ümumi temperaturunun azalmasına gətirib çıxarır və nəticədə ətraf mühitə istilik itkisinin azalması baş verir. Beləliklə, belə nəticəyə gəlmək olar ki, bu halda kollektorun faydalı enerjisi artacaq.

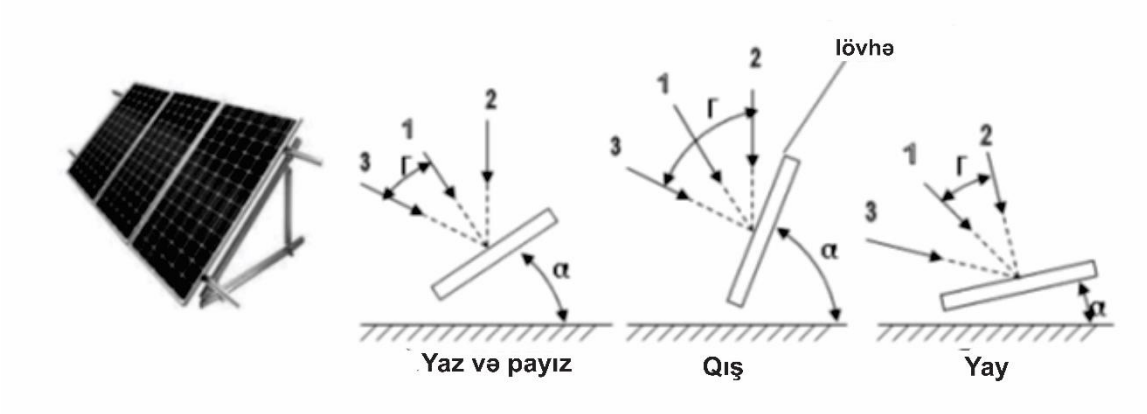
Müstəvi günəş kollektorların hazırlanmasında hədəflərdən biri kollektorun faydalı sahə/ümumi sahə nisbətinin mümkün qədər kiçik olmasından ibarətdir. Bu, qurğunun mövcud ümumi sahəsinə düşən günəş enerjisinin maksimum miqdarının udulmasına imkan verir.

Dəyişən hava və iqlim, günəşin çıxması və batması, gecə ilə gündüzün bir-birini əvəz etməsi, külək və günəş işığının düşmə bucağının mövsümi dəyişməsi kimi təbii amillər kollektorun səmərəliliyinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir. Yuxarıda göstərilən amilləri idarə etmək mümkün deyil, lakin onların təsirini azaltmaq olar.

Günəş kollektorunun səmərəliliyini onun meyl bucağını dəyişdirməklə artırmaq olar. Bu, günəş şüalarının düşmə bucağının mövsümi dəyişməsinə uyğunlaşmağa və onların hər bir halda kollektorun səthinə 90° bucaq altında düşməsini təmin etməyə imkan verəcək ki, bu da öz növbəsində günəş enerjisi qurğusunun səmərəli işləməsini əhəmiyyətli dərəcədə təmin edəcək. Yay mövsümündə meyl bucağını artırmaq, qış mövsümündə isə müvafiq qaydada meyl bucağını azaltmaq lazımdır (şəkil).

Lakin bu bucağı dəyişmək üçün əlavə maliyyə və əmək resurslarına ehtiyac var və bu səbəbdən bu prosesi həyata keçirmək hər zaman mümkün olmur. Günəş kollektorlarının meylinin optimal bucağı olaraq, qurğunun quraşdırılması coğrafi yerini bir dəyər kimi qəbul etmək tövsiyə olunur.

Bu halda, günəş qurğusunun meylini tənzimləməyə ehtiyac yoxdur, lakin eyni zamanda, onun səmərəliliyi bir qədər azalacaq. Həmçinin günəş kollektorlarında əlavə olaraq günəşin mövqeyini izləmə sistemi quraşdırıla bilər [4], bu da kollektorun gündəlik məhsuldarlığını artıracaq.



Şəkil. Mövsümdən asılı olaraq günəş panellərinin meyl bucağı

Nəticə.

Bu növ sistemlər fotoelektrik qurğularda geniş istifadə olunur [5], və bu sistemlər istilik daşıyıcısının daxil olması və çıxarılması üçün elastik borulardan istifadə etməklə günəş kollektorlarına uyğunlaşdırıla bilər. Eyni zamanda, nəzərə almaq lazımdır ki, bu sistem günəş qurğularının yalnız açıq ərazilərdə quraşdırıldığı təqdirdə tətbiq edilə bilər və bu, öz növbəsində, xeyli maliyyə xərcləri tələb edəcəkdir. Bu səbəbdən, izləmə sistemləri olmayan günəş kollektorları adətən cənub istiqamətinə yönəldilir. Bu, minimum xərclə qurğunun daha çox faydasını əldə etməyə imkan verir.

Ədəbiyyat

1. Şeryazov S. K. Kənd təsərrüfatı istehlakçılarının enerji təchizatı sistemində bərpa olunan mənbələr / ЧГАУ, 2008. 300 s.

2. Knış L.İ. Düz lövhəli günəş kollektorunda absorberin istilik keçiriciliyinin nəzərə alınması üsulu /International Scientific Journal Life and Ecology, 2014. № 2. s. 21.

3. Tvaydell C., Ueyr A. Bərpa olunan enerji mənbələri/M.: Energoatomizdat, 1990. 392 s.

4. Duxopelnikov D.V., İvaxnenko S.G., Maraxtanov M.K. Günəş kollektorları üçün selektiv örtüklər/ İzvestiya VUZov. «Maşinostroeniye», 2012. s. 75-80.

5.Şinyakov Yu.A., Şurıqin Yu.A., Arjanov V.V., Osipov A.V., Teyşakov O.A., Arjanov K.V. // Yüksək enerji səmərəliliyi ilə avtomatlaşdırılmış fotoelektrik qurğu. TUSURa,2011. № 2 (24), s. 282-287.

РЕЗЮМЕ
ПУТИ ПОВЫШНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОСКОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА
Гамидова Р.Н., Абдуллаева Г.К.

***Ключевые слова**: плоский солнечный коллектор, гелио-энергетические установки, лучепоглощающей лист, теплопотери, эффективность*

Приводятся факторы, оказывающие влияние на эффективность работы плоских солнечных коллекторов. Рассматриваются методы для снижения оптических и тепловых потерь, а также условия для эффективной работы плоских коллекторов (т.е. угл наклона, погодные условия, времена года, географическое положение и ориентированность на стороны света).

SUMMARY
THE WAYS OF IMPROVİNG THE EFFICIENCY OF A FLAT SOLAR COLLECTOR
Gamidova R.N., Abdullaeva G.K.

***Keywords**: flat solar collector,solar power plants,radiant sheet,heat loss,efficiency.*

The factors influencing the efficiency of flat solar collectors are given. Methods are considered to reduce optical and thermal losses, as well as the conditions for the effective operation of flat-plate collectors (ie the angle of inclination, weather conditions, seasons, geographical location and orientation to the cardinal points).

ПРОБЛЕМА ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

Копылова С.К., Шамсутдинова Д.Р., Корнилова С.А., Валеева Ю.С.
Казанский государственный энергетический университет
kopylovas@vplicei.info, samsutdinovadina31@gmail.com, svetic2002sveta@gmail.com
valis2000@mail.ru

***Ключевые слова**: теплоснабжение, теплоэнергетика, Российская Федерация, ТЭС, проблема.*

Отрасль теплоэнергетики в России занимает одно из важнейших мест во всех сферах жизнедеятельности, однако, несмотря на это, на ее развитие не уделяется достаточного внимания. В данной статье рассмотрены основные проблемы теплоэнергетики в России, которые существуют уже на протяжении долгого времени: износ оборудования, отсутствие рационального ресурсосбережения, низкий уровень квалифицированных сотрудников. Кроме того, были затронуты возможные пути решения некоторых из них.

Применяются общенаучные методы исследования

Введение. В наши дни теплоэнергетика является одной из важнейших отраслей в энергетике России. Она тесно связана с такими отраслями как сельское хозяйство, промышленность, бытовая промышленность, что, несомненно, влияет на экономику страны. Особенно значение теплоэнергетической промышленности имеет в холодное время года, когда от нее зависит жизнедеятельность все страны. Все это говорит о том, что развитие данной сферы в нашей стране необходимо и должно соответствовать современным тенденциям.

Основная часть. В России к основному виду электрических станций относятся тепловые электрические станции (ТЭС), которые производят электрическую энергию благодаря преобразованию химической энергии органического топлива в механическую энергию вращения вала электрогенератора. Обычно их расположение зависит от местонахождения основных потребителей и мест добычи ресурсов, что связано в основном с необходимостью передачи горячей воды не более чем на 15-20 км. В целом системами централизованного теплоснабжения ежегодно вырабатывается около 1,4 млрд Гкал тепла, что обеспечивает 70-95% жилого фонда. При этом 600 млн Гкал производства теплоэнергии приходится на 68 тыс. коммунальных котельных. Общая протяженность

тепловых сетей, которая обеспечивает теплом практически всю страну, за последние годы начала все чаще сталкиваться с такой проблемой как высокий износ оборудования, что вследствие привело к потерям тепла примерно на 25% [1]. Это связано с тем, что большая часть ТЭС были построены и начали эксплуатироваться в 1950-1960 годах. Без надлежащего обслуживания и замены оборудования, они отработали свой проектный ресурс дважды (исходя из нормативного срока службы теплосетей равный 25 годам). При условии использования изношенного оборудования происходит перерасход топлива, и появляются дополнительные убытки, которые приравниваются к нескольким млрд. рублей в год. Помимо этого, увеличивается количество аварийных ситуаций, которые могут привести к возникновению техногенных катастроф. Для решения данной проблемы ежегодно необходима замена 10-12% оборудования, в то время как в настоящий момент возможна лишь замена 1% по России в связи с недостаточными инвестициями в данной отрасли.

Второй острой проблемой, связанной с износом оборудования является рост тарифов. По мнению экспертов в данной области тепловые потери, которые возникают, главным образом, из-за устаревшего оборудования, ведут к возмещению потерь тепловых предприятий через рост тарифов. Сегодня в России нет достаточного стимула для внедрения энергосберегающих технологий и оборудования, что связано с низкими ценами на энергоресурсы с одной стороны и высокими ценами на внедрение энергосберегающих технологий с другой стороны [2]. Это связано с тем, что окупаемость подобных технологий будет проходить намного дольше, чем в других странах, из-за низких цен на энергию внутри страны по сравнению с мировыми. Финансирование и разработка долгосрочных планов по модернизации уже существующих ТЭС, а также разработка планов по строительству усовершенствованных согласно новым потребностям, в дальнейшем снизит ряд таких затрат как топливо, ремонт оборудования и транспортировку.

Кроме того, в России за последние 15-20 лет наблюдается снижение интереса к получению качественного образования в сфере теплоэнергетики, что привело к недостатку квалифицированных сотрудников, а, следовательно, и повлияло на снижение эффективности и развитие предприятий. Это также в большей степени связано с отсутствием должного финансирования со стороны государства. Помимо устаревшего оборудования и отсутствия модернизации теплоэнергетических комплексов, также отсутствует должное привлечение студентов для обучения в данной сфере.

В последние годы активно ведется разработка автоматических систем управления для различных предприятий. Сфера теплоэнергетики в данном вопросе также не должна оставаться в стороне и активно развиваться [3]. Основными задачами, которые должны решать автоматизированные системы являются следующие:

– контроль параметров качества теплоснабжения: мониторинг расхода ресурсом, температура, давление;

– расчет потребляемых ресурсов;

– анализ предоставляемых данных;

– контроль технических характеристик для снижения рисков появления аварийных ситуаций.

Разработка и внедрение подобных автоматизированных систем включает в себя ряд необходимого оборудования, такого как датчики, контрольно-измерительные приборы и т.д., которые необходимы для большого анализа данных. Данное решение позволяет максимально эргономично устроить процесс обслуживания оборудования, а также снизить риски возникновения аварий.

Кроме того, необходимо учитывать негативные факторы, которые появились с развитием теплоэнергетики, а именно принесение вреда окружающей среде в процессе работы. При сгорании топлива в атмосферу выбрасываются вредные отходы, к которым относятся летучие органические соединения и соединения летучих металлов, твердые частицы золы и газообразные оксиды серы и азота. Также, огромный вред для теплового баланса планеты являются выбросы большого количества CO_2, которые, как известно, становятся причиной возникновения парникового эффекта [4]. Поэтому современные разработки, связанные с теплоэнергетикой, должны делать особый акцент на совершенствование технологий в сторону экологической безопасности.

Выводы. В настоящее время теплоэнергетика имеет ряд значительных проблем, требующих скорейшего решения. Данная сфера еще долгое время будет являться одним из основных источников энергии для человека, поэтому ее развитие необходимо. Основные усилия должны быть направлены на повышение эффективности ТЭС с учетом современных тенденций и потребностей страны.

Литература

1. Широкова, С. С. Современные проблемы теплоэнергетики и пути их решения / С. С. Широкова // Вестник современных исследований. – 2019. – № 1.5(28). – С. 329-330.

2. Буралкин, Е. С. Автоматизация систем управления объектов теплоэнергетики с использованием 3D моделирования / Е. С. Буралкин, А. И. Егунова // International scientific review of the technical sciences, mathematics and computer science : Collection of scientific articles XVI International correspondence scientific specialized conference, Boston, USA, 12–13 июля 2020 года. – Boston, USA: PROBLEMS OF SCIENCE, 2020. – С.88-93.

3. Рябова, Т. В. Проблемы и перспективы развития тепловой энергетики в России / Т. В. Рябова, А. В. Жаворонок // Экономика России в XXI веке : сборник научных трудов XII Всероссийской научно-практической конференции «Экономические науки и прикладные исследования». В 2-х томах, Томск, 17–21 ноября 2015 года / Под редакцией Г.А. Барышевой, Л.М. Борисовой; Томский политехнический университет. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2015. – С. 424-431.

4. Костенко, Т. А. Экологические проблемы теплоэнергетики / Т. А. Костенко, Е. В. Самаркина // Молодежный вестник ИрГТУ. – 2019. – Т. 9. – № 1. – С. 133-136.

XÜLASƏ
RUSİYADA İSTİLİK ENERGETİKA SƏNAYESİNİN İNKİŞAF PERSPEKTİVLƏRİ PROBLEMİ.
Kopılova S.K., Şamsutdinova D.R., Kornilova S.A., Valeyeva Y.S.

Açar sözlər*: istilik təchizatı, istilik enerjisi sənayesi, Rusiya Federasiyası, İES, problem.*

Rusiya Federasiyasında istilik enerjisi sənayesi həyatın bütün sahələrində ən vacib yerlərdən birini tutur, lakin buna baxmayaraq, onun inkişafına kifayət qədər diqqət yetirilmir. Bu məqalə Rusiya Federasiyasında uzun müddətdir mövcud olan istilik energetikasının əsas problemlərindən bəhs edir: avadanlıqların aşınması, rasional resurs qənaətinin olmaması, ixtisaslı işçilərin aşağı səviyyəsi. Bundan əlavə, onların bəzilərinin həllinin mümkün yollarına toxunulub.

SUMMARY
THE PROBLEM OF THE PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THERMAL POWER INDUSTRY IN RUSSIA
Kopylova S.K., Shamsutdinova D.R., Kornilov S.A., Valeeva Y.S.

Key words*: heat supply, heat power industry, Russia, TPP, problem.*

The thermal power industry in Russia occupies one of the most important places in all spheres of life, however, despite this, not enough attention is paid to its development. This article discusses the main problems of thermal power engineering in Russia, which have existed for a long time: wear and tear of equipment, lack of rational resource saving, low level of qualified employees. In addition, possible ways of solving some of them were touched upon.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ТРУДОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

Галимова А.Р., Гапоненко С.О.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, ***Российская Федерация***
galimovaar00@mail.ru

Ключевые слова: *неразрушающий контроль, анализ, несанкционированные врезки, акустический метод, энергетические системы, энергоэффективность*.

В работе проведен анализ современных тенденций развития методов неразрушающего контроля трубопроводных систем. Одним из приоритетных направлений в деятельности нефтегазовой отрасли выделяют способы определения несанкционированных врезок в магистральном нефтепроводе. В связи с увеличением добычи нефтепродуктов и развитием трубопроводных магистралей, разработка систем и модернизация методов по обнаружению несанкционированных врезок является актуальной задачей. Одним из наиболее эффективных методов неразрушающего контроля является акустический метод, так как обладает рядом преимуществ. Акустический метод основан на процессе возбуждении упругих волн в контролируемом объекте с помощью пьезоэлектрического преобразователя и регистрации основных параметров колебаний. Данный вид диагностики позволяет эффективно проводить обследование непосредственно на месте расположения объекта, без вывода его из режима эксплуатации.

Введение. На сегодняшний день в нефтегазовой промышленности для транспортировки нефтепродуктов и природного газа активно применяют трубопроводные транспорты. В процессе перекачки углеводородов могут наблюдаться потери сырья в окружающую среду из-за

возникновения аварии, повреждения или несанкционированных врезок в конструкции нефтепровода. Несанкционированные врезки представляют собой врезки в нефтепроводах, установленные третьими лицами незаконным способом для подсоединения к магистральным трубопроводам с целью хищения нефтепродуктов, что является актуальной проблемой. Впоследствии подобные ситуации влекут за собой большие потери объемов продукта, которые сказываются на экономических затратах промышленных предприятий и негативном воздействии на окружающую среду. Для проведения оценки технического состояния объекта используются методы неразрушающего контроля. Современные методы неразрушающего контроля и диагностики трубопроводных транспортов получили широкое распространение в энергетический сфере.

Целью данной работы является анализ современных методов оценки технической диагностики трубопроводных систем в нефтегазовом секторе.

Основная часть. Методы неразрушающего контроля активно применяются для проведения технической диагностики трубопроводных систем и иных промышленных объектов. Существуют следующие их виды: магнитный, вихретоковый, радиоволновой, оптический, акустический, радиационный, тепловой, электрический и метод проникающими веществами. Каждый вид имеет свои преимущества и недостатки в процессе проведения диагностики [1-2].

Одной из актуальных задач развития тенденций технической диагностики трубопроводной инфраструктуры, является повышение эффективности систем обеспечения обнаружения дефектов за счет применения современных аппаратных и программных средств обработки сигналов при контроле их состояний. Стоит отметить, что даже при использовании самых современных методик для распознавания дефектов не всегда представляется возможным эффективно определять степень их потенциальной опасности [3-4].

По сравнению с другими методами, акустический метод обладает наиболее конкурентоспособными преимуществами: осуществление процедуры контроля непосредственно на рабочих местах без прерывания технологического процесса и высокая чувствительность к наиболее опасным внутренним дефектам [5-6]. При низких экономических затратах данный метод обеспечивает достоверную информацию о характере дефектов, расположенных на значительной глубине в конструкции трубопроводного транспорта и других промышленных объектах.

Обсуждение. Акустический метод контроля основан на регистрации параметров упругих волн, возбуждаемых в объекте. Волны распространяются в исследуемом объекте и совершают колебания относительно точек равновесия. Это способствует эффективному обнаружению неоднородных поверхностей, сварки и иные зоны поражения трубопроводных конструкций [7].

Выводы. В ходе работы были проанализированные методы неразрушающего контроля, которые используются для оценки технического состояния трубопроводных систем в теплоэнергетике. С использованием перечисленных методов осуществляется своевременный контроль объектов исследования без разбора составных частей и вывода из эксплуатации. Наиболее перспективным методом контроля, с точки зрения автора, является акустический метод контроля, который позволяет осуществлять наиболее эффективный и экономически целесообразный анализ технического состояния конструкции трубопроводного транспорта.

Литература

1. Костюченко А.Ю. Анализ существующих методов неразрушающего контроля строительных конструкций // Аллея науки. –2018. – Т. 1. № 6 (22). – С. 264–268.

2. Старчук Д.В., Дьяков Д.А., Бавыкин О.Б. Анализ комплексного применения методов неразрушающего контроля // В сборнике: Инновационные разработки в обработке материалов давлением и аддитивном производстве. Качество выпускаемых изделий. Материалы Всероссийской научно-технической конференции. – 2019. – С. 356–359.

3. Гапоненко С.О., Кондратьев А.Е., Мустафина Г.Р. Построение математической модели распространения волн лэмба в стальном трубопроводе с защитным наружным покрытием // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2022. – Т. 24. – № 4. – С. 3–15.

4. Роберов И.Г., Шкатов П.Н., Грама В.С., Иванов В.О., Зыбин Е.Ю., Киселев М.А., Кузуб И.Г. Применение неразрушающих методов контроля для мониторинга технического состояния конструкционных материалов в процессе эксплуатации // В сборнике: Дополнение к материалам КИМИЛА-2020. Дополнение к материалам IV Отраслевой конференции по измерительной технике и метрологии КИМИЛА-2020. Жуковский. – 2021. – С. 144–152.

5. Гапоненко С.О. Математическая модель вынужденных колебательных процессов для определения динамического отклика дефектных трубопроводов // В книге: Энергия-

2022. Семнадцатая всероссийская (девятая международная) научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых: Материалы конференции. В 6-ти томах. Иваново. – 2022. – С. 65.

6. Шихов А.И., Дунаева Е.Н. Методы и приборы неразрушающего контроля // Тенденции развития науки и образования. – 2018. – № 43–8. С. 83–85.

7. Василевич Ю.В., Якимович А.М., Язневич А.М., Неумержицкая , Е.Ю. Зубко С.А. Акустический контроль качества изделий. Ультразвуковой дефектоскоп УД4-Т «Томографик»: методическое пособие по дисциплине «Неразрушающий контроль качества» для студентов специальности 1-54 01 02 «Методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов» / Ю.В. Василевич [и др.]. – Минск: БНТУ, 2011. – 94 с.

XÜLASƏ
BORU SİSTEMLƏRİNİN QEYRİ SINAQ VƏ TEXNİKİ DİAQNOZUNUN İNKİŞAFINDA MÜASİR MEYİLLƏRİN TƏHLİLİ
Qalimova A.R., Qaponenko S.O.

***Açar sözlər**: qeyri-dağıdıcı sınaq, analiz, icazəsiz bağlamalar, akustik üsul, enerji sistemləri, enerji səmərəliliyi*

Məqalədə boru kəməri sistemlərinin dağıdıcı sınaqdan keçirilməsi üsullarının işlənib-hazırlanmasında mövcud tendensiyalar təhlil edilir. Neft-qaz sənayesinin fəaliyyətində prioritet istiqamətlərdən biri magistral neft kəmərində icazəsiz birləşmələrin müəyyən edilməsi üsullarıdır. Neft hasilatının artması və boru kəmərlərinin inkişafı ilə əlaqədar olaraq, icazəsiz birləşmələrin aşkarlanması üçün sistemlərin inkişafı və üsulların modernləşdirilməsi aktual məsələdir. Qeyri-dağıdıcı sınaqların ən təsirli üsullarından biri akustik üsuldur, çünki bir sıra üstünlüklərə malikdir. Akustik üsul pyezoelektrik çeviricidən istifadə etməklə idarə olunan obyektdə elastik dalğaların oyandırılması və əsas rəqs parametrlərinin qeydiyyatı prosesinə əsaslanır. Bu tip diaqnostika obyekti iş rejimindən çıxarmadan birbaşa onun yerində səmərəli şəkildə sorğu keçirməyə imkan verir.

SUMMARY
ANALYSIS OF CURRENT TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF METHODS OF NON-DESTRUCTIVE TESTING AND TECHNICAL DIAGNOSTICS OF LABOR-CONDUCTING SYSTEMS
Galimova A.R. , Gaponenko S.O.

***Keywords**: non-destructive testing, analysis, unauthorized tie-ins, acoustic method, energy systems, energy efficiency.*

The paper analyzes the current trends in the development of methods of non-destructive testing of pipeline systems. One of the priorities in the activities of the oil and gas industry is the methods of determining unauthorized tie-ins in the main oil pipeline. Due to the increase in the production of petroleum products and the development of pipelines, the development of systems and modernization of methods for detecting unauthorized tie-ins is an urgent task. One of the most effective methods of non-destructive testing is the acoustic method, as it has a number of advantages. The acoustic method is based on the process of excitation of elastic waves in a controlled object using a piezoelectric transducer and registration of the main parameters of vibrations. Conducting diagnostics allows you to effectively conduct an examination directly at the location of the object, without taking it out of operation.

İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYALARININ EKOLOJİ ZƏRƏRİ

İsmayılov M.B.
Mingəçevir Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan,
im_mair1975@mail.ru

***Açar sözlər**: yanacaq, kükürt, hava,enerji, bərk yanacaq*

Energetika sektorunda əsas güc mənbəyi istilik elektrik stansiyalarıdır. Dünya üzrə 65 faiz, Azərbaycanda 85 faiz güc istehsalı bu stansiyaların payına düşür. Lakin istilik elektrik stansiyalarında yandırılan yanacaq tullantıları ekologiyanın çirklənməsində böyük faiz təşkil edir. Yeni texnologiyaların tətbiqi və təmizləyici qurğuların faydalı işləməsi bu problemin qismən aradan qaldırılmasına xidmət edər. Alternativ enerji mənbələrinin istifadəsinin genişlənməsi də ekeologiyaya öz müsbət təsirini verəcəkdir.

Azərenerji sistemində hasil olunan elektrik enerjisinin 85%-ə qədəri istilik elektrik stansiyalarında (İES) əldə olunur. Enerji sisteminin qoyulmuş gücünün əsasını istilik elektrik stansiyaları təşkil edir və yaxın illərdə də elektrik enerjisi hasilinin artımı əsasən istilik elektrik stansiyalarının hesabına əldə edilməsi nəzərdə tutulur. Bildiyimiz kimi energetika dedikdə həm istilik, həm də elektroenergetika sənaye sahələri nəzərdə tutulur. Elektroenergetika da özü-özlüyündə istilik energetikasından daha təsirli elektromaqnit radiasiyası ilə atmosferi çirkləndirir.

İES-lərdən su və hava hövzələrinə atılan tullantıların nə dərəcədə zərərli olmasını, təsirini və aradan qaldırma üsullarını araşdırmaqdan öncə bu zərərli tullantıların yaranma səbəbləri və mənbələrinin öyrənilməsi vacibdir. Məlumdur ki, hal-hazırda İES-lərdə, o cümlədən Azerenerji sistemindəki buxar və qaz

turbinli İES-lərin buxar-qazan qurğularında və qaz-turbinli stansiyalarda yanma kameralarında üzvi yanacaqlardan istifadə olunur. Bu üzvi yanacaqların işçi tərkibini hidrogen (H), karbon (C), kükürd (S), oksigen (O_2), azot (N_2), nəmlik (W) və küllük (A) təşkil edir. İES-in qazan qurğularında və yanma kameralarında yanacağın yanma prosesi α=1 şəraitində (α – hava artıqlıq əmsalı adlanır, yanacağın yandırılması üçün ocağa verilən həqiqi hava miqdarının nəzəri tələb olunan hava miqdarına olan nisbəti olmaqla yanacağın növündən və yandırılma üsulundan asılıdır) yanma prosesi tam gedirsə onda atmosferə atılan yanma məhsulları (qaz qarışığı) CO_2, H_2O, SO_2, SO_3 və küldən ibarət olur (kül bərk yanacaqlara məxsusdur), yanma prosesi α>1 şəraitində getdikdə isə atmosferə atılan yanma məhsulunun tərkibində bu qazlardan başqa oksigen də (artıq qalan) mövcud olur. Aydın məsələdir ki, yanma prosesi üçün atmosfer havasından istifadə edildiyindən hər iki halda (α=1; α>1) yanma məhsullarının tərkibində azot qazı mövcud olacaqdır. Bu yanma məhsullarının tərkibindəki SO_2, SO_3 və kül toksiki (zəhərli) hesab olunur.

Yanacağın yanma prosesi natamam getdikdə yanma məhsullarının tərkibində yuxarıda qeyd etdiyimiz tam yanma məhsulları ilə yanaşı çox zəhərli natamam yanma məhsulları olan CO, CH_4, C_2H_4 və konseroqen məhsullar da mövcud olur.[1] Lakin yanma prosesini optimal şəraitdə təşkil etməklə yanma məhsullarının tərkibində bu natamam yanma məhsullarını praktiki olaraq aradan qaldırmaq mümkündür. Digər tərəfdən məlumdur ki, energetikada yəni İES-lərdə üzvi yanacaqlar olaraq bərk, maye və qaz yanacaqlardan istifadə olunur. Bu növ yanacaqlardan ancaq bərk yanacaqlarda külün miqdarı çoxdur. Maye yanacaqlarda külün miqdarı olduqca az, qaz yanacaqlarda isə praktiki olaraq yoxdur. Hal-hazırda İES-lər bərk yanacaqlarla işlədikdə yanma məhsulları ilə atmosferə atılan kül hissəciklərini tutmaq (qazlardan azad etmək) məqsədi ilə yüksək effektə malik kültutucular mövcuddur və atmosferə atılmazdan qabaq yanma məhsullarından külü praktiki olaraq tam azad etməyə imkan verir. Atmosferə atılan yanma məhsullarının tərkibində azot oksidləri mövcuddur və onun miqdarı ilk növbədə ocaqdakı temperatur rejimindən asılıdır. Yanma məhsullarındakı azot oksidlərinin miqdarını azaltmaq məqsədi ilə hal-hazırda bərk yanacaqların ocaqda nisbətən alçaq temperatur şəraitində yandırılması prosesləri işlənilir. Bununla yanaşı eyni zamanda axrıncı illər konserogen natamam yanma məhsullarının təsirinin öyrənilməsinə və xüsusi ilə də bunlardan zəhərli hesab olunan politsiklik aromatik karbohidrogenlərin ən fəalı olan benz-a-pirenin təsirinin öyrənilməsi və araşdırılması sahəsində də geniş tədqiqatlar aparılır.

Təbii şəkildə, daha doğrusu təbiətdə gedən proseslər nəticəsində atmosferə atılan zərərli tullantılardan fərqli olaraq yuxarda qeyd olunan zərərli tullantılar antropogen tulantılar adlanır. Təbiətdə gedən təbii proseslər nəticəsində atmosferə atılan tullantılar ola bilsin ki, bəzi hallarda sənaye müəssisələrdə atılan tullantılara nəzərən çoxluq təşkil etsin. Ancaq sənayesi geniş inkişaf etmiş, əhalisi çox olan sənaye mərkəzi şəhərlərdə sənaye müəssisələrindən atmosferə atılan və yerin vahid səthinə düşən çirkləndirici zərərli maddələrin miqdarı təbii tullantılara nəzərən çoxluq təşkil edir. Atmosferə atılan antropogen qarışıqların təsiri lokal və qlobal təsir baxımından baxılmalıdır. Lokal dedikdə verilmiş zaman ərzində verilmiş konkret sahəyə təsir, qlobal dedikdə ısə ümumi miqyasda atmosferə təsir nəzərdə tutulur. Hal-hazırki İES-lərdə yanma məhsullarını atmosferə atan tüstü boruları kifayət qədər hündür qurlaşdırılır və onu əhatə edən və təsirə məruz qalan sahənin diametri 20-50 km arasında qiymətləndirilir. Deməli, tüstü borusundan atmosferə atılan yanma məhsullarındakı antropogen qarışıqlar ilk növbədə bu sahədəki bitki və canlı aləmə, insanlara və binaların tikinti konstruksiyalarına mənfi təsir göstərir. Belə ki, SO_2-nin təsirindən yarpaqların səthi zədələnir və yarpaqlar xlorofilin dağılmasına məruz qalır. Xüsusi ilə iynəyarpaqlı bitkilər həmişəyaşıl olduqları üçün daha çox mənfi təsirə məruz qalır. Tədqiqatlar nəticəsində sübut edilmişdir ki, havada SO_2-nin miqdarı (konsentrasiyası) $0,23 \div 0,32 mq/m^3$ olduqda iynəyarpaqlı bitkilərin həm fotosintez, həm də nəfəs almanın pozulması səbəblərindən quruması (nəmliyin azalması) prosesi baş verərək ağac (şam) 2-3 il ərzində tam məhv olur.

Yanma məhsullarının tərkibində atmosfer havasını çirkləndirən zərərli maddələrdən biri də azot oksidləridir. Azot oksidləri insanlara zərərli təsir edir və bu təsirin ilkin simptonları dərinin qıcıqlanması ilə yanaşı insanların gözlərinin yaşarması hallarının baş verməsidir. Azot oksidləri mayelərdə çox pis həll olunur, insanların ağ ciyərlərinin dərininə daxil olaraq alveolların epitelini və bronxları sıradan çıxarır.

Texnoloji proseslərdən və insanların həyat fəaliyyəti ilə əlaqədar atmosferə atılan və həmçinin təbii proseslərdə yaranan və atmosferdə toplanan zərərli tullantılar sonradan müxtəlif çevrilmələrə məruz qalır[2]. Zərərli qaz şəklindəki və ya asılmış şəkildəki hissəciklərin fiziki-kimyəvi xassələrindən metroloji şəraitdən və ilk növbədə tüstü borusundan atılma hündürlüyündən və hissəciklərin ölçülərindən asılıdır. Qaz şəklində atılan zərərli maddələrin atmosferdə qalma müddəti və onların atmosferdə məruz qaldıqları çevrilmələr isə hələ tam öyrənilməmişdir. Misal üçün atmosferə atılan kükürd qazının atmosferdə qalma müddəti barədə ədəbiyyatlarda müxtəlif fikirlər mövcuddur. Belə ki, bəziləri hesab edir ki, bu qaz çevrilməyə məruz qalmadan atmosferdə bir neçə saat qalır, bəziləri isə bu müddətin sutkalarla ölçüldüyünü qeyd edirlər. Ədəbiyyatlardan məlumdur ki, atmosferə atılan SO_2 qazının bir hissəsi oksidləşməyə uğranılaraq SO_3 qazına

çevrilir. Sonra isə SO_3 havanın nəmliyi ilə birləşərək havada H_2SO_4 turşusu buxarını yaradır. Katalizator rolunu isə günəş şüası və havadakı toz hissəcikləri görür. Bununla yanaşı aydın məsələdir ki, bu prosesdə həm də havanın nəmliyinin təsiri böyükdür. Bəzi ədəbiyyatlarda göstərilir ki, havanın nəmliyi 60% təşkil edirsə, SO_3-ün 7,8%-i H_2SO_4 buxarına çevrilirsə, nəmlik 81% olduqda SO_3-ün 31%-i H_2SO_4-ə çevrilir. Atmosferin yuxarı qatlarında (yerdən 30 km yüksək hündürlüklərdə) fotokimyəvi reaksiya nəticəsində biosferdən düşən üzvi və qeyri-üzvi maddələr parçalanmaya məruz qalır və karbon qazı, su, oksigen, azot və s. şəklində yer səthinə qayıdır. NO_2-nin dissosiasiyaya uğraması reaksiyası çoxlu sayda digər ikinci reaksiyaların baş verməsinə səbəb olur və sərbəst radikallar şəklində azon yaranır. Fotokimyəvi parçalanmanın axrıncı məhsulu olaraq karbon oksidi, dioksid və həmçinin üzvi aerozol yaranır.

Atmosferə atılan tulantılar aşağıdakı tərkibdə qarışığlardan ibarətdir: karbohidrogenlər CO, NO_2 SO_2 hissəciklər,daş kömür-400, mazut yandırıldıqda tüstü qazları ilə atmosfer havasına sulfid və kükürd anhidridi, azot oksidləri, vanadium birləşmələri, natrium duzları, həmçinin qazın təmizlənən vaxtı ayrılan maddələr daxil olur. Bununla belə, maye yanacaq işlədildikdə geniş əraziləri tutan və daim atmosferi çirkləndirən kül layları (qalaqları) problemi yaranmır. Maye yanacaq növlərinin məhsullarında uçucu kül olmur. Təbii qazın yandırılması zamanı atmosferin əsas çirkləndirici azot oksidləri hesab olunur. Lakin İES-də təbii qazın yandırılmasından azot oksidi tullantıları daş kömürün yandırılmasından orta hesabla 20% azdır. Deməli, təbii qazdan istifadə olunması ekoloji baxımdan əlverişlidir.

Cədvəl.

Gücü 1000 MVt olan İES-in il ərzində atmosferə atdığı tullantılar (tonla).

	karbohidrogenlər	CO	NO_2	SO_2	Hissəciklər
Daş kömür	400	2000	27000	110000	3000
Mazut	470	700	25000	37000	1200
Təbii qaz	34	-	20000	20,4	500

Azot oksidlərinin və karbohidrogenlərin birgə oksidləşməsi nəticəsində yaranan məhsullar və sonrakı baş verən reaksiyalar nəticəsində olduqca zərərli təsirə malik peroksiasilnitratlar yaranır. Bu sinfə aid birləşmələr xüsusi ilə şəhərlərin havasında daha çox müşahidə olunur. İkinci fotokimyəvi reaksiyalar da yüksək sürətlə gedir. Belə ki, molekulyar oksigenin və azot oksidinin (NO) atmosferin oksigeni ilə təsiri nəticəsində ozon və azot dioksid və ya azot dioksid ilə ozonun təsiri nəticəsində isə nitratlar yaranır. Bu reaksiyalar səbəbindən fasiləsiz olaraq ozon yaranır və azot oksidi ilə qarşılıqlı təsir nəticəsində yenidən azot dioksidə çevrilir. Ona görə də İES-lərin yanma məhsulları atmosferdə yuxarı qalxdıqca tərkibində olan azot dioksidin miqdarı artır və 70%-ə çatır. Tüstü borusunun çıxışında isə bu 10-15% təşkil edir. Bu isə öz növbəsində yanma məhsullarının təbiətə və canlı aləmə zərərliyini daha da artırır. Belə ki, azot dioksidi təxminən 3,5 dəfə azot oksidə nəzərən zərərlidir. Yer səthinə yaxın atmosfer təbəqəsində fotokimyəvi çevrilmələrin baş verməsinin əsas səbəbi havanın üzvi maddələrlə və azot oksidləti ilə çirklənməsidir. Havanın çirklənmə dərəcəsi yüksək olduqda fotokimyəvi dumanın yaranmasının əsas səbəbi günəş radiasiyasının çox olması ilə əlaqədardır. Beləliklə, qeyd etdiklərimizdən aydın olur ki, İES-lərdən atılan yanacağın yanma məhsulları (bərk hissəcikləri, azot və kükürd oksidləri) stansiya yerləşən rayonun biosferinə kəskin mənfi təsir göstərir. Bu yanma məhsulları ilə atılan zərərli maddələr sonradan müxtəlif çevrilmələrə və birləşmələrə məruz qalaraq, zərərliyi daha da artaraq yer səthinə çökməklə yanaşı yağış yağdıqda həm torpağa hopur, həm də su hövzələrinə daxil olur.

Həm təbii, həm də antropoqen proseslərdən atmosferə atılan kükürd birləşmələrinin miqdarı təxminən eyni miqdarda qiymətləndirilir və hesab edilir ki, bu cəm miqdar ildə 100-150 mln.ton səviyyəsindədir. Atmosferə atılan və onu çirkləndirən əksər zərərli komponentlərin atmosferdə qalma müddəti məhdud olmaqla sutkalarla ölçülür. Ona görə də bu komponentlərin tozun, kükürd və azot oksidlərinin və s. atmosferə kəskin müşahidə olan dərəcədə toplanması (konsentrasiyalarının artması) baş vermir.

Son 100 il ərzində atmosferdə CO_2-nin miqdarının artımı 0,029÷0,032% təşkil etmişdir. Ancaq bu artımın insanlara və canlı aləmə təsirinin hiss edilməməsinə baxmayaraq atmosferdə CO_2-nin miqdarının artımı davam etmiş olsa, onda planetimizin iqliminə kəskin təsir edəcəkdir. Ədəbiyyatlara görə hələ ki, antropogen proseslərin atmosferdə oksigenin miqdarına təsiri müşahidə edilməmişdir və onun miqdarı dəyişməmişdir.

Alternativ enerji mənbələrindən istifadənin aktuallaşdığı və istifadə imkanlarının genişlənməsi hesabına İES-lərdən atılan tullantıların miqdarını ilbə-il azaltmaqla problemin həllinə uzun zamandan sonra nail olmaq olar. Azərbaycanda da bu gün aktual olan məsələlərdən biri yeni, bərpa olunan enerji

mənbələrinin istifadə imkanlarından yararlanmaq, işğaldan azad olunmuş ərazilərdə külək, günəş elektrik stansiyalarının tikintisinin sürətləndirilməsinə nail olmaqdır.

Ədəbiyyat

1. Kəlbəliyev F.İ., Məmmədova C.P., Nəsirov Ş.N. Buxar və qaz turbinli istilik elektrik stansiyaları. Bakı; ADNA-nın nəşri. 2005, 240 s.

2. İsmayılov M.B., İstilik elektrik stansiyalarında qaz və mazut yanacaqların istifadəsi zamanı ekologiyanın çirklənməsi // MDU, "Dayanıqlı inkişaf jurnalı", 2021, №-1, s-88

РЕЗЮМЕ
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЩЕРБ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
Исмайылов М. Б.

Ключевые слова: *топливо, сера, воздух, энергия, твердое топливо*

В энергетическом секторе основным источником энергии являются тепловые электростанции. На долю этих станций приходится 65 процентов производства электроэнергии в мире и 85 процентов в Азербайджане. Но отходы топлива, сжигаемые на тепловых электростанциях, составляют большой процент загрязнения экологии. Внедрение новых технологий и полезная работа очистных сооружений послужат частичному устранению этой проблемы. Расширение использования альтернативных источников энергии также окажет положительное влияние на экологию.

SUMMARY
ENVIRONMENTAL DAMAGE OF THERMAL POWER PLANTS
Ismailov M. B.

Key words *: fuel, sulfur, air, energy, solid fuel*

In the energy sector, the main source of energy is thermal power plants. These stations account for 65 percent of the world's electricity production and 85 percent in Azerbaijan. But fuel waste burned at thermal power plants accounts for a large percentage of environmental pollution. The introduction of new technologies and the useful work of treatment facilities will serve to partially eliminate this problem. The expansion of the use of alternative energy sources will also have a positive impact on the environment.

DƏYİŞƏN İSTEHSAL GÜCLÜ PAYLANMIŞ GENERASİYA SİSTEMLƏRİNDƏ QEYRİ-SİMMETRİK REJİMLƏRDƏN İNTELLEKTUAL MÜHAFİZƏNİN MODELLƏŞDİRİLMƏSİ

Quliyev H.B., İbrahimov F.Ş.
Azərbaycan Texniki Universiteti, Bakı , Azərbaycan
huseyngulu@mail.ru, amfanet@mail.ru

Açar sözlər*: enerjisistem, elektrik şəbəkəsi, kompleks yük, intellektual mühafizə, qeyri-simmetrik rejim, natamam faza rejimi, qeyri-səlis kontroller.*

İşdə enerjisistemin kompleks yüklü elektrik şəbəkələrində qeyri-simmetrik rejimlərin aşkar olunması və bu rejimlərdən effektiv mühafizənin təmin edən qeyri-səlis kontroller əsasında intellektual mühafizə sisteminin yaradılmasına baxılır. Qeyri-səlis kontrollerdən, düz və əks ardıcıllıqlı cərəyanlar süzgəclərindən, analoq - rəqəm çeviricisindən, kommutatordan, əks və düz ardıcıllıqlı cərəyanların nisbəti hesabat blokundan, giriş açarının açılmasını və seksiyalararası açarın qoşulmasını yerinə yetirən icraedici orqandan ibarət olan qeyri-simmetrik rejimlərdən intellektual sistem giriş açarının açılmasını və seksiyalararası açarın qoşulmasını yerinə yetirir.

Giriş. Qısaqapalı rotorlu asinxron mühərriklər üstünlük təşkil edən sənaye və kənd təsərrüfatı elektrik təchizat sistemilərinin düyünlərində tətbiq edilən mühərriklərin stator dolaqlarına tətbiq olunan üçfazalı gərginlik bəzi hallarda qeyri-simmetrik olur. Bu rejimlər çoxsaylı birfazalı yüklərin elektrik şəbəkəsinin fazaları arasında qeyri-bərabər paylanmaları və ya qəza rejimləri şəraitlərində zamanı yaranır. Bərpaolunan enerji mənbələrinin, xüsusilə külək aqreqatlarının enerjisistemə inteqrasiyası elektrik şəbəkə düyünlərində mühafizə sisteminin qərar qəbulu orqanlarının səhv işləmələrinə şərait yaradır. Belə ki, bərpaolunan mənbələrin enerji hasilatı qeyri-müəyyən olaraq dəyişdiyindən və kəsilən xarakterli olduğundan rejim parametrlərinin də bu səbəblərdən qeyri-müəyyən dəyişmələri mühafizə parametrlərinin birqiymətli sazlanmalarında əhəmiyyətli şətinlklərin yaranmasına gətirib çıxarır. Bir fazanın qırılması halında aparılmış asinxron yüklü kompleks düyünün işinin analizinin nəticələri [1], onu deməyə əas verir ki, ilkin verilənlərin qeyri-müəyyənliyi şəraitlərində qeyri-simmetriklik dərəcəsindən asılı olaraq mövcud mühafizələrin selektiv

işləməməsi, atomatika qurğularının isə səhv işləməsi halları mümkündür. Odur ki, cərəyanın qeyri-simmetrikliyi şəraitlərdə mühafizənin etibarlılığının artırılması üçün müvafiq tədbirlərin işlənməsi zərurəti yaranır.

İntellektual şəbəkələrin yaradılma prinsiplərinə əsasən rele mühafizəsi qurğusu informasiya-ölçü sisteminin funksiyaları ilə uzlaşdırılmalıdır. Texniki sistem kimi mikroprosessorlu pele mühafizəsinin tətbiqi nəzərdə tutulur. Bu mikroprosessorlu qurğulara digər mühafizələr kimi eyni tələblər qoyulur. Cərəyan mühafizələrinə baxdıqda bu tələblərin ödənilməsi üçün müvafiq işləmə cərəyanını və dözmə müddətini seçməklə buna nail olunur. Zaman-cərəyan funksiyası parametrlərinin daha çevik sazlanma modelinin yaradılması məqsədilə qeyri-səlis çoxluqlar və qeyri-səlis məntiq nəzəriyyəsinin tətbiqi mühafizənin əsas perspektiv inkişaf istiqamətlərindən biri olaraq qəbul edilir.

Təqdim olunan elmi-tədqiqat işində də qeyri-səlis çoxluqlar və qeyri-səlis məntiq bazasında işləyən mühafizənin nəzəri-praktik məsələlərinin işlənməsinə baxılır. Belə ki, artıq bu gün texniki ədəbiyyatlarda adaptiv rele mühafizəsi, qabaqlayıcı funksiyalı mühafizələr, çoxölçülü rele mühafizəsi, süni intellektli mühafizələr, neyron şəbəkələrinə əsaslanan mühafizələr və s. məsələlərə geniş yer verilir. Hələlik ideya mərhələsində olan bu mühafizə qurğularının əsasını isə qeyri-səlis məntiq nəzəriyyəsi təşkil edir.

Paylanmış generasiyalı sistemin xarakterik düyünləri üzrə qeyri-simmetrk rejimlərdən mühafizənin təhlili. Mövcud mühafizə qurğusu düz və əks ardıcıllıqlı süzgəclərdən, analoq-rəqəm çeviricisindən, kommutatordan, əks və düz ardıcıllıqlı cərəyanların nisbətinin hesabat blokundan, qeyri-səlis kontrollerdən və icra orqanından ibarət olan sistemlə təchiz olunmuşdur. Qeyri-səlis kontroller ardıcıl birləşmiş fazzifikatordan, linqvistik qaydalar cədvəli blokundan və defazzifikatordan ibarətdir. Çeviricinin girişi vericilərlə, qeyri-səlis kontrollerin çıxışı isə icra orqanının girişi ilə birləşdirilmişdir [2].

Burada istifadə olunan əks ardıcıllıqlı rəqəmli cərəyan süzgəcləri kifayət qədər sadə və etibarlıdır. Lakin yalnız əks ardıcıllıqlı cərəyanın qiymətinə görə işləyən mühafizə bu cərəyanların az informativliyi səbəbindən effektiv olmur. Yükün qidalanma dövrəsindəki əks və düz ardıcıllıqlı cərəyanların nisbətinə görə işləyən natamam faza rejimlərindən mühafizə böyük həssaslığa malikdir. $K_{2I} = \frac{I_2}{I_1} = 0{,}6$ olması (fazalardan birində yükün 3 dəfə artması) elektrik şəbəkəsində qəza şəraitinin yaranmasına səbəb ola bilər, burada K_{2I} – əks ardıcıllıqlı cərəyana görə qeyri-simmetriklik əmsalıdır. Natamam faza rejimində bu nisbət $K_{2I} = \frac{I_2}{I_1} = 1$ olur, normal rejimlərdə isə $K_{2I} << 1$ olur. Ona görə də əks və düz ardıcıllıqlı cərəyanların nisbətinə görə işləyən natamam faza rejimlərindən mühafizənin işəburaxma orqanı daha üstündür.

Qeyri-simmetrikliyin 0-1,0 diapazonunda dəyişməsi halında alınan nəticələr təsdiq etmişdir ki, qeyd olunan zədələnmələrdən mühafizənin intellektuallığının və avadanlıqların mühafizəsinin daha etibarlı işləməsinin təmin olunması mümkündür. Bununla belə, bir giriş və bir çıxışlı mövcud sistemdə qeyri-simmetrikliyin yalnız mütləq qiymətinə əsasən QSK qərar qəbulunu həyata keçirir. Qeyri-simmetrikliyin dəyişmə sürətinin (törəməsinin) nəzərə alınmaması mühafizə qurğusunun tam intellektual işləməsini təmin edə bilmir. Nəticədə cərəyan qeyri-simmetrikliyinin müxtəlif dərəcələrində dövrədəyişmələr üçün əsassız müsbət qərarların qəbuluna imkan yaranır.

Qeyri-simmetrik rejimlərdən intellektual mühafizənin modelləşdirilməsi və onun nəticələri. Kompleks yük düyünlərində yarana biləcək qeyri-simmetrik rejimlərdən mühafizənin Matlab proqram paketinin Fuzzy Logic Toolboks modulunun köməyi ilə modelləşdirilərək sintezi məsələsinə baxılır [3,4].

İntellektual mühafizənin layihələndirilməsi və sintezi üçün termlərin dəyişmə intervalları və formaları nəzərdə tutulduğu şəkillərdə imitasiya modelində təsvir edilmisdir.

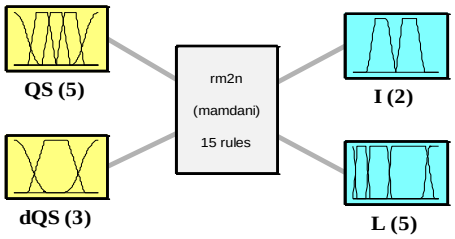
Şəkil 1-də imitasiya modeli əsasında sintez olunmuş qeyri-səlis kontrollerin struktur sxemi verilmişdir. Göründüyü kimi, iki girişli və iki çıxışlı kontrollerin işinin təşkili üçün Mamdani alqoritmi üzrə on beş qaydadan ibarət çıxarış mexanizmi verilmişdir.

Mühafizənin idarə olunması üçün iki girişli və iki çıxışlı qeyri-səlis kontrollerin sintezini aşağıdakı sadə linqvistik qeyri-səlis modeldən istifadə etməklə yerinə yetirmək olar:

ƏGƏR $X_1 \quad A_{1i}$ – dirsə və $X_2 \quad A_{2i}$ ONDA $Y \quad B_j$ və $Z \quad C_k$ – dir. (1)

$i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad k = \overline{1, l}$

Burada X_1 və X_2 – uyğun olaraq vəziyyət dəyişənləri, Z prosesin idarəolunma parametri olub, linqvistik dəyişənlərdir; A_1, A_2, B və C – E_1, E_2 və E_3, E_4 universal çoxluqlarında X_1, X_2, Y və Z dəyişənlərinin termlərindən ibarət linqvistik qiymətləridir, başqa sözlə, $\forall x \;\; A \in E_1$, $\forall y \;\; B \in E_2$ və $\forall z \;\; C \in E_3$.



Şəkil 1. Qeyri-səlis kontrollerin struktur sxemi

Bu halda qeyri-səlis münasibətin mənsubiyyət funksiyası aşağıdakı kimi təyin olunur:

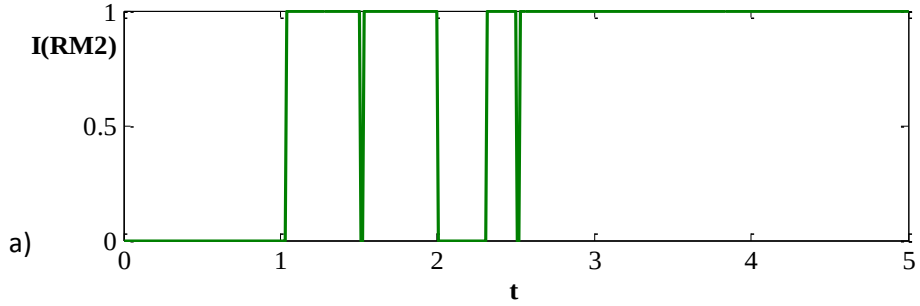
$$\mu_R\left(K_I, \frac{dK_I}{dt}, L, I\right) = \max\left\{\begin{array}{l} \min\left[\mu_{E_{11}}(K_I), \mu_{E_{21}}\left(\frac{dK_I}{dt}\right), \mu_{E_{31}}(L), \mu_{41}(I)\right], \min\left[\mu_{E_{12}}(K_I), \mu_{E_{22}}\left(\frac{dK_I}{dt}\right), \mu_{E_{32}}(L), \mu_{42}(I)\right] \\ ,\ldots, \min\left[\mu_{E_{15}}(K_I), \mu_{E_{23}}\left(\frac{dK_I}{dt}\right), \mu_{E_{35}}(L), \mu_{42}(I)\right] \end{array}\right\} \tag{2}$$

Burada $\mu_{1i}(K_I)$, $\mu_{2j}\left(\frac{dK_I}{dt}\right)$, $\mu_{3l}(L)$, $\mu_{4k}(I)$ – uyğun olaraq E_{1i}, E_{2j} , E_{3l} və E_{4k} universal çoxluqlarında təyin olunmuş $K_I, \frac{dK_I}{dt}, L,$ və I linqvistik dəyişənlərinin term-altçoxluqlarının mənsubiyyət funksiyalarıdır.

Yuxarıda təsvir olunmuş alqoritm əsasında qeyri-simmetrik rejimlərdən qeyri-səlis məntiq nəzəriyyəsi əsasında işlənmiş intellektual mühafizənin kompüter modelləşdirilməsinin hesabatları aparılmışdır. Hesabatların aparılması məqsədilə intellektual mühafizə sisteminin Simuling modeli qurulmuş və şəkil 2.4-də verilmişdir. Model qeyri-səlis kontrollerdən (rm), icra orqanından (subsystem) və qeydedici ölçü cihazlarınan ibarətdir.

Giriş qeyri-səlis parametri olaraq $\frac{I_2}{I_1}$ nisbətini ifadə edən K_I qeyri-simmetriklik dəyişəninin qiymətləri çoxluğunu almaq məqsədilə Monte Karlo üsulu ilə qeyri-simmetrik rejimlər ehtimal modelləşdirilmişdir.

Qeyri-simmetrikliyin müxtəlif qiymətləri üçün mühafizə sisteminin işləmə diaqramı şəkil 2-də təsvir edilmişdir.



Şəkil 2. Qeyri-simmetriklik və idarəetmə dəyişənlərinin zaman üzrə qiymətləri

Şəkil 2-də qeyri-simmetrikliyin dəyişmə dinamikası nəzərə alındıqda mühafizənin işləmə traktları və buna uyğun dözmə müddətləri göstərilmişdir Göründüyü kimi, qeyri-simmetrikliyin 0,2 qiymətinə qədər kontroller dövrənin açılması məqsədilə hər hansı qərar qəbul etmir. Lakin qeyri-simmetriklik 0,2-ni aşan qiymətlərində 2 san dözmə müddəti ilə dövrənin açılması üçün idarəedici siqnal hasil edir.

Digər bir hal üçün intellektual mühafizə sisteminin qeyri-simmetrikliyin dəyişmə sürətini nəzərə almaqla işləmə diaqramı verilmişdir. Göründüyü kimi, qeyri-simmetrikliyin mütəlif qiymətləri və bu qiymətlərin dəyişmə sürətindən asılı olaraq qeyri-səlis kontroller adekvat qərarlar qəbul edir.

Nəticə.

Paylanmış generasiyalı sistemin kompleks yük düyünlərində yaranan qeyri-simmetrik rejimlərindən mövcud mühafizənin analizi əsasında müəyyən edilmişdir ki, onun intellektuallığının təmin olunması üçün giriş parametri olan əks ardıcıllıqlı cərəyana görə qeyri-simmetrikliyin dəyişmə sürətinin QSK-nın giriş kəmiyyəti kimi daxil edilməsi vacibdir. İki giriş və iki çıxışlı QSK bazasında mühafizənin yeni struktur sxemi tərtib edilmiş, qəbul edilmiş linqvistik dəyişənlərinin termləri, mənsubiyyət funksiyaları və parametrləri təyin olunmuşdur. Müxtəlif xarakterli qeyri-simmetriklik diapazonunda hesabi təcrübələrin nəticələrinə əsasən qeyd etmək olar ki, baxılan zədələnmələrdən mühafizənin intellektual işləməsini və avadanlıqların mühafizəsinin etibarlılığının daha da yüksəldilməsini təmin etmək mümkündür.

Ədəbiyyat

1. Quliyev H.B., İbrahimov F.Ş. Elektrik şəbəkələrinin yük düyünlərində qeyri-simmetrik rejimlərdən mühafizənin intellektuallaşdırılması // Energetikanın problemləri, 2021, №2, s.3-12.
2. Guliyev H.B., Tomin N.V., Ibrahimov F.Sh. Method of intelligent protection from asymmetrical conditions in electric networks // Energy-21: Sustainable Development & Smart Management, International Conference September 7-11, 2020, Irkutsk, Russia, pp.1-5
3. Алиев Р.А., Арабский А.К., Арно О.Б., Гункин С.И., Талыбов Э.Г. ИУС газопромысловых объектов. Современное состояние и перспективы развития. - М.: Недра, 2014. - 462 с.
4. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами Matlab. - М.: Горячая линия-Телеком, 2007. - 288 с.

РЕЗЮМЕ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ НЕСИММЕТРИЧНЫХ РЕЖИМОВ В СИСТЕМАХ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ С ПЕРЕМЕННОЙ ВЫРАБОТКОЙ МОЩНОСТИ

Гулиев Г.Б., Ибрагимов Ф.Ш.

***Ключевые слова**: энергосистема, электрическая сеть, комплексная нагрузка, интеллектуальная защита, несимметричный режим, неполнофазный режим, нечеткий регулятор*.

В работе рассмотрено создание интеллектуальной системы защиты на основе нечетких регуляторов, обеспечивающей обнаружение и эффективную защиту от несимметричных режимов, в частности от режимов с обрывом фазы в электрической сети энергосистемы с комплексной нагрузкой. Интеллектуальная система, включающая в себя фильтр тока прямой и обратной последовательности, аналого-цифровой преобразователь, переключатель, блок вычисления отношения токов обратной и прямой последовательности, исполнительный орган, отключающий вводной ключ и включающий секционный переключатель, обеспечивают эффективную защиту от несимметричных режимов.

SUMMARY

VARIABLE PRODUCTION IN POWER DISTRIBUTED GENERATION SYSTEMS MODELING OF INTELLECTUAL PROTECTION FROM NON-SYMMETRICAL REGIMES

Guliyev H.B., İbtahimov F.Sh.

***Keywords**: power system, electrical network, complex load, intelligent protection, asymmetric mode, open-phase mode, fuzzy controller*.

The paper considers the creation of an intelligent protection system based on fuzzy controllers, which provides detection and effective protection against asymmetric modes, in particular, from open-phase modes in the electrical network of a power system with a complex load. An intelligent system that includes a positive and negative sequence current filter, an analog-to-digital converter, a switch, a calculation unit for the ratio of negative and positive sequence currents, an executive body that turns off the input switch and turns on the sectional switch.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Филипушкова Ю.В., Паранина А.А., Валеева Ю.С.

Казанский государственный энергетический университет, Казань, Российская Федерация

filipushkova.yulya@mail.ru,annaparanina@gmail.com,valis2000@mail.ru

***Ключевые слова**: сервис, качество, надёжность, электроэнергетика, сервисное обслуживание, модель сервисного обслуживания*.

Развитие электроэнергетики способствует специализации и обособлению рынков высокопрофессиональных услуг. Хотя в области организации обслуживания в электросетевом комплексе проведено много исследований, многие аспекты в этой области изучены недостаточно. В данной статье рассматриваются различные методы повышения надежности качества обслуживания в

электроэнергетике. Приведены положительные стороны применения службы качества на производстве. Даны рекомендации по совершенствованию механизма сервисного обслуживания и расширению функционального направления сервисной деятельности в электроэнергетике.

Одна из основных задач развития электроэнергетической отрасли является её надежное функционирование. Для достижения заданной цели необходимо, чтобы надежность была как в обособленных оборудованиях, так и в системе в целом. Именно данный подход помогает максимально снизить риски функционирования энергосистемы, а также повысить прибыль, за счет сохранения нагрузки и оптимального использования электрооборудования [3]. Мы считаем, что переход на качественное сервисное обслуживание, является наилучшим решением т.к. услуги оказываются узконаправленными специализированными фирмами с высококвалифицированным персоналам, которые при небольших вложениях способны за короткое время дать высокий результат, а также автоматически снизить риски.

О.Е. Васильева предлагает систему оценки качества сервиса. В ней выделяется четыре критерия: доступность, коммуникативность, стабильность и четкость обслуживания, экономичность.

К категории «доступность» относится территориальная доступность сервиса, для максимально быстрого получения услуги в случае аварии.

«Коммуникативность» рассматривается как возможность получения компетентной поддержки и наличия call-центров.

«Стабильность» проявляется в длительности срока гарантийного обслуживания, периодичности планового обслуживания.

«Экономичность»- стоимость часа технического обслуживания [1].

Хакимов Д. и Тургунов Б. утверждают, что качество зависит от обширного количества факторов, таких как экономическое, техническое и социально-психологического характера.

Залог успешной фирмы заключается в качественных продуктах и услугах, которые достигаются за счет грамотного использования методов и инструментов. Их можно разбить на 3 основных группы.

1. Методы обеспечения качества.
2. Методы повышения качества.
3. Методы мониторинга результатов работы по качеству [5].

Гвоздев Д. предлагает для улучшения надежности применять “Паспорта надежности”, которые являются нормативно-техническими документами. В них содержатся параметры, критерии показателей, сроки, а также ответственные лица. Данный документ подтверждает, что данная услуга выполнена с учетом всех стандартов, и дает гарантию на надежную работу объекта в течение календарного года [2].

Савина Н.В. и Кудряшов А.Н. нашли подход к улучшению качества с помощью системы управления.Система управления является отдельной отраслью контроля, которая включает в себя : ориентированность качества, обеспечение качества, вопросы улучшения, обновление технологий и заинтересованность всех задействованных в создании услуг [4].

Заключение. Использование предложенных моделей сервисного обслуживания в разы повышает качество работ по обслуживанию, оптимизирует затраты и дает гарантийные обязательства, что помогает снизить риски.

Литература

1. Васильева, О.Е. Управление качеством сервисного обслуживания промышленной продукции / О. Е. Васильева // Экономика и управление. – 2010. – № 7(57). – С. 64-68. – EDN MTZRLZ.

2. Гвоздев, Д.Обеспечение надежности электросетевого комплекса ПАО "Россети" / Д.Гвоздев // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2017. – № S2(5). – С.2-5. – EDN ZCBWSD.

3. Жилкина, Ю. В. Надежность и сервисное обслуживание в электроэнергетике / Ю. В. Жилкина, Д. А. Воденников //Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики :Материалы 90-е заседания Международного научного семинара им. Ю.Н. Руденко. В 2-х книгах, Иркутск, 01–07 июля 2018 года / Ответственный редактор Н.И.Воропай. – Иркутск: Федеральное государственное бюджетное учреждение наукиИнститут систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук, 2018. – С. 322-329. – EDN HJOEGP.

4. Савина Н. В., Кудряшов А. Н. Управление качеством в электроэнергетике. Процессный подход //Благовещенск: Изд-во АмГУ. – 2013.

5. Principles of assessment and management of quality systems in industrial enterprises / D. V. U. Khakimov, B. M. Turgunov, N. Sh. Muminov [et al.] // Точная наука. – 2019. – No 44. – P. 5-14. – EDN

XÜLASƏ
ELEKTRİK ENERJİSİ SƏNAYƏSİNDƏ XİDMƏTİN ETİBARLILIĞININ VƏ KEYFİYYƏTİNİN ARTIRILMASI ÜSULLARI
Filipushkova Yu.V., Paranina A.A., Valeeva Yu.S.

***Açar sözlər**: xidmət, keyfiyyət, etibarlılıq, elektrik enerjisi sənayesi, xidmətə texniki xidmət, xidmətə qulluq modeli.*

Elektrik enerjisi sənayesinin inkişafı yüksək peşəkar xidmət bazarlarının ixtisaslaşmasına və təcrid olunmasına kömək edir. Elektrik şəbəkəsi kompleksində xidmətin təşkili sahəsində xeyli tədqiqat aparılmasına baxmayaraq, bu sahədə bir çox aspektlər kifayət qədər öyrənilməmişdir. Bu məqalədə elektrik enerjisi sənayesində xidmət keyfiyyətinin etibarlılığını artırmaq üçün müxtəlif üsullar müzakirə olunur. Keyfiyyətli xidmətin istehsalata tətbiqinin müsbət tərəfləri verilmişdir. Elektrik enerjisi sənayesində xidmətə texniki xidmət mexanizminin təkmilləşdirilməsi və xidmət fəaliyyətinin funksional sahəsinin genişləndirilməsi üçün tövsiyələr verilir.

SUMMARY
METHODS FOR INCREASING THE RELIABILITY AND QUALITY OF SERVICE MAINTENANCE IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY
Filipushkova Yu.V., Paranina A.A., Valeeva Yu.S.

***Key words**: service, quality, reliability, electric power industry, service maintenance, service maintenance model.*

The development of the electric power industry contributes to the specialization and isolation of highly professional service markets. Despite a considerable amount of research in the field of service organization in the power grid complex, many aspects in this area remain insufficiently studied. This article discusses a variety of methods to improve the reliability of the quality of service maintenance of the electric power industry. The positive aspects of the introduction of quality service in production are given. Recommendations are given for improving the service maintenance mechanism and expanding the functional area of service activities in the electric power industry.

ENERGETİKANIN ÜMUMİ MƏSƏLƏLƏRİ
ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ
GENERAL ENERGY ISSUES

СОВРЕМЕННОЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В РОССИИ

Баглаева Э.А., Тимургалиева К.Э. , Фецюх Я.А., Валеева Ю.С.
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Российская Федерация
pochta@mail.ru

***Ключевые слова**: топливно-энергетический комплекс, системы теплоснабжения, нормативная документация, законодательная база, правовое регулирование.*

Целью данного исследования является представление актуальной информации о текущем состоянии и современной содержательной базе нормативно-правового регулирования отечественных систем теплового снабжения. МЕТОДЫ. Методологию исследования составляют такие теоретические принципы как объективность и системность. В первую очередь использованы такие общенаучные методы как анализ, синтез, обобщение, индукция, дедукция, изучение документов, методы сравнения и сопоставления. Исследование показало, что сегодня в области нормативной базы сферы отечественной теплоэнергетики присутствует сформированная ее организационная структура, определены полномочия ее субъектов, установлены правила договорных отношений между участниками процесса теплового снабжения и урегулировано множество смежных правовых вопросов.

Введение. Общеизвестно, что начавшийся в стране в 2000-х годах экономический рост критически важных отечественных хозяйствующих субъектов привел к процессам повышения показателей спроса на энергоресурсы. Такая тенденция обусловила старт поиска путей решения многочисленных проблем, присутствующих в отрасли ТЭК, включая регулирование правовых и технических норм в сфере систем теплового снабжения в России. В начале первого десятилетия двадцать первого века в энергетической отрасли страны многие документы обозначенного характера регулировались, как правило, ведомственными актами, а их соблюдение носило рекомендательный характер. Последующая энергетическая реформа в РФ повлекла за собой совершенствование нормативной базы сферы теплоэнергетики, в результате которого начался ряд процессов по формированию ее качественной организационной структуры, определению полномочий ее субъектов, установлению договорных отношений, созданию конкурентной среды и урегулированию соответствующих технических и, самое главное, правовых вопросов [1].

На данный момент в современной отечественной научной литературе отсутствует какая-либо информация, посвященная проблеме нормативно-правового регулирования и обеспечения систем теплоснабжения страны. Последние комплексные аналитические работы, в которых исследуется обозначенная проблема, были опубликованы кандидатом наук Фаустовым Сергеем Александровичем и вице-президентом НП «Российское теплоснабжение» Юрием Васильевичем Яровым в 2003 и 2007 году соответственно [1, 2]. Данная причина обусловила актуальность написания настоящей работы, основанной на анализе большого количества нормативно-законодательных документов различного типа и назначения.

Материалы и методы. Методологию исследования составляют такие теоретические принципы как объективность и системность. Методы исследования были обусловлены необходимостью решения поставленной задачи, следовательно, требовали междисциплинарного подхода. В первую очередь, это общенаучные методы – анализ, синтез, обобщение, индукция, дедукция, а также специальные – контент-анализ, методы изучения документов, методы сравнения и сопоставления. Материалы исследования приведены в списке источников литературы и

представляют собой множество нормативно-правовых и нормативно-технических документов, таких как Федеральные законы, Постановления Правительства, Приказы и др.

Результаты. В контексте рассмотрения проблемы нормативно-правового регулирования систем теплового снабжения нельзя не отметить, что ключевым, доминирующим и определяющим законом в нашей стране является Федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ «О теплоснабжении» [3]. В данном ФЗ присутствует важнейшая информация о концептуальных вопросах распределения мест, полномочий и ролей в отрасли отечественного теплоснабжения между госорганами власти и их подведомственными учреждениями. Кроме этого, в законе представлены данные об особенностях и условиях регулирования тарифной политики, а также о правилах взаимоотношений, сотрудничества между организациями систем теплоснабжения и соответствующими потребителями теплоэнергии, включая ее учет. Структурное содержание ФЗ «О теплоснабжении» представлено на рисунке 1.

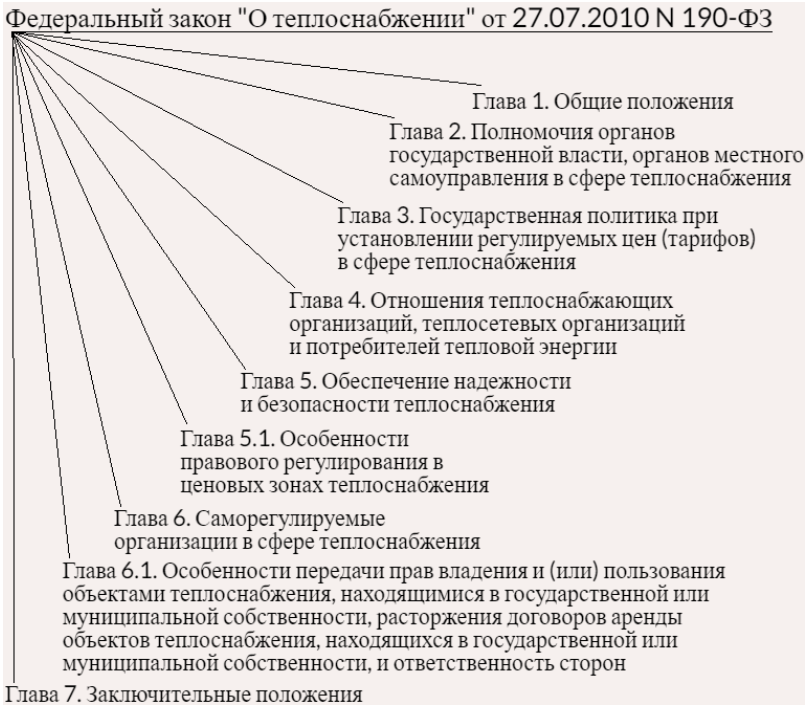


Рис. 1. Структурное содержание ФЗ «О теплоснабжении»

Как видно из рисунка 1, рассматриваемый Федеральный закон, в отличие от большого количества иных документов по нормативному регулированию систем теплоснабжения, содержит всего семь глав, однако, несмотря на это, обозначенный ФЗ характеризуется наличием широкого списка изменяющих его документов (см. рисунок 2), последним из которых является его редакция от 01.05.2022 № 127-ФЗ.

Рис. 2. Редакции законов к ФЗ «О теплоснабжении» [3]

Если останавливаться на инвестиционных вопросах сферы теплового снабжения, то в рамках настоящего исследования стоит отметить Федеральный закон «Об основах регулирования тарифов организаций коммунального комплекса» от 30.12.2004 № 210-ФЗ (последняя редакция: от 26.07.2017 № 205-ФЗ) [4], который определяет не только источники и потоки соответствующих денежных средств, но и непосредственно актуальные текущие и необходимые в будущем размеры финансирования.

Главным же нормативным документом, определяющим правила регулирования двухсторонних отношений (исполнитель и потребитель) в сфере коммунальных услуг является Постановление Правительства РФ от 06.05.2011 № 354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов» (последняя редакция: от 23.09.2022) [5]. Здесь следует отметить, что существенную роль при реализации обеспечения и регулирования правовых мероприятий, связанных с системами теплоснабжения в рамках оказания и предоставления услуг коммунального типа в жилых объектах, играет «Жилищный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 188-ФЗ (последняя редакция: от 14.07.2022 № 310-ФЗ) [6, 7]. В нем описан не только весь комплекс актуального жилищного законодательства вместе с правилами обеспечения условий проживания в домах граждан страны, но и указаны соответствующие полномочия органов государственной власти.

В отечественной энергетической отрасли, включая сферу систем теплоснабжения, любое нормативно-правовое обеспечение тесно связано с вопросами нормативно-технического регулирования, где важнейшее место по сей день занимает Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ (последняя редакция: от 02.07.2021 № 351-ФЗ) [8]. Данный закон играет весьма значимую роль среди прочих нормативных документов упомянутой сферы, поскольку он переводит многие из последних в разряд рекомендательных, оставляя в качестве ключевых и обязательных лишь те, что определяют нормы и правила безопасности жизни людей, защиты их имущества и имущества, принадлежащего государству, охраны природы, включая защиту животных и растений, а также документы, в которых обозначен порядок предупреждающих мер от действий, способных ввести потребителей теплоэнергии в заблуждение. В настоящее время важной функцией нормативно-технического регулирования теплоэнергетических систем можно назвать должную реализацию таких документов как ГОСТы, технические регламенты, СТО, своды правил, национальные стандарты СНиПы и СанПиНы. По мнению специалистов, именно от качества разработки последних в большой степени зависит надежное нормативно-правовое обеспечение отрасли теплоснабжения [2]. Эта разработка требует сегодня государственного вмешательства в виде поддержки, а также проверки законодательных инициатив [9].

В настоящее время функционирование и работа систем теплоснабжения регламентируется многими нормативно-техническими документами, ключевые из которых представлены на рисунке 3.

МДК 4-05.2004. Методика определения потребности в топливе, электрической энергии и воде при производстве и подаче тепловой энергии и теплоносителей в системах коммунального теплоснабжения.
Приказ Минэнерго России и Минрегиона России от 29.12.2012 № 565/667 «Об утверждении методических рекомендаций по разработке схем теплоснабжения».
Приказ Минэкономразвития от 19.12.2009 № 416 «Об установлении перечня видов и состава сведений публичных кадастровых карт».
Приказ Минэнерго России от 30.12.2008 № 325 «Об утверждении порядка определения нормативов технологических потерь при передаче тепловой энергии, теплоносителя».
Методика определения количеств тепловой энергии и теплоносителя в водяных системах коммунального теплоснабжения, утв. приказом Госстроя России от 06.05.2000 № 105.
ГОСТ Р 51617-2000 Жилищно-коммунальные услуги. Общие технические условия.
СанПиН 2.1.4.2496-09 «Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения».
СП 124.13330.2012 «СНиП 41-02-2003 Тепловые сети».
СП 50.13330.2012 «СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий».
Строительные нормы и правила СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные».
СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология».
СП 61.13330.2012 «СНиП 41-03-2003 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».
СП 89.13330.2012 «СНиП II-35-76 Котельные установки».
Свод правил СП 41-108-2004 «Поквартирное теплоснабжение жилых зданий с теплогенераторами на газовом топливе».
Свод правил СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов».

Рис. 3. Нормативно-технические документы в сфере регулирования систем теплоснабжения

В ряде деталей упомянутого ФЗ «О техническом регулировании» присутствуют аспекты, отсылающие читателя к Федеральному закону от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные

акты Российской Федерации» (последняя редакция: от 11.06.2021 № 170-ФЗ) [10]. Такое положение дел справедливо и для теплоэнергетической отрасли, в которой вопросы повышения показателей энергоэффективности, наряду с вопросами цифровизации энергообъектов, считаются передовыми при разработке, планировании и реализации энергетических стратегий и соответствующей нормативно-правовой политики.

Нельзя не отметить, что сегодня существенное влияние на работу отрасли тепловой энергетики оказывают имеющиеся критерии к составу, качеству и безопасности воды, направляемой потребителям с помощью систем холодного и горячего водоснабжения. Данные требования устанавливаются законодательством РФ, которое, например, издало соответствующий Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011 № 416-ФЗ (последняя редакция: от 01.05.2022 № 127-ФЗ) [11]. В данном ФЗ прописано целых семнадцать статей, связанных исключительно с порядком реализации процессов водоснабжения и водоотведения, многие из которых затрагивают вопросы правильной эксплуатации теплоэнергетических объектов, а также проблемы правового характера, такие как правила исполнения обязательств и различные договорные отношения.

Следует добавить, что нормативно-правовые законодательные документы не ограничиваются перечисленными Федеральными законами и техническими нормами, поскольку кроме них правила, меры и средства регулирования систем теплоснабжения базируются на большом количестве Постановлений Правительства Российской Федерации. Основные опубликованные за последний год Постановления для теплоэнергетической отрасли приведены на рисунке 4 [12].

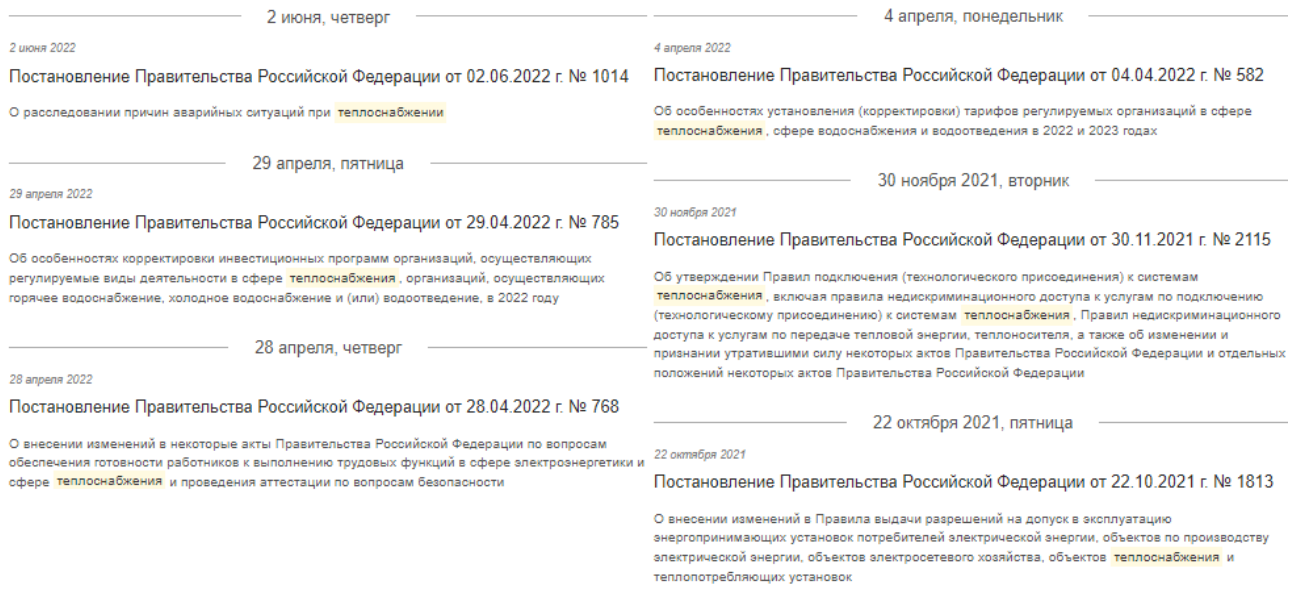


Рис. 4. Постановления Правительства в отрасли теплоснабжения, опубликованные за последний год [12]

Помимо Постановлений Правительства в системе нормативно-правового регулирования сферы тепловой энергетики существует большой перечень Приказов Минэнерго, Минэкономразвития и Минрегиона, часть из которых представлена на рисунке 3. Как правило, такие приказы разрабатываются, формируются и публикуются в течение длительного периода времени, поскольку комплексно охватывают множество нормативных нюансов, которые могут затрагивать как технические, так и правовые аспекты регулирования систем теплоснабжения [13, 14].

Выводы и заключение. Таким образом, в настоящем исследовании проанализированы актуальные на сегодняшний день нормативные документы, посвященные техническим и правовым вопросам регулирования систем теплового снабжения отечественной отрасли ТЭК. В настоящее время в России принято большое количество законодательных норм и актов, изданы различные Федеральные законы и приказы, опубликованы важные Постановления Правительства. Ключевым документом, определяющим текущую нормативно-правовую повестку дня в сфере теплоэнергетики, является Федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ «О теплоснабжении» в редакции от 01.05.2022 № 127-ФЗ. Именно он регулирует значимые вопросы распределения мест, полномочий и ролей в отрасли отечественного теплоснабжения между органами государственной власти и

подведомственными учреждениями. Кроме этого, в законе представлены данные об особенностях и условиях регулирования тарифной политики, а также о правилах взаимоотношений, сотрудничества между организациями систем теплоснабжения и соответствующими потребителями теплоэнергии, включая ее учет.

Анализ источников показал, что сегодня в области нормативной базы сферы отечественной теплоэнергетики присутствует сформированная ее организационная структура, определены полномочия ее субъектов, установлены правила договорных отношений между участниками процесса теплового снабжения и урегулировано множество соответствующих правовых вопросов.

Литература

1. Фаустов С. Правовое регулирование электро-и теплоснабжения в системе энергоснабжения Российской Федерации. М.: РГИИС, 2004. 28 с.
2. Яровой Ю. Нормативно-правовое и нормативно-техническое обеспечение теплоснабжения России. Оперативное состояние // Энергетика Татарстана. 2007. № 4. С. 81-85.
3. Федеральный закон от 27.07.2010 № 190-ФЗ «О теплоснабжении».
4. Федеральный закон «Об основах регулирования тарифов организаций коммунального комплекса» от 30.12.2004 N 210-ФЗ.
5. Постановление Правительства РФ от 06.05.2011 № 354 «О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов».
6. «Жилищный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 188-ФЗ.
7. Медведева Н., Османова Ю. Нормативно-правовое регулирование жилищно-коммунального хозяйства в РФ // Материалы Ивановских чтений. 2016. № 1. С. 207-212.
8. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ.
9. Фазлыева С. Техническая документация в энергетике-основа безопасности в отрасли // Инновации в формировании стратегического вектора развития фундаментальных и прикладных научных исследований. 2015. № 2. С. 107-109.
10. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
11. Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011 № 416-ФЗ.
12. Правительство России: документы. URL: http://government.ru/docs/.
13. Байков И. и др. Анализ методик оценки надежности систем энергоснабжения // Энергобезопасность и энергосбережение. 2014. № 2. С. 33-37.
14. Рахматуллин С.С. Механизм снижения энергопотребления зданий на примере политики в области финансового стимулирования // Бутаковские чтения : Материалы I Всероссийской с международным участием молодежной конференции. Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2021. С. 126-128.

XÜLASƏ

RUSİYADA İSTİLİK TƏMİNATI SİSTEMLƏRİNİN MÜASİR HÜQUQİ TƏNZİMLƏNMƏSİ

Baqlayeva E.A., Timurqaliyeva K.E., Fetsüx Y.A., Valeyev Y.S.

***Açar sözlər**: yanacaq-energetika kompleksi, istilik təchizatı sistemləri, normativ sənədlər, hüquqi baza, hüquqi tənzimlənmə.*

Bu tədqiqatın məqsədi məişət istilik təchizatı sistemlərinin hüquqi tənzimlənməsinin mövcud vəziyyəti və müasir məzmun bazası haqqında aktual məlumat verməkdir. ÜSULLAR. Tədqiqat metodologiyası obyektivlik və ardıcıllıq kimi nəzəri prinsiplərdən ibarətdir. İlk növbədə, təhlil, sintez, ümumiləşdirmə, induksiya, deduksiya, sənədlərin öyrənilməsi, müqayisə və müqayisə üsulları kimi ümumi elmi metodlardan istifadə edilmişdir. Tədqiqat göstərdi ki, bu gün yerli istilik enerjisi sənayesinin normativ hüquqi bazası sahəsində formalaşmış təşkilati struktur mövcuddur, onun subyektlərinin səlahiyyətləri müəyyən edilir, istilik təchizatı prosesinin iştirakçıları arasında müqavilə münasibətləri qaydaları müəyyən edilir və əlaqədar bir çox hüquqi məsələlər həll olunur.

SUMMARY

MODERN REGULATORY AND LEGAL REGULATION OF HEAT SUPPLY SYSTEMS IN RUSSIA

Baglaeva E.A. Timurgalieva K.E., Fetsyuch Y.A. , Valeeva U.S.

***Keywords**: fuel and energy complex, heat supply systems, regulatory documentation, legislative framework, legal regulation.*

The purpose of this study is to provide up-to-date information about the current state and current content of the regulatory framework of domestic heat supply systems. METHODS. The methodology of the study consists of such theoretical principles as objectivity and consistency. First of all, such general scientific methods as analysis, synthesis, generalization, induction, deduction, study of documents, methods of comparison and comparison were used. RESULTS. The study showed that today in the field of

regulatory framework of the domestic heat power sector there is an established its organizational structure, the powers of its subjects are defined, the rules of contractual relations between the participants of the process of heat supply are established and many related legal issues are regulated.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ВОДЫ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ В г. КАЗАНЬ ЗА 2021 ГОД

Медведева С.Н., Власова А.Ю.
Sofya3101@bk.ru

***Ключевые слова**: питьевая вода, вода хозяйственно-питьевого назначения, анализ, качество, примеси, предельно допустимая концентрация, титриметрия.*

Вода – важнейший природный ресурс. Однако под воздействием антропогенного фактора происходит загрязнение слоев атмосферы, в том числе водной аквакультуры. Масштабы производства формируют отношение потребителей к ресурсам и могут вскоре привести к их дефициту и истощению. Вода также необходима для поддержания жизнедеятельности микроорганизмов, растений и человека, поэтому ее качество и количество напрямую влияют на существование всего живого. Именно поэтому необходимо следить за качеством хозяйственно-питьевой воды, что помогает своевременно выявлять отклонения от последних допустимых показателей и принимать решения по устранению проблемы.

Вода является важнейшим природным ресурсом, необходимым для поддержания жизнедеятельности человека, в том числе нормального функционирования различных систем и сфер жизни. На сегодняшний день наблюдается резкий рост потребления пресной воды, что в свою очередь приводит к истощению ресурсов и существенно сокращается количество источников воды, пригодной для хозяйственно-питьевых нужд. Промышленные предприятия, сельское хозяйство, жилые и административные здания нуждаются в водных ресурсах, поэтому важнейшей деятельностью при обеспечении населения холодным водоснабжением является тщательный анализ проб воды и контроль качества. Мониторинг помогает своевременно выявить проблему и моментально отреагировать на существенные отклонения от норм. Этим обусловлена актуальность данной работы, целью которой является проведение качественного и количественного анализа проб питьевой воды города Казань по сезонам за 2021 год.

На данный момент существует большое влияние антропогенного и техногенного фактора на окружающую среду, в том числе и водные биоресурсы. Промышленные зоны Республики Татарстан наносят колоссальный ущерб водоёмам, их засоление и загрязнение за счёт выброса сточных вод. Сильное загрязнение имеют водоёмы в нефтяных районах, поэтому около 70% водных ресурсов не могут быть использованы в качестве источника питьевой воды. Это проблема глобального масштаба, решение которой требует комплексного и незамедлительного решения: строительство очистных сооружений, введение оборотного водоснабжения и замкнутого производственного цикла и т.п.

Водоочистка - это процесс по очищению природной воды от химических и биологических веществ, взвешенных тве рдых частиц, загрязняющих воду. Степень загрязнения и предельно допустимые концентрации регламентируют «Санитарно - эпидемиологические нормативы и правила», к которым относятся:

- СанПиН 2.1.4.1074-01 — для централизованных систем водоснабжения;
- СанПиН 42-121-4130-88 – «Санитарные нормы предельно-допустимого содержания вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового использования»;
- СанПиН 4630-88 – «Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения»;
- ГОСТ 2874–82 – «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством».

На данный момент существует множество методов очистки природной воды, которые позволяют подготавливать воду до нормированных значений, регламентированных СанПиН. К таким методам относятся: хлорирование, озонирование, коагуляция, фильтрация, отстаивание, обработка ультрафиолетовым излучением. Технология очистки воды до питьевой – это процесс подготовки природной воды, включающей различные методы удаления нежелательный частиц, минералов, биологических веществ и газов, результатом которого является получение пригодной питьевой воды.

Прежде чем выбрать способы очистки воды, необходимо разобраться, какие компоненты и минеральные вещества присутствуют в исследуемых пробах. Это могут быть:

- механические примеси - песок, ил, глина, ржавчина;
- микроорганизмы, бактерии, вирусы и органические соединения;
- железо, марганец и тяжелые металлы;
- гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды, соединения азота и свободных лор;
- легкорастворимые соли и газы.

Экспериментальная часть данной работы состоит в проведении исследования водопроводной воды хозяйственно-питьевого назначения из систем централизованного водоснабжения шести районов города Казань по сезонам 2021 года. Данный анализ проводился с учётом общего солесодержания (ОСС), водородного показателя (pH) и удельной электропроводимости (УЭП) с помощью кондуктометра; общей жёсткости, перманганатной окисляемости, содержания хлоридов и щёлочности, а также компонентов азота и железа (III), сульфатов и хлоридов с использованием титриметрического метода.

В ходе лабораторных исследований были получены усреднённые показатели качества питьевой воды в городе Казань, представленные в таблице ниже.

Таблица 1 *– усреднённые показатели железа, сульфатов, азотсодержащих, перманганатной окисляемости, pH, общего солесодержания, удельной электропроводимости*

Источник (район города)	Концентрация, мг/л						
	Fe^{3+}, мг/л	SO_4^{2-}, мг/л	Азотосодержащие компоненты (суммарно), мг/л	Окисляемость перманганатная, мг/л	pH, ед.	ОСС, г/л	УЭП, мСименс/м
СанПиН	0,3	500	85,623	5,0	6-9	1	0,5
Кировский	0,0055	94,925	0,195	0,02	7,12	0,25	0,5
Авиастроительный	0,0032	131,1	0,176	0,0012	7,17	0,24	0,47
Горки	0,0022	130,4	0,189	0,0012	7,22	0,24	0,48
Ново-Савиновский	0,0035	117,7	0,193	0,0052	7,24	0,24	0,48
Московский	0,0042	137,5	0,232	0,0052	7,21	0,24	0,48
Столбище	0,0207	145,8	0,171	0,004	7,25	0,36	0,81

Таблица 2 *– усреднённые показатели общей жесткости, щёлочности и хлоридов*

Источник	Жёсткость общая, мг-экв/л	Щёлочность, мг-экв/л	Содержание хлоридов, мг/л
СанПиН	7	Не норм.	350
Кировский	8,3	2,9	90
Авиастроительный	8,3	2,6	76
Горки	8,3	2,5	76
Ново-савиновский	8,0	2,8	76
Московский	8,3	2,3	72
Столбище	16,5	5,4	110

Общий анализ данных, представленный в таблицах 1 и 2, по исследуемым шести районам города Казань показывает, что все показатели, за исключением общей жесткости, находятся в пределах нормируемых значений. Анализируя показатели жесткости и щёлочности, можно сделать выводы, что данные пробы воды (за исключением р-на Столбище) имеют невысокие показатели по выпадению твердой фазы в виде карбонатов. Все показатели качества питьевой воды находятся в умеренном масштабе. Вода не обладает повышенной коррозионной активностью, так как содержание хлоридов соответствует норме.

В Столбище превышение данных показателей жесткости в 2,36 раза приводит к твердым отложениям на внутренней поверхности трубопроводов, образованных ионами накипеобразователей.

Полученные результаты позволяют сделать следующее заключение: содержание сульфатов и хлоридов, вызывающих постоянную жесткость, значительно ниже ПДК. Следовательно, жесткость воды, преимущественно временная (карбонатная). В районе Столбище водоснабжение организовано

подземными водами (добывается из скважины), показатель жесткости завышен в 2,36 раза, щелочность также превышает показатели остальных районов.

Окисляемость перманганатная изначительно ниже ПДК, следовательно, в грунтовые воды очень незначительно попадают органические бытовые отходы жизнедеятельности населения и скота, которые способны окисляться перманганатом калия.

Таким образом, экспериментально доказано, что данные пробы воды соответствует нормам и могут быть использованы в качестве питьевой воды, с рекомендацией дополнительной очистки бытовыми фильтрами.

Литература

1. Васильев, В. П. (1989). Аналитическая химия. В 2 ч. Ч. 1. Гравиметрический и титриметрический методы анализа. М.: Высшая школа

2. Архипова Н.С., Елагина Д.С. Актуальные вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности в Республике Татарстан. (2016)

3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества;

4. СанПиН 2.1.4.1116-02. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества

XÜLASƏ
KAZAN ŞƏHƏRİNDƏ 2021-Cİ İL ÜÇÜN MƏİŞƏT VƏ İÇMƏLİ SULARIN KEYFİYYƏTİNİN TƏHLİLİ
Medvedeva S.N., Vlasova A.Y.

***Açar sözlər**: içməli su, içməli suyun təyinat, təhlili, keyfiyyət, çirkləri, maksimum icazə verilən konsentrasiya, titrimetriya*

Su ən mühüm təbii resursdur. Lakin antropogen amilin təsiri altında atmosferin qatlarının, o cümlədən su akvakulturasının çirklənməsi baş verir. İstehsalatın miqyası resurslara istehlakçı münasibətini formalaşdırır və ola bilsin ki, tezliklə onların çatışmazlığına və tükənməsinə gətirib çıxara bilər. Su həmçinin mikroorqanizmlərin, bitkilərin və insanın həyat fəaliyyətini qorumaq üçün lazımdır, buna görə də onun keyfiyyəti və miqdarı bütün canlıların mövcudluğuna birbaşa təsir göstərir. Məhz buna görə də yol verilən son göstəricilərdən kənara çıxmaların vaxtında aşkar edilməsinə və problemin aradan qaldırılmasına dair qərarlar qəbul etməyə kömək edən təsərrüfat-içməli təyinatlı suyun keyfiyyətinin monitorinqi zəruridir.

SUMMARY
ANALYSIS OF THE QUALITY OF WATER FOR HOUSEHOLD AND DRINKING PURPOSE IN KAZAN FOR 2021
Medvedeva S.N., Vlasova A.Y.

***Keywords**: drinking water, household drinking water, analysis, quality, impurities, maximum permissible concentration, titrimetry.*

Water is the most important natural resource. However, under the influence of anthropogenic factors, pollution of atmospheric layers occurs, including aquatic aquaculture. The scaling of production forms consumer attitudes to resources and, possibly, may soon lead to their shortage and exhaustion. Water is also needed to support the vital activity of microorganisms, plants and humans, so its quality and quantity have a direct impact on the existence of all living things. That is why it is necessary to monitor the quality of water for household and drinking purposes, which helps to identify deviations from the maximum permissible indicators in a timely manner and make decisions to eliminate the problem.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ СВАЛОЧНОГО ГАЗА ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Кондратьев А. Е.
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Российская Федерация
aekondr@mail.ru

***Ключевые слова**: свалочный газ, мусорный полигон, факельная система, теплоснабжение.*

Проблема сжигания бытовых отходов является основной задачей решения экологической проблемы больших и малых городов. Извлечение и утилизация отработанных газов значительно снижают экологическую нагрузку на городские свалки. Если организовать систему теплоснабжения жилых или административных зданий на основе утилизации отходящих газов, экономический эффект значительно возрастает.

В настоящее время особое внимание уделяется внедрению нетрадиционных источников энергии. Известны такие возобновляемые источники, как солнечная энергия, энергия ветра, геотермальная энергия, биоэнергетика и пр. [1]. Особое место здесь занимает биоэнергетика, в частности, свалочный газ.

Свалочный газ занимает третье место по способам получения метана после ископаемого топлива и сельскохозяйственного биогаза. Кроме решения энергетической задачи решается также и проблема утилизации органических отходов на свалках различного уровня. Зачастую эта проблема на свалках решается с помощью прямого выделения свалочного газа в атмосферу или, в лучшем случае, сжиганию на факельных системах с неконтролируемым выбросом вредных веществ. В обоих случаях наносится значительный вред экологическому состоянию свалок, что только подчеркивает актуальность проблемы [2]. Также следует отметить, что свалочный газ является главной причиной возгорания свалок, что может привести к настоящей экологической катастрофе. Кроме этого при содержании в воздухе 5-15% метана и 12% кислорода образуется взрывоопасная смесь.

Таким образом, использование свалочного газа целесообразно по следующим причинам:

- применение свалочного газа как топлива для получения электрической или теплой энергии;
- уменьшение вредных выбросов продуктов разложения органических отходов на свалках;
- значительное уменьшение массы мусора на свалках за счет утилизации органических отходов [3].

Загрузка мусорного котлована происходит слоями, которые в конце каждого рабочего дня утрамбовываются и засыпаются слоем глины толщиной до 30 см. Это необходимо соблюдать для исключения разброса мусора под воздействием ветра и осадков, немаловажным фактором является сокращение зловония. В завершении полигон покрывается геомембраной, которой служит слой почвы с растительным покровом.

Технология выработки свалочного газа основана процессе анаэробной ферментации – разрушении органических отходов естественным биоценозом различных бактерий. Теплота сгорания одного кубического метра свалочного газа значительна, и может достигать 12 МДж, эта величина эквивалентна теплоте сгорания 0,6 литров бензина, 1,75 кг сухих дров, при этом можно получить до 2 кВтч электрической энергии.

В работе рассматривается возможность применения свалочного газа для построения системы теплоснабжения трехэтажного административного здания с площадью помещения 1662 м^2, объемом помещений 8668 м^3 и примерным количеством посещающих людей в 300 человек. Таким образом, для обеспечения тепловой энергии выбранное административное здание необходимо оборудовать автономной котельной с годовой выработкой тепловой энергии в размере 9211,52 МВт/год.

Для этой цели выбраны 2 котла мощностью по 200 КВт, работающих на свалочном газе.

Известно, что из одной тонны отходов может образовываться до 200 м^3 свалочного газа. Количество свалочного газа также зависит и от возраста отходов – в первые 15-20 лет при разложении одной тонны отходов может выделяться до 8 м^3 свалочного газа в год. При последующем использовании отходов количество газа значительно снижается. Средний срок эксплуатации одной скважины составляет 15 лет, ориентировочный срок окупаемости составляет 5 лет.

В таблице показано содержание метана в различных газовых смесях. Видно, что свалочный газ содержит в себе значительное количество примесей, что делает его «грязным». Для подготовки свалочного газа к применению необходимо выполнить следующие мероприятия:

- отделение водной составляющей и механических частиц;
- удаление сероводорода;
- удаление галогеносодержащих соединений;
- удаление CO_2;
- сжатие газа в случае использования в качестве топлива.

Таблица.

Состав различных газов

Источник	Состав газа, % (об.)					
	CH_4	C_2H_6	CO_2	N_2	O_2	H_2S
Природный газ (стандартный)	96	2	0,84	1,05	-	-
Свалочный газ (биогаз)	66,75	-	31,75	0,48	0,425	0,06
Спиртзавод(биогаз)	69,3	-	30,2	0,2	0,3	-
Животноводческая ферма(биогаз)	69,14	-	30,36	0,09	-	0,11

Для эффективного сбора свалочного газа на свалочных полигонах необходимо обеспечение следующие условий:

- создание в толще захоронения необходимого разрежения при минимальном подсосе воздуха;
- обеспечение долговременной работы каждой скважины с учетом механических и динамических нагрузок;
- обеспечение длительного сбора свалочного газа;
- увязка работы системы дегазации со скоростью образования свалочного газа;
- возможность расширения добычи свалочного газа.

В связи с этими требованиями для сбора биогаза необходимо использовать трубопроводы большого диаметра с возможностью свободного доступа по кратчайшему расстоянию. Коллекторы для сбора газа могут располагаться как горизонтально, так и вертикально. Интересным является комбинированное расположение, главное, чтобы трубы сохраняли хорошую устойчивость и прочность за весь период эксплуатации мусорного полигона. Гораздо проще организация сбора газа на новых полигонах – тогда трубопроводы наращиваются с увеличением высоты отходов, при этом есть возможность откачивания газа снижу по горизонтальным или слегка наклонными системами сбора газа.

Свалочный газ после извлечения из мусорного полигона необходимо очистить в скруббере – специальном газоочистительном аппарате и сжать до необходимого давления. После этого свалочный газ готов к дальнейшему использованию.

Эффективность получения свалочного газа зависит и от размеров мусорного полигона. С экономической стороны наиболее эффективны полигоны, имеющие глубину залегания мусора более 10 метров и содержащие более 1 миллиона тонн отходов. Возраст отходов тоже имеет значение, желательно не более 10 лет. Тогда мусорный полигон обеспечит стабильное получение свалочного газа сроком до 20 лет.

Конечно, наиболее целесообразно закладывать газовые скважины в процессе наполнения мусорного полигона. В этом случае металлические газоотводные трубы предпочтительнее, обладаю большим запасом прочности и возможностью проведения технической диагностики, но это экономически весьма затратно [4]. Применение пластиковых труб в процессе наполнения полигона мусором значительно удешевит процесс добычи газа. В противном случае газовые скважины необходимо с помощью бурение. Процесс бурения связан со множеством проблем: неоднородность слоев мусора, наличие в мусоре твердых отходов, но самое главное – повышенная опасность эксплуатации тяжелой бурильной техники на полигоне [5].

Кроме экономической составляющей проблемы использования свалочного газа, решается и задача сохранения тела полигона. Здесь своевременное снижение давления газа через систему сбора исключает негативное влияние высокого давления газа внутри полигона.

При постоянном сборе свалочного газа он выходит с малым давлением, которое к тому же отличается непостоянством вследствие гидравлических потерь, кроме этого необходимо учитывать, что пики потребления свалочного газа могут не совпадать по степени наполнения реактора. В этом случае излишки газа необходимо утилизировать, самым простым способом является сжигание газа в с применением факельной установки. Это вариант экономически нецелесообразен, применяется тогда, когда другие способы утилизации излишков не предусмотрены. Вариантом накопления газа является применение газгольдеров, подразделяющееся на «прямые» и «непрямые». В прямых газгольдерах создается запас свалочного газа, в непрямых производится аккумулирование тепловой энергии промежуточного теплоносителя.

В заключение необходимо отметить и особенности горения свалочного газа. Дальнобойность струи горения свалочного газа больше, чем природного, из-за чего возникает нарушение распределение струй в потоке, что приводит к снижению устойчивости процесса горения газа и склонности к отрыву факела от горелки. Так же для обеспечения заданного расхода топлива необходимо увеличить диаметр сопловых отверстий горелочного устройства. Учитывая неоднородность исходного сырья на мусорных полигонах, это условие индивидуально и рассчитывается для каждого полигона отдельно.

Литература

1. Шарафисламова, Э. А. Совместная работа теплового насоса с ветрогенератором малой мощности / Э. А. Шарафисламова, А. Е. Кондратьев // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2016. – № 2. – С. 256-258. – EDN YGGYGN.

2. Горбунов, К. Г. Законодательные проблемы теплоэнергетики / К. Г. Горбунов, А. Е. Кондратьев // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2019. – № 2. – С. 111-113. – EDN LJVNRC.

3. Мустафина, Г. Р. Перспективы применения биогазовой установки при утилизации органических отходов птицефабрик / Г. Р. Мустафина, А. Е. Кондратьев // Экологическая безопасность в техносферном пространстве : сборник материалов Третьей Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых и студентов, Екатеринбург, 09 июня 2020 года. – Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2020. – С. 88-90. – EDN NYXDPA.

4. Improving the methodology for assessing the technical condition of equipment during the transportation of energy carrier in energy systems and complexes / S. O. Gaponenko, R. Z. Shakurova, A. E. Kondratiev, R. Dimova // E3S Web of Conferences : 2019 International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems, SES 2019, Kazan, 18–20 сентября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2019. – P. 01021. – DOI 10.1051/e3sconf/201912401021. – EDN UXIYTB.

5. Мустафина, Г. Р. Особенности конструкций реакторов для получения биотоплива / Г. Р. Мустафина, А. Е. Кондратьев // Актуальные вопросы прикладной физики и энергетики : II Международная научная конференция, Сумгаит, 12–13 ноября 2020 года. – Сумгаит: Сумгаитский государственный университет, 2020. – С. 277-280. – EDN JJVOBP.

XÜLASƏ
İSTİLİK TƏMİNATI SİSTEMLƏRİ ÜÇÜN LAYDAŞ QAZININ TƏTBİQİ PERSPEKTİVLƏRİ
Kondratyev A.E.

Açar sözlər*: zibil qazı, zibil poliqonu, məşəl sistemi, istilik təchizatı.*

Məişət tullantılarının yandırılması problemi böyük və kiçik şəhərlərin ekoloji probleminin həllinin əsas vəzifəsidir. Tullantıların qaz çıxarılması və utilizasiyası şəhər zibilliklərinin ekoloji gərginliyini əhəmiyyətli dərəcədə azaldır. Əgər tullantı qazının utilizasiyası əsasında yaşayış və ya inzibati binaların istilik təchizatı sistemini təşkil etsək, iqtisadi effekt əhəmiyyətli dərəcədə artır.

SUMMARY
PROSPECTS FOR THE USE OF LANDFILL GAS FOR HEAT SUPPLY SYSTEMS
Kondratiyev A.E.

Key words*: landfill gas, landfill, flare system, heat supply*

The problem of household waste disposal is the main task of solving the environmental problem of cities and towns. Extraction and utilization of landfill gas significantly reduces the environmental intensity of urban landfills. The economic effect is significantly increased if, on the basis of landfill gas utilization, a heat supply system for residential or administrative buildings is organized.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ОБЪЕКТОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ ХИМВОДОПОДГОТОВКИ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЭК

Королев В.И., Зверева Э.Р.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация
eziodepakes@gmail.com , 6elvira6@list.ru

Ключевые слова: *ТЭК, карбонатный шлам, объект размещения отходов, шламоотвал.*

В статье показана необходимость контроля за состоянием окружающей среды и ее загрязнением в пределах воздействия на окружающую среду собственниками, эксплуатирующими объекты размещения энергетических отходов. Учитывая общедоступные данные о результатах мониторинга, крайне сложно определить воздействие мер по смягчению последствий без дополнительных данных мониторинга. Экспроприация больших площадей под захоронение энергетических отходов и вовлечение их в хозяйственный цикл, в том числе закупка вторсырья, остаются нерешенными.

По ежегодно собираемым статистическим данным, количество производственных отходов производства электро- и теплоэнергии в Российской Федерации доходит до отметки в 40 % от всего количества образуемых ежегодно отходов и составляет в среднем 90-95 млн тонн в год. Ежегодное

пополнение золошлаковых отходов (ЗШО) от производства электро- и теплоэнергии и уже превысил отметку в 2 млрд тонн отходов, размещенных на территориях размещения отходов площадью более чем 22 000 та [2].

Проблема утилизации и переработки ЗШО стоит сегодня особенно остро. На долю теплоэлектроцентралей и теплоэлектростанций приходится около 77 % всей вырабатываемой электроэнергии в России. Таким образом, масштабы образуемых шламовых отходов при технологии химической подготовки воды являются существенными для организации промышленной переработки. На сегодняшний день, единой технологии утилизации и (или) использования шламовых отходов объектов энергетики не существует [1].

В данный момент на территории Республики Татарстан действующими являются 5 специализированных объектов размещения отходов (таблица 1) на территориях которых, по размещены 1 352,783 тыс. тонн отходов энергетики.

Шламоотстойник не является конечным объектом размещения отходов, т.к. в нем отходы размещаются (хранятся) в шламоотстойнике не более 5-ти лет, после чего передаются на утилизацию (рекультивацию земель) в специализированную организацию.

Таблица 1.

Объекты размещения отходов энергетики на территории РТ

№	Наименование	Организация	Населенный пункт Республики Татарстан
1	Шламоотвал Нижнекамской ТЭЦ	ООО «Нижнекамская ТЭЦ»	г. Нижнекамск
2	Шламоотвал Нижнекамской ТЭЦ (ПТК-1)	АО «ТГК-16	г. Нижнекамск
3	Шламонакопитель Казанской ТЭЦ-3 (шлам ХВО)	АО «ТГК-16	г. Казань
4	Кировский золошлакоотвал Казанской ТЭЦ-2	АО "Татэнерго"	г. Казань
5	Шламоотстойник Казанской ТЭЦ-1	АО "Татэнерго"	г. Казань

Из-за значительного количества образуемых отходов, согласно законодательным требованиям, собственники объектов размещения отходов должны проводить мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды в пределах их воздействия на окружающую среду в целях предотвращения негативных изменений качества окружающей среды [4]. Для осуществления наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей среды на территории объекта размещения отходов и пределах его воздействия на окружающую среду привлекаются организации (лаборатории), имеющие соответствующую область аккредитации по определению:

1. Качества и загрязнения подземных вод;
2. Микробиологических и паразитологических показателей загрязненности подземных вод;
3. Степени загрязненности почвы;
4. Уровня загрязненности атмосферного воздуха;

Перечни наблюдаемых показателей состояния загрязнения окружающей среды, количество и расположение контрольных точек, а также периодичность проведения наблюдений определяются и согласовываются с уполномоченным органом власти для получения достоверной информации, позволяющей предотвратить опасность загрязнения.

В ходе проведения оценки экологического воздействия объектов размещения отходов энергетики в Республике Татарстан, по имеющимся в открытом доступе данным отчетов о результатах мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территории шламоотстойника филиала АО «Татэнерго» Казанская ТЭЦ-1 за 2018-2021 гг. (далее – Объект).

В ходе проведения оценки воздействия Объекта на качество атмосферного воздуха по взвешенным веществам, а также проанализировав динамику влияния Объекта на атмосферный воздух и подземные воды в сравнении с данными, полученными при проведении мониторинга за 2018-2021 гг. можно сделать следующие выводы:

1. Воздействие Объекта на атмосферный воздух не наблюдается, т.к. значение показателей загрязненности атмосферного воздуха по взвешенным веществам из года в год остаются на одном уровне, это вероятнее всего обусловлено тем, что отход «Осадок осветления природной воды при обработке известковым молоком и коагулянтом на основе сульфата железа» находится во влажном состоянии (влажность 67%), тем самым данный отход оказывает минимальное «пыление» (таблица 2).

Таблица 2.

Показатели воздействия Объекта на атмосферный воздух

Наименование показателя	Фоновые данные УГМС РТ	Данные за 2018 г.	Данные за 2019г.	Данные за 2020г.	Данные за 2021 год
Взвешенные вещества, мг/м^3	0,157	0,26	<0,26	<0,26	<0,26

2. Влияние Объекта размещения отходов на подземные воды, согласно проведенной оценки за весь период наблюдений не представляется объективно определить, так как колебания показателей не имеют какой-либо закономерности, а также отсутствуют характерные изменения показателей загрязненности подземных вод шламовыми водами, входящими в состав отхода (таблица 3).

Таблица 3

Показатели воздействия Объекта на подземные воды

Наименование показателя	Данные за 2018 г.	Данные за 2019г.	Данные за 2020г.	Данные за 2021 г.
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Подземные воды				
Перманганатная окисляемость, мг/л	5,01	3,41	0,59	5,34
Нефтепродукты (суммарно), мг/л	0,019	0,01	0,02	0,03
Азот аммония, мл/л	0,14	0,1	0,33	0,27
Хлориды, мг/л	22,18	16,32	13,16	15,44
СПАВ, мг/л	0,017	0,025	0,02	10,01
марганец, мг/л	0008	0,013	0,02	0,01
Сульфаты, м г/л	71,57	90,083	75,67	87,16
Алюминий, мг/л	0,094	0,067	0,053	0,09
Свинец, мг/л	0,001	0,0013	0,003	0,01
Никель, мг/л	0,005	0,0055	0,011	0,01
Железо, мг/л	0,39	0,428	1,245	0,13
Минерализация, мг/л	223,66	257,583	190,75	189,67
Барий, мг/л	0,029	0,041	0,100	0,12
Стронций, мг/л	0,26	0,513	0,391	0,29
Фтор, мг/л	0,16	0,203	0,205	0,15
Мутность, мг/л	6,18	1,54	1,588	1,02
Запахи, баллы	2,25	2,33	0,25	1,17
Возбудители кишечных инфекций	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Жизнеспособные яйца гельминтов	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено
Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ в 100мл	24,75	25,9	Менее предела обнаружения	Менее предела обнаружения
Колифаги, КОЕ в 100мл	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено	Не обнаружено

3. Относительно данных имеющихся за весь период наблюдений начиная с 2018 г. по настоящее время демонстрирует, что количественный состав загрязняющих веществ почвы меняется без какой-либо последовательности (таблица 4):

Таблица 4.

Показатели воздействия Объекта на почвы

Наименование показателя	Данные за 2018 г.	Данные за 2019г.	Данные на 2020х.	Данные за 2021 г
pH водной вытяжки	7,1	8,7	8,0	6,8
Медь, мг/кг	0,9	24,96	13,0	26,4
Никель, мг/кг	<1	4,36	3,4	0,95
Кадмий, мг1кг	<0,02	<0,02	<0,10	0,11
Цинк, мг/кг	1,17	107,34	31	16,9
Свинец, мг/кг	0,11	46,59	26	0,61
Нефтепродукты	840,0	1950,0	216,0	35,0
Мышьяк, мг/кг	<1	2,64	<0,25	0,41
Ртуть, мг/кг	<0,02	<0,02	<0,20	<0,1
Бенз(а)пирен	0,119	0,0016	<0,005	<0,005

Таким образом, шламоотстойник Казанской ТЭЦ-1 является объектом последовательной технологической цепи производственного процесса химической водоподготовки в процессе производства тепло- и электрической энергии. В шламоотстойнике воздействие оказывает отход «Осадок осветления природной воды при обработке известковым молоком и коагулянтом на основе сульфата железа» 5 класса опасности. Нужно принять во внимание факт того, что объекты размещения отходов в большинстве случаев расположены в промышленной зоне и граничат с крупными промышленными предприятиями, а также с транспортными потоками, которые накладывают воздействие на качество объектов окружающей среды [3].

Исходя из вышеизложенного, определить результативность мер по уменьшению последствий влияния Объекта крайне сложно без наличия большего количества данных наблюдения и возможности исключения наложения воздействий других объектов на качество окружающей среды.

Однако вопрос отчуждения больших территорий для размещения отходов энергетики, которые практически безвозвратно изымаются из полезного использования остается актуальным даже после их рекультивации. Также содержание таких сооружений требует значительных эксплуатационных затрат, повышающих себестоимость производства энергоносителей.

Тем самым проблема утилизации отходов энергетики возникла не сегодня и не вчера и вопрос их вовлечения в хозяйственный оборот (в том числе с получением вторичной продукции) на сегодняшний день регулируется на законодательном уровне.

Литература

1. Ильин Н.П., Назаров А.И., Королев В.И., Нургалиев А.И., Зверева Э.Р. Сборник Тезисов IV Всероссийской с международным участием школы конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Материалы и технологии XXI века» / Отв. ред. А.В. Герасимов. [Электронный ресурс] – Казань, КФУ, 2021. – 1.

2. Королев В.И., Зверева Э.Р. Разработка метода по снижению негативного воздействия шламовых отходов и осадков сточных вод // XXV Всероссийский аспирантско-магистерский научный семинар, посвященный дню энергетика – Казань, КГЭУ, 2022 [Электронный ресурс] URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=48175915.

3. Отчет о результатах мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территории шламоотстойника филиала АО «Татэнерго» Казанская ТЭЦ-1 за 2019-2021 гг. [Электронный ресурс] URL: http://www.tatenergo.ru/about/environmental/rezultaty-monitoringa-obektov-razmeshcheniya-otkhodov/.

4. Приказ Минприроды России от 08.12.2020 N 1030 «Об утверждении Порядка проведения собственниками объектов размещения отходов, а также лицами, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду». [Электронный ресурс] URL: https://docs.cntd.ru/document/573219713.

XÜLASƏ
YANACAQ-ENERJİ KOMPLEKSİ MÜƏSSİSƏLƏRİNİN KİMYƏVİ SU HAZIRLIĞI TULLANTILARININ ATILMASI OBYEKTLƏRİNİN EKOLOJİ TƏSİRİ
Korolev V.I., Zvereva E.R.

***Açar sözlər**: yanacaq-energetika kompleksi, karbonat şlamı, tullantıların yerləşdirilməsi obyekti, şlam-suvaq.*

Məqalədə energetika tullantılarının yerləşdirilməsi obyektlərini istismar edən mülkiyyətçilər tərəfindən ətraf mühitin vəziyyətinin və çirklənməsinin ətraf mühitə təsiri hüdudlarında monitorinqinin aparılması zərurəti göstərilmişdir. Monitorinqin nəticələri haqqında açıq çıxışda olan məlumatlara görə, müşahidə nəticələrinin azaldılması üzrə tədbirlərin nəticələrini müəyyənləşdirmək daha çox müşahidə məlumatları olmadan son dərəcə çətindir. Enerji tullantılarının yerləşdirilməsi üçün böyük ərazilərin özgəninkiləşdirilməsi və onların təsərrüfat dövriyyəsinə cəlb edilməsi, o cümlədən təkrar məhsul alınması məsələsi həll olunmamış qalır.

SUMMARY
ECOLOGICAL IMPACT OF CHEMICAL WATER PREPARATION WASTE DISPOSAL FACILITIES OF FUEL AND ENERGY COMPLEX ENTERPRISES
Korolev V.I., Zvereva E.R.

***Keywords**: fuel and energy complex, carbonate sludge, waste disposal facility, sludge dump*

The article indicates the need for owners operating energy waste disposal facilities to monitor the state and pollution of the environment within their impact on the environment in order to prevent negative changes in environmental quality. According to the publicly available data of monitoring reports, it follows that it is extremely difficult to determine the effectiveness of measures to reduce the effects of the Object's influence without the availability of more observation data. The issue of alienation of large territories for the disposal of energy waste and the issue of their involvement in economic turnover, including with the receipt of secondary products, remains unresolved.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗЛОЖЕНИЯ ГАЗОГИДРАТНЫХ ПЛАСТОВ В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Давлетшина М.Р[1]., Аюпов А.Ф.[2]
[1]Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Российская Федерация
[1]Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Российская Федерация
davletshina@yandex.ru

***Ключевые слова**: газовые гидраты, диссоциация, СВЧ-излучение, численное моделирование;*

В статье представлены результаты математического моделирования процессов разложения газовых гидратов в высокочастотном электромагнитном поле. Приведены результаты численного эксперимента процесса разложения и показаны распределения температур и давления, а также зависимость от коэффициента проницаемости.

Введение. Газовые гидраты представляют собой потенциально обширный источник природного газа, они встречаются в зонах вечной мерзлоты и на глубоководье, что создает сложности для их разработки [1]. Газовые гидраты – это твердые, похожие на лед вещества, являются клатратными соединениями низкомолекулярных газов, таких как метан, этан, пропан и др. с водой, образующиеся в условиях низких температур при повышенном давлении. Самым распространенным природным газом-гидратообразователем является метан. Содержание метана в гидратах очень высоко: из одного кубометра (в стандартных условиях) можно получить более 160 м^3 метана. По содержанию энергии (теплотворной способности) газовые гидраты сопоставимы с битуминозной нефтью и нефтеносными песками [2].

Добыча газа из газогидратного пласта связана с фазовыми переходами в процессе разложения газогидрата на жидкость и газ и реализуется различными методами. Разложение газогидрата происходит вследствие повышения температуры, разгерметизации (снижения давления), использования ингибиторов, воздействием сверхвысокочастотным электромагнитным излучением и др. В данной работе рассматривается процесс разложения газового гидрата в радиальной модельной постановке на примере гидрата метана.

Математическое моделирование широко используется для изучения процессов образования и разложения газовых гидратов. В работе [3] изучена аналитическая зависимость и предложена автомодельное решение задачи разложения гидрата под воздействием газа под воздействием СВЧ-

излучения. Предложена математическая модель процессов фильтрации разложения газогидратов посредством электромагнитных излучений более эффективны, чем обычное тепловое воздействие, обусловленное кондуктивной теплопроводностью. В работе [4] представлены результаты натурного эксперимента по разложению гидрата пропана при воздействии сверхвысокочастотного электромагнитного поля. Рассматриваются возможности полного разложения гидратной пробки, образовавшейся в трубе.

Однако, численное решение в такой постановке не выполнялось, поэтому разработка математического обеспечения и численная реализация подобных задач является на сегодняшний день актуальным.

Постановка задачи и основные уравнения. Рассмотрим горизонтальный круговой пористый пласт радиуса R_k, в центре которого пробурена скважина радиуса r_w, вскрывшая его на все толщину. Положим, что в исходном состоянии пласт заполнен газом (метаном) и его гидратом с исходной гидратонасыщенностьюv. Пусть в момент времени $t > 0$ на границе пористой среды ($r = r_w$)начинает работать излучатель высокочастотных электромагнитных колебаний. Ввиду того, что газ и дистиллированная вода являются диэлектриками, поглощение энергии СВЧ излучения происходит в тонком газогидратном слое – фронтальной границе. В результате такого воздействия в пласте возникают две области:ближняя, примыкающая к скважине и содержащаягаз (метан) и воду, и дальняя, насыщенная газогидратом и газом [6,7].

Для описания тепловых и гидродинамических полей в задаче о разложении газогидрата, примем следующие допущения. Будем полагать, что пористость является величиной постоянной;скелет пористой среды, гидрат и вода являются несжимаемыми и неподвижными, а газ калорически совершенным:

$$m = const;\ \upsilon_{sk} = \upsilon_h = \upsilon_w = 0;\ \rho_{sk} = \rho_h = \rho_w = const;\ \rho_g = p/R_g T\,,$$

гдеm – пористость; ρ_i и υ_i – соответственно плотность и скорость i-ой фазы; p – давление; T – температура; R_g – приведенаягазовая постоянная.. Здесь и в дальнейшем нижние индексы$i = sk, g, h, w$ соответствуют параметрам скелета, газа, гидрата, воды.

Система основных уравнений представляет собой уравнения неразрывности и притока тепла и закон Дарси [8-10] и в осесимметричном приближении имеет вид:

$$\frac{\partial}{\partial t}\left(mS_g\rho_g\right) + \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(rmS_g\upsilon_g\rho_g\right) = 0\,,$$
$$\rho C\frac{\partial T}{\partial t} + c_g\rho_g mS_g\upsilon_g\frac{\partial T}{\partial r} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\lambda\frac{\partial T}{\partial x}\right), \qquad (1)$$
$$mS_g\upsilon_g = -\frac{k_g}{\mu_g}\frac{\partial p}{\partial r}\,.$$

Здесь r – пространственная координата; t – время; c_g, υ_g, μ_g, иS_g– соответственно теплоемкость, скорость, вязкость и насыщенность для газовой фазы. Величины удельной объемной теплоемкости ρC и коэффициента теплопроводности λ будем считать постоянными, поскольку они определяются, в основном, параметрами скелета пористой среды.

При этом используя закон Дарси, условия баланса массы газа и тепла можно также представить в виде:

$$\frac{k_{g(1)}}{\mu_g}\frac{\partial p_{(1)}}{\partial r} - \frac{k_{g(2)}}{\mu_g}\frac{\partial p_{(2)}}{\partial r} = m\dot{r}_{(n)}\left(S_{g(2)} - S_{g(1)} + \frac{Gv\rho_h}{\rho_{g(n)}}\right),$$
$$\lambda\frac{\partial T_{(2)}}{\partial r} - \lambda\frac{\partial T_{(1)}}{\partial r} = m\rho_h vL_h\dot{r}_{(n)} - q\,. \qquad (2)$$

Здесь L_h–удельная теплота разложения гидрата;q–интенсивность поглощения излучения гидратом. При этом будем считать, что давление и температура на этой границе являются величинами непрерывными и связанными условием трехфазного равновесия:

$$T_n\left(p\right) = T_{h0} + T_*\ln\left(p\,/\,p_{h0}\right). \qquad (3)$$

Здесь T_{h0} – равновесная температура, соответствующая давлению p_{h0}; T_* - эмпирический параметр, зависящий от вида газогидрата.

Будем полагать, что в начальный момент времени пласт насыщен метаном и гидратом, давление p_0 и температура T_0 которых соответствует условию их стабильного существования, т.е. $T_0 < T_n(p_0)$:

$$t=0:\ \ p=p_0,\, T=T_0,\, \left(r_w \le r \le R_k\right). \tag{4}$$

Пусть в момент времени $t>0$ на границе «скважина – пористая среда» начинает функционировать источник излучения. При этом в данной задаче будем полагать, что интенсивность поглощения излучения qвыражается зависимостью:

$$t>0:\ \ q=\frac{Q}{2\pi r_{(n)}}\ \left(r=r_w\right), \tag{5}$$

где Q – мощность излучения.

Условия на контуре питания представим в виде:

$$t>0:\ p=p_0,\ \frac{\partial T}{\partial r}=0\left(r=R_k\right). \tag{6}$$

На основе первого уравнения системы (1) с учетом закона Дарси, а также уравнения состояния калорически совершенного газа, уравнения пьезопроводности, описывающие распределения давления в ближней(i = 1)и дальней(i = 2) областях имеют вид:

$$\frac{\partial p_{(i)}}{\partial t}=\frac{k_{g(i)}}{mS_{g(i)}\mu_g}\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(rp_{(i)}\frac{\partial p_{(i)}}{\partial r}\right). \tag{7}$$

В настоящей работе будем рассматривать случай, соответствующий отсутствию отбора или закачки газа через скважину энергия излучения вводится через непроницаемую границу). В этом случае будем считать, что давление в ближней области однородно и совпадает с величиной давления на границе фазовых переходов, а температура определяется через соотношение (3):

$$t>0:\, p=p_{(n)}, T=T_{(n)}\ \left(r_w \le r \le r_{(n)}\right). \tag{8}$$

Для численного решения задачи (7) – (9) с начальными и граничными условиями (4) – (6) используется метод ловли границы фазового перехода в узел пространственной сетки.

Результаты численного эксперимента

На рис.1 для момента времени t = 10сут. представлены распределения температуры и давления в пласте при действии источника излучениямощностью $Q = 10^2$ Вт/м. Для остальных параметров, характеризующих систему приняты следующие значения m = 0.1, ν = 0.2, $\mu_g = 10^{-5}$ Па·с, λ = 2 Вт/(м·К), $L_h = 5\cdot10^5$ Дж/кг,R_g = 520 Дж/(кг·К), G = 0.12, $\rho C = 2.5\cdot10^6$ Дж/(К·м^3), T_{h0} = 280 К, T_* = 10 К, p_{h0} = 5.5 МПа, ρ_h = 900 кг/м^3, $\rho_w = 10^3$ кг/м^3, r_w = 0.1 м, R_k = 50 м. Исходные давление и температура полагались равными p_0 = 5 МПа и T_0 = 275 К соответственно; проницаемость дальней области, насыщенной метаном и его гидратом принималась равной $k_{g(2)} = 10^{-17}$ м^2.

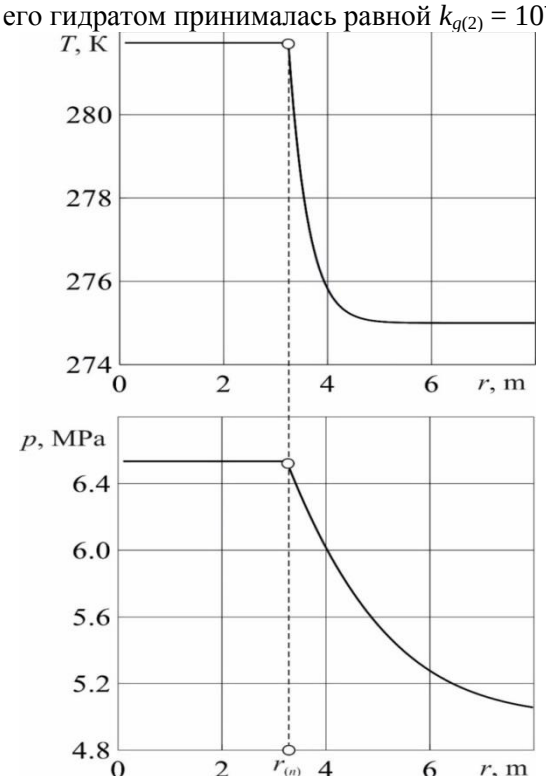


Рис.1. Распределение температуры и давления в пласте.

Как следует из рис.1 основной перепад температуры и давления реализуется в малой области возле фронта фазового перехода. При этом, давление и температура на фронте и, соответственно, в ближней области поднимаются выше исходных значений и составляют соответственно $p_{(n)}$ = 6.6 МПа и $T_{(n)}$ = 281.8 К.

На рис. 2 представлены зависимости координаты фронта фазового перехода от времени. Линии 1 и 2 соответствуют значениям проницаемости дальней области $k_{g(2)} = 10^{-18}$ м^2 и $k_0 = 10^{-17}$ м^2. Как следует из рисунка, скорость движения фронта с течением времени уменьшается. Это объясняется тем, что быстрота разложения гидрата определяется интенсивностью поглощения излучения, которая уменьшается с увеличением координаты фронта фазового перехода согласно зависимости (5). При этом с уменьшением значения проницаемости дальней области, значения координаты фронта фазового перехода увеличиваются.

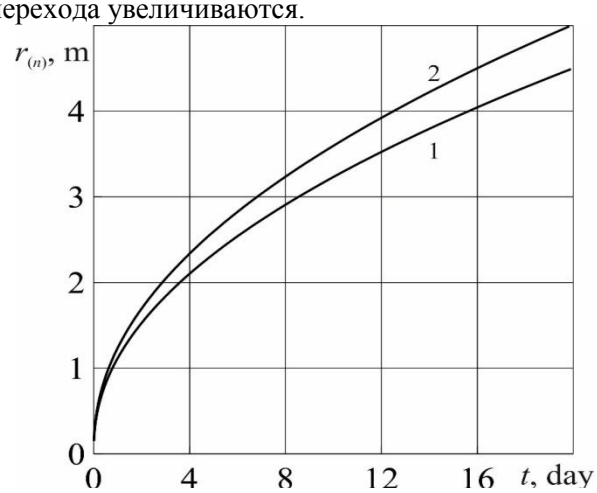


Рис.2. Зависимость координаты фронта фазового перехода от

В данной работе исследованы особенности разложения гидрата метана при воздействии свч излучения. Показано, что значения температуры и давления в пласте убывают со временем и расстоянием от источника СВЧ-излучения. Представлены зависимости координаты фронта разложения от времени при различных значениях коэффициента проницаемости.

Работа выполнена в рамках госзадания Минобрнауки России в сфере научной деятельности FEUR-2020-0004 «Решение актуальных задач и исследование процессов в нефтехимических производствах, сопровождающихся течениями многофазных сред».

Литература

1. Басниев К.С., Адзынова Ф.А. Мессояхское газогидратное месторождение. Состояние и перспективы разработки // Технологии нефти и газа. 2015. № 5 (100). С. 14–16.

2. Воробьев А.Е. Перспективы нанотехнологий освоения газогидратных ресурсов арктического шельфа России // Вестник МГТУ. 2016. Т. 19. № 1–1. С. 70–81

3. Шагапов В.Ш., Насырова Л.А., Потапов А.А., Дмитриев В.Л. Тепловой удар под воздействием энергии излучения на пористую среду, частично заполненную газогидратом.// Инженерно-физический журнал. – 2003. Т.76. № 5. – С. 47 – 53

4. Фатыхов М. А., Багаутдинов Н. Я., Экспериментальные исследования разложения газогидрата в трубе при сверхвысокочастотном электромагнитном воздействии, ТВТ, 2005, том 43, выпуск 4, 612–617

5. Нигматулин Р. И., Шагапов В. Ш., Насырова Л. А. / Докл. РАН. 1999. Т.366, № 4. С.481 – 485.

6. Давлетшина М.Р., Столповский М.В., Щеглова Е.П. Рассчет температурных полей в пористых пластах, насыщенных гидратом при тепловом воздействии. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019666990, 17.12.2019. Заявка № 2019665960 от 28.11.2019.

7. Давлетшина М.Р., Столповский М.В., Щеглова Е.П. Расчет температуры в пористых пластах конечной длины при тепловом воздействии в плоскоодномерной постановке. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2020610037, 09.01.2020. Заявка № 2019666818 от 18.12.2019.

8. Davletshina M.R., Stolpovsky M.V.,. Chiglintseva A.S and Gimaltdinov I.K. “Investigation of the influence of medium and microwave of microwave radiation parameters of the dynamics of gas hydrate”,

in International scientific conference Camstech-2020: advances in material science and technology, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Institute of Physics and IOP Publishing Limited, Krasnoyarsk, Russia, 2020), pp. 62 – 69.

9. Davletshina M. R., Stolpovsky M. V., Chiglintseva A. S. and Gimaltdinov I. K. "Features of decomposition of gas hydrate when exposed to microwave radiation", in International scientific conference Camstech-2020: advances in material science and technology, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Institute of Physics and IOP Publishing Limited, Krasnoyarsk, Russia, 2020), pp. 62 – 71.

10.Чиглинцева А.С., Давлетшина М.Р., Столповский М.В. Влияние параметров пористой среды и источника СВЧ-излучения на динамику разложения газогидрата. Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2020. № 6 (128). С. 45-54.

XÜLASƏ
YÜKSƏK TEZLİKLİ ELEKTROMAQNİT SAHƏSİNDƏ QAZ-HİDRAT LAYLARININ PARÇALANMASI PROSESLƏRİNİN RİYAZİ MODELLƏŞDİRİLMƏSİ
Davletşina M.R., Ayupov A.F.

***Açar sözlər**: qaz hidratları, dissosiasiya, mikrodalğalı şüalanma, ədədi simulyasiya;*

Məqalədə yüksək tezlikli elektromaqnit sahəsində qaz hidratlarının parçalanması proseslərinin riyazi modelləşdirilməsinin nəticələri təqdim olunur. Parçalanma prosesinin ədədi təcrübəsinin nəticələri təqdim edilir və temperatur və təzyiq paylanmaları, həmçinin keçiricilik əmsalından asılılıq göstərilir.

SUMMARY
MATHEMATICAL MODELING OF THE PROCESSES OF DECOMPOSITION OF GAS-HYDRATE RESERVOIRS IN A HIGH-FREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD
Davletshina M.R., Ayupov A.F.

***Keywords**: gas hydrates, dissociation, microwave radiation, numerical simulation*

The article presents the results of mathematical modeling of the processes of decomposition of gas hydrates in a high-frequency electromagnetic field. The results of a numerical experiment of the decomposition process are presented and the temperature and pressure distributions are shown, as well as the dependence on the permeability coefficient.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Лычагина Н.Д., Муравьева Е.А.
Институт химических технологий и инжиниринга Уфимского государственного нефтяного технического университета (филиал в г. Стерлитамаке),Стерлитамак, Российская Федерация
lychagina-natasha@mail.ru, muraveva_ea@mail.ru

***Ключевые слова:** управление технологическим процессом, анализ качества, параметры, воздействие, факторы*

Любой технологический процесс, в том числе и химический, обеспечивается работой системы управления, сопровождающейся формированием большого потока информации. Однако большая часть этой информации не используется специалистами из-за ограниченных возможностей человека, который не может обрабатывать такие потоки данных.

Поэтому человеческий фактор играет важную роль в управлении технологическим процессом. В данной статье представлена методика обработки производственных данных, позволяющая технологическому персоналу более эффективно использовать свой потенциал для управления технологическим процессом производства товарного винилхлорида.

Современные тенденции развития химического производства характеризуются разработкой и внедрением информационных систем и технологий на базе компьютеров и компьютерных сетей с современным программным обеспечением, а также систем управления базами данных и компьютерных систем принятия решений на основе теории систем и системного анализа.

Современное программное обеспечение (ПО) и микропроцессорное оборудование позволяют создавать системы у правления высокого уровня, включающие в себя мощные алгоритмы управления.

Одной из важных задач технологии управления технологическим процессом является распознавание зависимостей, действующих в процессе производства, и выявление технических,

технологических, экономических и организационных факторов, способствующих повышению эффективности производства и качества готовой продукции.

Выявление этих зависимостей является необходимым условием автоматизации технологических процессов с целью облегчения труда технологов и получения оптимальных вариантов ведения технологических процессов. Необходимость анализа и оценки основных зависимостей химических процессов, особенно мощных агрегатов, является очень важной задачей.

Эти процессы характеризуются частой сменой режима [1], качеством сырья и неконтролируемыми нарушениями.

Среди всех возмущений, действующих на технологический процесс, всегда можно выделить быстрые (высокочастотные) и медленные (низкочастотные) [2]. К быстрым возмущениям могут относиться, например, скачки материальных потоков, сетевого напряжения, подаваемого на электроэнергетические и измерительные установки; давление газов в трубопроводе или неточности срабатывания исполнительных устройств, приводящих в действие регулирующую арматуру, задвижки и приборы учета (рис., а). Изменения температуры материалов или концентрации в них какого-либо химического компонента не могут происходить с той же скоростью, с которой изменяются затраты и давления. Эти изменения можно считать низкочастотными (рис..б)

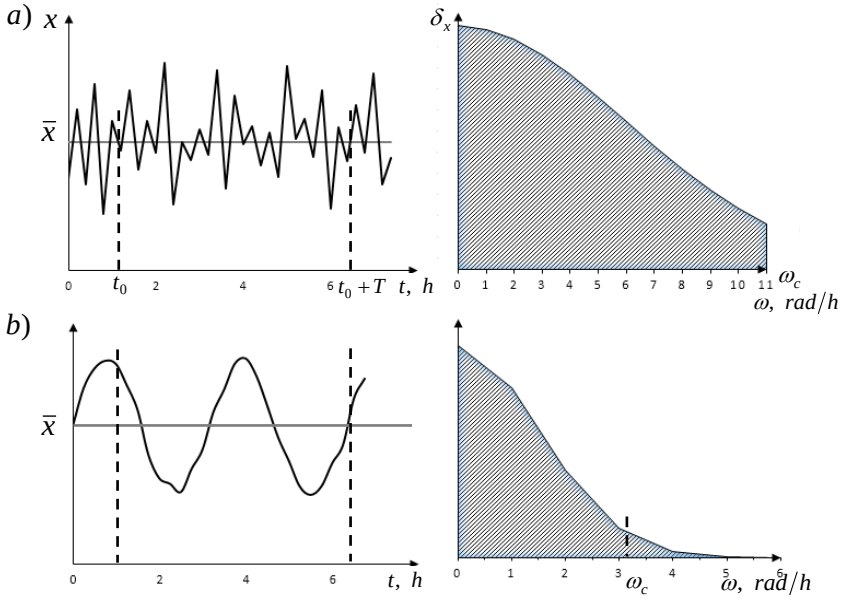


Рис. Высокочастотные (а) и низкочастотные (б) колебания (слева - изменение во времени, справа - спектральная плотность)

Экспериментально полученные реализации случайных сигналов помимо достоверной информации о реальном изменении исследуемого параметра также содержат помехи. В связи с этим при обработке экспериментальных данных возникает необходимость отделения полезного сигнала от возмущения. Поскольку ошибки измерения в каждом эксперименте являются независимыми случайными величинами, их временная реализация близка к реализации нормального белого шума и не коррелирует с достоверным сигналом.

Для решения этой задачи можно использовать формулу [3,4]:

$$R_x(\tau) = \lim_{T\to\infty} \frac{1}{2T}\int_{-T}^{T} x(t)\cdot x(t+\tau)dt \approx \frac{1}{T}\int_{0}^{T} x(t)\cdot x(t+\tau)dt \qquad (1)$$

где T — интервал наблюдения случайного процесса (длительность реализации).

В общем случае реализация может быть задана непрерывной кривой или дискретными точками. Если интеграл заменить суммой, то значение корреляционной функции можно найти из соотношения (2)

$$R_x(\tau) \approx \frac{1}{N-\tau}\cdot\sum_{i=0}^{N-\tau} \overset{0}{x}_i \cdot \overset{0}{x}_{i+\tau} \qquad (2).$$

x_i^0 – центрированное значение функции в момент времени $t_i = i\cdot\Delta$, $x_i^0 = x_i - \bar{x}$, $i = \overline{0, N-\tau}$;
$x_{i+\tau}$ – центральное значение функции в момент времени $t = t_i + \tau$.

следовательно,

$$R_{\varphi}(\tau) = R_{x}(\tau) + R_{f}(\tau) \quad (3)$$

Где $R_{\varphi}(\tau)$ – суммарная корреляционная функция исходной реализации $\varphi(t) = x(t) + f(t)$;

$R_{x}(\tau)$ – корреляционная функция достоверного сигнала $x(t)$;

$R_{f}(\tau)$ – корреляционная функция возмущения $f(t)$.

Функция корреляции описывает степень корреляции (коэффициент корреляции) между предыдущим и последующим значениями сигнала.[5,6]

При увеличении значения τ корреляция между значениями $x(t)$ и $x(t+\tau)$ ослабевает, а ординаты корреляционной функции уменьшаются.

Это основное свойство корреляционных функций можно объяснить следующим образом: при малых сдвигах знак интеграла (1) охватывает произведения множителей, обычно имеющих одинаковые знаки, поэтому большинство произведений будут положительными, а значение интеграла будет большим. По мере увеличения сдвига знак интеграла будет охватывать все больше и больше множителей с противоположными знаками, а значения интеграла будут уменьшаться. При очень больших сдвигах $(\tau \to \infty)$ множители $x^{0}(t)$ и $x^{0}(t+\tau)$ почти независимы, число положительных произведений равно числу отрицательных произведений, а интегральное значение стремится к нулю.

Эти обсуждения также показывают, что чем быстрее случайный сигнал изменяется во времени, тем быстрее уменьшается корреляционная функция.[7,8]

Для стационарных случайных процессов, обладающих свойством эргодичности, отделение полезного сигнала от помехи может быть выполнено методом скользящего среднего.

В заключении приходим к выводу, что сигналы этих параметров сильно зашумлены (Рис.1). Это свидетельствует о необходимости совершенствования системы управления технологическим процессом.

Для повышения качества управления технологическим процессом получения товарного винилхлорида требуется внедрение новых алгоритмов управления, позволяющих стабилизировать и жестко увязать параметры системы и минимизировать влияние человеческого фактора.

Литература

1. Bechtold, G., Ye, L. Influence of fibre distribution on the transverse flow permeability in fibre bundles (2003) Composites Science and Technology, 63 (14), pp. 2069-2079.
2. Xing, H., Liu, Z., Zhang, Y., Zhang, H., Zhang, W., Li, T. Optimized design on technological parameters of the process of granulating blast furnace slags into beads (2017) Boletin Tecnico/Technical Bulletin, 55 (5), pp. 224-232.
3. Cruz, S., Sousa, A., Viana, J.C., Martins, T. Analysis of the bonding process and materials optimization for mitigating the Yellow Border defect on optically bonded automotive display panels (2017) Displays, 48, pp. 21-28.
4. Raz, K., Chval, Z. Influences of pressures and cycle times on properties of final plastic product from HDPE (2017) 2017 International Conference on Mechanical, System and Control Engineering, ICMSC 2017, статья № 7959431, pp. 1-5.
5. Литяйкин, Д. Ю. Разработка системы управления блока сепарации водородосодержащего газа / Д. Ю. Литяйкин, Е. А. Муравьева // Современная наука: актуальные проблемы, достижения и инновации: Сборник статей по материалам второй Всероссийской научно-практической конференции, Белебей, 21 апреля 2021 года. – Белебей: Самарский государственный технический университет, 2021. – С. 46-48.
6. Муравьева, Е. А. Разработка интеллектуальной системы управления процессом подготовки и перекачки воды в контуре охлаждения аммиачной станции / Е. А. Муравьева, А. В. Коченков // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2021. – Т. 13. – № 4. – С. 252-258. – 258.
7. Муравьева, Е. А. Регулирование уровня ёмкости дожимной насосной станции в программе iThink / Е. А. Муравьева, Ю. К. Михайлова // Малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и экологическая безопасность : Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции, Стерлитамак, 06 ноября 2018 года. – Стерлитамак: Издательство "Нефтегазовое дело", 2018. – С. 335-338.
8. Хакимов, Р. А. Автоматизация нефтегазовой промышленности и экспертные системы / Р. А. Хакимов, Е. А. Муравьева // Малоотходные, ресурсосберегающие химические технологии и

экологическая безопасность : Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции, Стерлитамак, 06 ноября 2018 года. – Стерлитамак: Издательство "Нефтегазовое дело", 2018. – С. 359-362.

XÜLASƏ
TEXNOLOJİ PROSESİN KEYFİYYƏT TƏHLİLİ
Lıçaqina N.D., Muravyeva E.A.

Açar sözlər: *prosesə nəzarət, keyfiyyət təhlili, parametrlər, təsir, amillər*

İstənilən texnoloji proses, o cümlədən kimyəvi proses, böyük məlumat axınının formalaşması ilə müşayiət olunan idarəetmə sisteminin işləməsi ilə dəstəklənir. Bununla belə, bu məlumatların əksəriyyəti bu cür məlumat axınlarını emal edə bilməyən bir insanın məhdud imkanları səbəbindən mütəxəssislər tərəfindən istifadə edilmir.

Ona görə də prosesə nəzarətdə insan amili mühüm təsir göstərir. Bu məqalədə texnoloji kadrlara kommersiya vinil xlorid əldə etmə prosesinə nəzarət etmək üçün öz potensialından daha səmərəli istifadə etməyə imkan verən istehsal məlumatlarının emalı metodologiyası var.

SUMMARY
QUALITY ANALYSIS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS
Lychagina N.D., Muravieva E.A.

Keywords: *process control, quality analysis, parameters, impact, factors*

Any technological process, including chemical one, is supported by the operation of the control system, accompanied by the formation of large information data flows. However, most of this data is not used by specialists due to the limited capabilities of a person who is actually incapable of processing such information flows.

Therefore, the human factor has a significant impact on the process control. This article contains a methodology for processing production information, which allows technological personnel to more rationally use their potential to control the process of obtaining commercial vinyl chloride.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Павлов В.Б.
Институт химических технологий и инжиниринга федерального государственного Уфимский государственный нефтяной технический университет» (филиал в г. Стерлитамаке), г. Стерлитамак, Российская Федерация
vb_pavlov@mail.ru

Ключевые слова: *барьерный разряд, плазма, энергия частиц, разложение микрозагрязнений, очистка воды.*

Статья посвящена проблеме очистки сточных вод. Традиционно процесс очистки проводится в несколько этапов. Сначала удаляется крупный мусор и твердые частицы. Затем производится биологическая очистка. И на заключительном этапе проводится доочистка, которая включает в себя разнообразные методы. В том числе и окислительные механизмы. В статье предложено использовать включение в процесс очистки обработку воды плазменным разрядом. А в качестве плазменного разряда использовать плазму атмосферного барьерного разряда.

В современном мире очень остро стоит проблема пресной воды. В том числе проблема очистки пресной воды от загрязнений. Эти загрязнения чаще всего попадают в водные источники со сточными водами. Такими загрязнениями могут быть пищевые отходы, химические удобрения, промышленные химикаты, фармацевтика и т.д. Все это оказывает большое влияние на водные организмы и на всю водную экосистему в целом [4, 6]. И, в итоге, оказывает прямое воздействие на здоровье и безопасность человека. Для отдельных соединений, входящих в состав загрязнений, существуют принятые предельно допустимые уровни, которые контролируются на государственном уровне. Но для большинства микрозагрязнений таких ограничений нет. Чаще всего микрозагрязнения попадают в экологические системы в составе сточных вод, поскольку традиционные методы очистки сточных вод не в состоянии достаточно полно удалить из них эти микрозагрязнения. То есть существует потребность поиска более эффективных способов очистки воды.

Традиционно процесс очистки состоит из нескольких последовательных операций. Сначала проводится механическая и физико-химическая обработка для удаления твердых частиц, масел и жиров. Производится удаление крупного мусора, абразивных частиц и твердого материала. Вместе с твердым материалом обычно удаляется как можно больше биоразлагаемого материала. В итоге этой

обработки удаляется почти половина взвешенных веществ. Следующим этапом производится биологическое превращение органических соединений в стабилизированные соединения с помощью разнообразных групп микроорганизмов в присутствии кислорода. В заключение производится доочистка воды, которая проводится для подготовки сточных вод для сброса в окружающую среду. Например, наиболее распространенным методом обеззараживания сточных вод является хлорирование. Это далеко не самый экологичный способ, поэтому все чаще для обеззараживания применяется ультрафиолетовое обеззараживание [7]. Также могут быть применены и другие дополнительные методы дополнительного удаления загрязняющих веществ: песчаная фильтрация, мембранные процессы, процессы окисления [2]. Однако один тип метода окисления обычно недостаточен для удаления микрозагрязнений, в то время как сочетание методов окисления друг с другом или с другими передовыми методами очистки приводит к значительному улучшению вплоть до полного удаления загрязнений.

Таким образом для эффективного разложения микрозагрязнений рекомендуется синергетическая комбинация нескольких окислителей и механизмов окисления. Поэтому включение в процесс очистки обработку воды плазменным разрядом может занять важное место среди эффективных методов окисления. Это позволит не только генерировать различные виды окислительных процессов непосредственно на поверхности обрабатываемого раствора, но и дополнительно получить ударные волны, пиролиз и УФ- излучение.

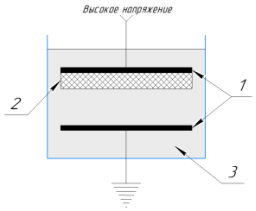
Барьерный разряд является наиболее простым способом получения плазмы при атмосферном давлении. С физической точки зрения барьерный разряд – это последовательность быстропротекающих микроразрядов в газе. С длительностью микроразрядов от единиц до десятков наносекунд. При этом хотя бы один из электродов должен быть отделён от газа диэлектрическим барьером, т. е. покрыт слоем из стекла, кварца, керамических или полимерных материалов. Барьерный разряд является неустановившимся, сильно неравновесным разрядом. При атмосферном давлении размеры межэлектродного зазора устанавливаются от 0,1 мм до нескольких миллиметров. От величины этого зазора зависит величина напряжения, необходимого для инициации и поддержания разряда. Под действием приложенного к электродам напряжения происходит пробой газа и появляются импульсы тока, приводящие к быстрому накоплению зарядов на диэлектрике. В результате уменьшается разрядное напряжение, ограничивается длительность микроразрядов, и газ не успевает нагреться. Основная часть электрической энергии расходуется на возбуждение атомов и молекул газа, и на излучение [1].

Для обработки воды барьерный разряд может быть организован как над поверхностью, так и в толще воды. Если рассматривать распределения фаз газ-вода, где может быть сгенерирован разряд, можно выделить несколько вариантов [5, 3]:

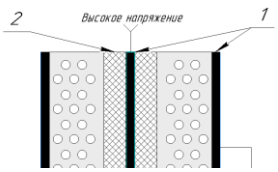
- непосредственно в объеме воды (или электрогидравлический разряд),
- непосредственно в объеме воды, совместно с пузырьками (пузырьковый разряд),
- в газовой фазе над водной поверхностью (газофазный разряд),
- в газовой фазе с каплями воды или туманом (распылительный разряд).

Кроме этого, могут быть комбинированные варианты, а также использование разряда вне непосредственного контакта с водой.

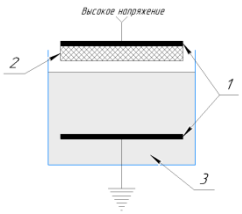
На рисунке 1 проиллюстрированы возможные схемы организации разрядов в зависимости от характера взаимодействия плазмы со средой.



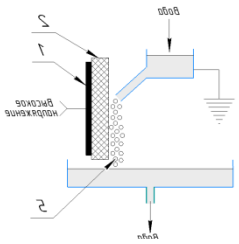
а)



б)



в)



г)

Рис.1 Схемы организации разрядов в зависимости от характера взаимодействия плазмы со средой.Здесь а- электрогидравлический разряд, б- пузырьковый разряд, в- газофазный разряд, г- распылительный разряд. (1 – электроды, 2 – диэлектрический барьер, 3 – вода, 4 – пузырьки, 5 – капли/туман).

В результате реализации этих схем, при взаимодействии плазмы с поверхностью воды генерируется широкий спектр окислительных видов и процессов в непосредственной близости от обрабатываемого раствора, включая ударные волны, пиролиз и УФ- излучение. Гидроксильный радикал OH является важным окислителем из-за его высокого стандартного окислительного потенциала и его неселективной природы при органическом разложении. Кроме того, плазма при контакте с жидкостью может генерировать значительные количества O_3 и H_2O_2. Эти два окислителя часто используются в других передовых методах окисления и приводят вместе к процессу пероксона. Другие важные активные формы кислорода плазмы включают кислородный радикал O, гидропероксильный радикал HO_2 и супероксидный анион O_{2-}. При этом, поскольку при барьерном разряде электрический разряд происходит в воздухе, то важную роль играют реактивные виды азота, такие как азотный радикал, азотнокислый радикал NO и анион пероксинитрита $ONOO^-$. Окислители могут либо попадать в жидкую фазу путем переноса из газовой фазы, либо образовываться непосредственно в жидкой фазе на границе раздела плазма–вода путем взаимодействия частиц плазмы с водой или растворенными молекулами. Радикальный водород H, мощный восстановитель, образуется непосредственно в водной фазе при столкновении электронов с молекулами воды.

Таким образом, передовые методы окисления способны окислять различные соединения до более мелких молекул, в идеале с полной минерализацией до CO_2 и H_2O.

Литература

1. Самойлович, В. Г. Физическая химия барьерного разряда / В. Г. Самойлович, В. И. Гибалов, К. В. Козлов. − М. : Изд-во МГУ, 1989. − 176 с.

2. A. L. Batt, et al., “Comparison of the occurrence of antibiotics in four full-scale waste- water treatment plants with varying designs and operations,” Chemosphere, vol. 68, pp. 428–435, 2007.

3. B. Locke, et al., “Electrohydraulic discharge and nonthermal plasma for water treat- ment,” Industrial & Engineering Chemistry Research, vol. 45, pp. 882–905, 2006.

4. T. Hayes, et al., “Herbicides: feminization of male frogs in the wild,” Nature, vol. 419, pp. 895–896, 2002.

5. P. Bruggeman and C. Leys, “Non-thermal plasmas in and in contact with liquids,” Journal of Physics D: Applied Physics, vol. 42, p. 053001, 2009

6. S. Milla, et al., “The effects of estrogenic and androgenic endocrine disruptors on the immune system of fish: a review,” Ecotoxicology, vol. 20, pp. 305–319, 2011.

7. I. Michael, et al., “Urban wastewater treatment plants as hotspots for the release of antibiotics in the environment: a review,” Water Research, vol. 47, pp. 957–995, 2013.

XÜLASƏ

SUYUN TƏMİZLƏNMƏSİ ÜÇÜN BARİYER AXIDILMASINDAN İSTİFADƏ

Pavlov V.B.

***Açar sözlər**: barrier axıdılması, plazma, hissəcik enerjisi, mikro çirklənmənin parçalanması, suyun təmizlənməsi.*

Məqalə çirkab suların təmizlənməsi probleminə həsr edilmişdir. Ənənəvi olaraq təmizlənmə prosesi bir neçə mərhələdə aparılır. Əvvəlcə böyük zibil və hissəciklər çıxarılır. Sonra bioloji təmizlənmə aparılır. Və son mərhələdə müxtəlif üsulları əhatə edən əlavə təmizləmə aparılır. Oksidləşdirici mexanizmlər də daxil olmaqla. Məqalədə suyun təmizlənməsi prosesinə plazma axıdılması ilə daxil edilməsinin istifadəsi təklif olunur. Və plazma axıdılması olaraq atmosfer bariyer axıdılması plazmasından istifadə edin.

SUMMARY
USING A BARRIER DISCHARGE FOR WATER PURIFICATION
Pavlov V.B.

***Keywords**: barrier discharge, plasma, particle energy, decomposition of micro-pollutants, water purification.*

The article is devoted to the problem of wastewater treatment. Traditionally, the cleaning process is carried out in several stages. First, large debris and solid particles are removed. Then biological purification is performed. And at the final stage, post-cleaning is carried out, which includes a variety of methods. Including oxidative mechanisms. In the article, it is proposed to use the inclusion of plasma discharge water treatment in the purification process. And use atmospheric barrier discharge plasma as a plasma discharge.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ

Хисматуллин А.С., Холматов Ш.Ш.
Институт нефтепереработки и нефтехимии Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Салавате, Салават, Российская Федерация
hism5az@mail.ru

***Ключевые слова:** автоматического управления, компенсация, реактивная мощность, электроэнергия, качество.*

В статье разработан метод определения параметров работы системы автоматического регулирования компенсации реактивной мощности с использованием обобщенного управляющего сигнала на основе эквивалентного представления подстанции как объекта управления. Объектом исследования являются подстанции сверхвысокого напряжения, оборудованные средствами компенсации реактивной мощности. Целью работы является разработка и исследование системы автоматического регулирования компенсации реактивной мощности на подстанциях на основе теории электрических цепей, теории автоматического управления, вычислительных методов исследования и математического программного моделирования режимов работы автоматических контроль. системы.

В практику эксплуатации электроэнергетических систем происходит внедрение принципиально новых подстанционных средств компенсации реактивной мощности (СКРМ). Данное обстоятельство формирует целый комплекс задач по согласованному управлению подстанционными средствами компенсации реактивной мощности (СКРМ) для поддержания заданного уровня напряжения, минимизации потерь и обеспечения требуемого качества электроэнергии перед оперативным персоналом крупных узловых подстанций. Особенно сложным становится решение задач по согласованному управлению комплексом СКРМ, установленным на подстанции, при изменении режимов работы и состава включенного в работу оборудования электрически близких электросетевых объектов, когда интенсивность влияния СКРМ на уровни напряжения может существенно изменяться.

Известны опытные разработки систем автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности для подстанций сверхвысокого напряжения. К таким разработкам относятся традиционные системы автоматического регулирования, реализующие специальные детерминированные алгоритмы управления, разрабатываемые для каждой конкретной подстанции, системы управления многосвязными многомерными объектами с универсальными алгоритмами и системы управления с использованием нечеткой логики.

Разработанные системы автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности на подстанциях, не учитывают изменения режимов работы электрически близких электросетевых объектов и в определенных режимах могут не обеспечить требуемую скоординированность и согласованность реализации команд оперативно-диспетчерского управления, что повлечет недопустимые отклонения уровней напряжения в системообразующих сетях в процессе регулирования.

Кроме того, разработанные системы автоматического регулирования напряжения и реактивной мощности не реализуют возможность снижения потерь электроэнергии и повышения ее

качества за счет обоснованного выбора состава средств компенсации реактивной мощности, привлекаемых в процессе автоматического регулирования, из комплекса СКРМ, установленного на подстанции.

Данная статья посвящена разработке методике определения параметров работы системы автоматического управления СКРМ для поддержания заданного уровня напряжения на шинах подстанции при одновременном снижении потерь электроэнергии и повышении качества электроэнергии в СКРМ в условиях изменения режимов работы и состава включенного в работу оборудования электрически близких электросетевых объектов [1-3]. К таким параметрам функционирования относятся управляющие воздействия и параметры коррекции системы.

Устанавливаемые на подстанциях СКРМ можно разделить на две группы: коммутируемые и плавно управляемые. Степени участия СКРМ разных групп в покрытии суммарной величины реактивной мощности, необходимой для поддержания заданного режима, определяются различными критериями. Для определения степени участия каждого конкретного СКРМ в покрытии суммарной реактивной мощности, обеспечивающей заданный режим по напряжению, снижение потерь и улучшение качества электроэнергии в СКРМ, необходима методика определения управляющих воздействий [4-6].

Методика основана на следующих положениях:

a) управляющим заданием для автоматической системы управления СКРМ подстанции являются значения напряжения на шинах или величина компенсируемой реактивной мощности, определенные на верхнем уровне централизованной системы автоматического регулирования напряжения (ЦС АРН) энергообъединения на основе общесистемной информации [6-8];

b) система автоматического управления должна обеспечивать изменение режима регулирования в соответствии с заданием, полученным с верхнего уровня ЦС АРН и обеспечивать переход между режимом управления по заданным значениям напряжения на шинах подстанции и режимом управления по заданной величине компенсируемой реактивной мощности на подстанции и положениям регулятора под нагрузкой (РПН) трансформаторов и автотрансформаторов;

c) результатом определения управляющих воздействий являются:

– команды включить/отключить для коммутируемых СКРМ;

– номер отпайки РПН;

– значение загрузки управляемых СКРМ по реактивной мощности.

d) система автоматического управления строится как система, согласованно управляющая локальными первичными регуляторами СКРМ.

Методика определения управляющих воздействий состоит из трех этапов:

1 на основе полученного задания по напряжению на шинах определяются необходимые значения коэффициентов трансформации трансформаторов и автотрансформаторов;

2 проверяется возможность реализации заданного режима по условию достаточности регулировочных диапазонов РПН;

3 по величине обобщенного сигнала управления А определяются коэффициенты загрузки СКРМ в соответствии с заранее определенным законом распределения, обеспечивающим минимизацию активных потерь и повышение качества электрической энергии в СКРМ.

По величине обобщенного сигнала управления А рассчитываются коэффициенты загрузки для определения управляющих воздействий для локальных первичных регуляторов «плавно» управляемых СКРМ и для формирования сигналов управления выключателями коммутируемых СКРМ. Величина А в общем виде представлена как сумма составляющих ее нагрузок различных СКРМ

$$A = \sum_{1}^{n} Q_i \cdot a_i + \sum_{1}^{m} L_j \cdot b_j + \sum_{1}^{h} M_k \cdot c_k + \sum_{1}^{g} N_l \cdot d_l,$$

где Q_i – установленная мощность i-го коммутируемого СКРМ – потребителя реактивной мощности;

a_i – коэффициент загрузки i-го коммутируемого СКРМ;

n – количество коммутируемых СКРМ – потребителей реактивной мощности;

L_j – установленная мощность j-го коммутируемого СКРМ – источника реактивной мощности;

b_j – коэффициент загрузки j-го коммутируемого СКРМ;

m – количество коммутируемых СКРМ – источников реактивной мощности;

M_k – установленная мощность k-го управляемого СКРМ – потребителя реактивной мощности;

c_k – коэффициент загрузки k-го управляемого СКРМ ($0 < c_k < 1$);

h – количество управляемых СКРМ – потребителей реактивной мощности;

N_l– установленная мощность l-го управляемого СКРМ – источника реактивной мощности;

d_l – коэффициент загрузки l-го управляемого СКРМ ($0 < d_l < 1$);

g – количество управляемых СКРМ – источников реактивной мощности.

Задача расчета коэффициентов загрузки каждого СКРМ является задачей определения коэффициентов a_i, b_j, c_k и d_l в зависимости от величины A, таким образом, чтобы обеспечивались минимизация активных потерь в СКРМ, установленных на подстанции и повышение качества электроэнергии при минимальном числе коммутаций «ступенчато» управляемого оборудования. Минимум активных потерь при условии повышения качества электроэнергии достигается привлечением минимально необходимого количества СКРМ в процессе управления. Поэтому одновременное участие в процессе управления и СКРМ-источников, и СКРМ-потребителей реактивной мощности в процессе управления исключается. Обеспечение минимума коммутации коммутируемых СКРМ достигается введением соответствующих временных задержек срабатывания для этих устройств, что позволит исключить возникновение частых коммутаций при кратковременных отклонениях напряжения, а так же специальными алгоритмическими решениями, обеспечивающими приоритетное использование управляемых СКРМ.

Таким образом, можно констатировать, что разработана методика определения управляющих воздействий рассчитываемых в виде коэффициентов загрузки СКРМ – a_i, b_j, c_k и d_l в зависимости от величины A – обобщенному сигналу управления [6-8]. Использование разработанной методики определения параметров коррекции САУ позволяет определить значение коэффициента k в темпе протекания процесса, используя только данные местных измерений, что делает систему автоматического управления по обобщенному сигналу управления адаптивной к изменению режима работы подстанции и прилегающих сетей. Применение разработанной методики для распределения суммарной реактивной нагрузки комплекса СКРМ обеспечивает снижение потерь и повышение качества электроэнергии в СКРМ.

Литература

1. Bashirova E.M., Matveev D.E., Khismatullin A.S., Prahov I.V. Application of fuzzy logic in hydrogen-containing gas purification plant for reactive power compensation // Components of Scientific and Technological Progress. 2022. – № 3 (69). – С. 5-8.

2. Бирюков Е.Ю., Прахов И.В., Удочкина А.С., Хисматуллин А.С. Оценка работоспособности электрической машины по амплитудному спектру потребляемых токов // Наука и бизнес: пути развития. 2021. – № 4 (118). – С. 115-117.

3. Галлямов Р.У., Когот А.Ю., Хисматуллин А.С. Снижение потерь при компенсации реактивной мощности в системе электроснабжения предприятия // В сборнике: НАУКА. ТЕХНОЛОГИЯ. ПРОИЗВОДСТВО - 2019. Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию Республики Башкортостан. 2019. – С. 200-201.

4. Иванов А.Ю., Михальченко Г.Я., Михальченко С.Г., Русанов В.В., Федотов А.В. Энергосберегающие технологии компенсации реактивной мощности и мощности искажений // Известия Томского политехнического университета. 2010. – Т. 317. – № 4. С. 94-100.

5. Прахов И.В., Баширов М.Г. Методы оценки технического состояния нефтегазового насосно-компрессорного оборудования // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2010. – № 3. – С. 12-17.

6. Хисматуллин А.С., Кузнецов А.С., Ковальчук Г.Н. Технологии компенсации реактивной мощности // В сборнике: Интеграция науки и образования в вузах нефтегазового профиля – 2022. Передовые технологии и современные тенденции. Материалы Международной научно-методической конференции. 2022. – С. 279-281.

7. Хисматуллин А.С., Григорьев Е.С. Синтез нечеткого алгоритма компенсации реактивной мощности в электрической сети с нелинейной нагрузкой // Современные наукоемкие технологии. 2018. – № 9. – С. 131-135.

8. Хисматуллин А.С., Прахов И.В., Григорьев Е.С., Шафеев Р.Р. Применение нечеткой логики для компенсации реактивной мощности в электрической сети // Международный технико-экономический журнал. 2018. – № 4. – С. 13-19.

XÜLASƏ
SİSTEMİN FƏALİYYƏTİNİN PARAMETRLƏRİNİN MÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİ ÜSULUNUN İŞLƏNİLMƏSİ
Xismatullin A.S., Xolmatov Ş.Ş.

***Açar sözlər**: avtomatik idarəetmə, kompensasiya, reaktiv güc, elektrik enerjisi, keyfiyyət.*

Məqalədə yarımstansiyanın idarəetmə obyekti kimi ekvivalent təsvirinə əsaslanan ümumiləşdirilmiş idarəetmə siqnalından istifadə edərək reaktiv gücün kompensasiyası üçün avtomatik idarəetmə sisteminin işləmə parametrlərinin müəyyən edilməsi metodu hazırlanmışdır. Tədqiqatın obyekti reaktiv gücün kompensasiyası vasitələri ilə təchiz edilmiş ultrayüksəkgərginlikli yarımstansiyalardır. İşin məqsədi elektrik dövrələri nəzəriyyəsi, avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsi, tədqiqatın hesablama metodları və avtomatik idarəetmənin iş rejimlərinin riyazi proqram təminatı modelləşdirilməsi üzrə yarımstansiyalarda reaktiv gücün kompensasiyası üçün avtomatik idarəetmə sisteminin işlənib-hazırlanması və öyrənilməsidir. sistemləri

SUMMARY
DEVELOPMENT OF A METHOD FOR DETERMINING THE PARAMETERS OF THE SYSTEM FUNCTIONING
Khismatullin A.S., Kholmatov Sh.Sh.

***Key words:** automatic control, compensation, reactive power, electric power, quality.*

The paper developed a method for determining the parameters of the functioning of the automatic control system for reactive power compensation using a generalized control signal based on an equivalent representation of a substation as a control object. The object of the research is ultra high voltage substations equipped with means of reactive power compensation. The purpose of the work is to develop and study an automatic control system for reactive power compensation at substations using the theory of electrical circuits, the theory of automatic control, on calculation methods of research and mathematical software modeling of the modes of operation of automatic control systems.

АНАЛИЗ СПЕКТРА ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЯХ ЗАРЯДА В ДИПОЛЬНОЙ И КВАДРУПОЛЬНОЙ СИСТЕМАХ

Шулаев Н. С., Ефимова Г.Ф., Абдуллаев А.З.
Институт химических технологий и инжиниринга
Уфимского государственного нефтяного технического университета
в г. Стерлитамаке, Российская Федерация
kafedra_imf@mail.ru, Dohle_e@mail.ru, mr.atash.abdullaev@mail.ru

***Ключевые слова**: осциллирующий заряд, электромагнитное излучение, гармонические колебания, дипольная система, квадрупольная система, мощность излучения.*

Получены решения задач по определению величины составляющей вектора напряженности электрического поля, генерируемого осциллирующим зарядом в дипольной и квадрупольной системах в однородной среде. Исследования параметров излучения гармонически осциллирующего заряда, совершающего нерелятивистское движение, могут использоваться при анализе спектров электромагнитного излучения атомов и молекул, находящихся в возбужденном состоянии, а также параметров кристаллической решетки.

Для однородной среды (ε=1) система уравнений, описывающая движение осциллирующего вдоль оси z заряда q, который индуцирует электромагнитное излучение, имеет вид:

$$rot\,\vec{E} = -\frac{d\vec{B}}{dt} \tag{1}$$

$$m\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = \sum_{i=1}^{2}\vec{F}_i; \tag{2}$$

$$\vec{F}_i = K\frac{Q_i q}{r'^2}; \tag{3}$$

$$\oint_L \vec{B}d\vec{l} = \mu\mu_0 I_z. \tag{4}$$

Для определения величины вектора напряженности электрического поля, генерируемого осциллирующим зарядом q в однородной среде с постоянными диэлектрической ε и магнитной проницаемостями μ, рассмотрим дипольную систему – два заряда величиной Q каждый находятся на расстоянии $2L$. Между ними на расстоянии L помещен заряд q. При выведении заряда из положения равновесия, смещая его на расстояние $z<<L$, возникает возвращающая сила (Рис. 1А).

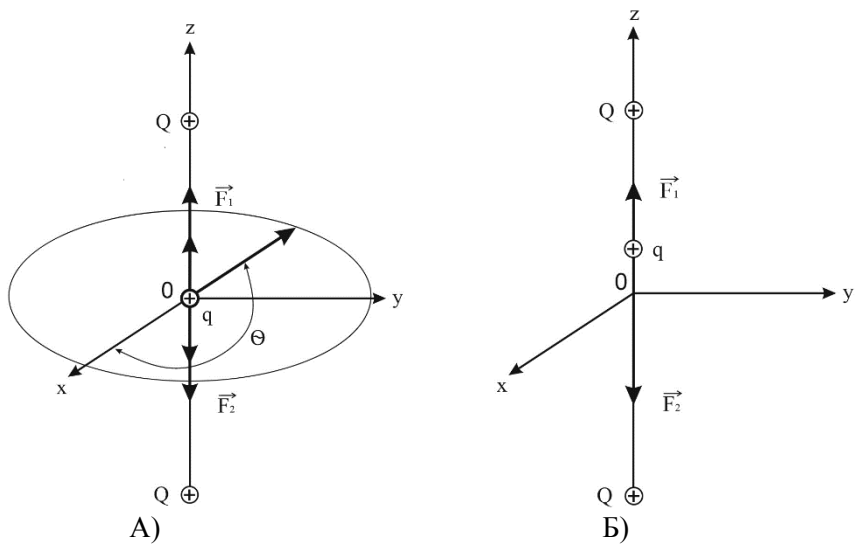


Рис. 1. А) электромагнитное поле, создаваемое осциллирующим зарядом *q*;
Б) силы, действующие на заряд *q*

Для системы двух одинаковых зарядов Q_1 и Q_2 уравнение движения заряда *q* вдоль оси *z* (Рис. 1Б) запишем в виде:

$$m\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = F_1 - F_2 = K\frac{Qq}{(L+z)^2} - K\frac{Qq}{(L-z)^2}, \tag{5}$$

где $K = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}$; $\varepsilon_0 = 8{,}85\cdot 10^{-12}\,Ф/м$ – электрическая постоянная, *m* – масса заряда *q*.

При условии, что $z << L$, из уравнения (5) получим уравнение гармонических колебаний заряда *q*:

$$m\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} + \frac{4KQq}{mL^3}z = 0, \tag{6}$$

Из (6) следует, что собственная частота колебаний заряда *q* равна

$$\omega = 2\sqrt{\frac{KQq}{mL^3}}. \tag{7}$$

Из последнего соотношения очевидно, что при $Q = q = e = 1{,}6\cdot 10^{-19}\,Кл,\ L \approx 10^{-10}\,м,\ m \approx 1{,}67\cdot 10^{-27}\,кг$, собственная частота колебаний $\omega = 4\cdot 10^{14}\,рад/с$ находится в инфракрасной зоне излучения.

Уравнение гармонических колебаний заряда *q* в точке *z*=0 имеет вид

$$q(t) = q\cos\left(\frac{\pi}{2} - \omega t\right) = q\sin\omega t = q\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right), \tag{8}$$

где

$$T = \pi\sqrt{\frac{mL^3}{KQq}} \tag{9}$$

– период колебаний заряда *q*.

Электрический ток, создаваемый колеблющимся зарядом, определяется соотношением

$$I = \frac{dq}{dt} = \omega q\cos\omega t. \tag{10}$$

Так как осциллирующий заряд создает электромагнитное поле, то по теореме о циркуляции вектора индукции магнитного поля (4) можно определить B_Θ – составляющую магнитного поля:

$$\oint_{\tilde{L}} \vec{B}d\vec{l} = \mu\mu_0 I_z.$$

С учетом осевой симметрии, получим

$$2\pi r B_\Theta = \mu\mu_0 I_z .$$

Из последнего уравнения следует, что составляющая магнитного поля равна

$$B_\Theta(t) = \frac{\mu\mu_0}{2\pi r} I(t), \tag{11}$$

$$B_\Theta(t) = \frac{\mu\mu_0}{2\pi r} \omega q \cos\omega t . \tag{12}$$

Используя зависимость (12) для $B_\Theta(r,t)$ и уравнение Максвелла (1), можно определить соответствующую компоненту вектора напряженности электрического поля E_z:

$$\frac{\partial E_z}{\partial r} = -\frac{\partial B_\Theta}{\partial t} = \frac{\mu\mu_0}{2\pi r} \omega^2 q \sin\omega t , \tag{13}$$

из которого следует, что составляющая вектора напряженности электрического поля E_z, генерируемого осциллирующим зарядом, определится простым соотношением

$$E_z = \frac{\mu\mu_0}{2\pi} \omega^2 q \sin(\omega t) \cdot \ln\frac{r}{r-R} , \tag{14}$$

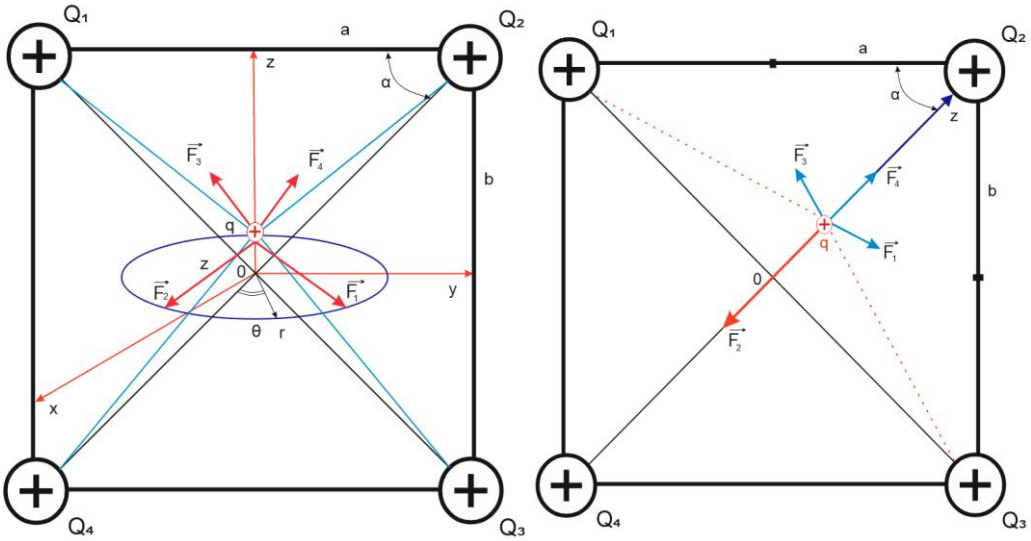
в котором R – характерный размер осциллирующего заряда.

Таким образом, из уравнений (11) и (14) следует, что при дипольных колебаниях возникает электромагнитное излучение, в котором магнитная составляющая электромагнитной волны уменьшается обратно пропорционально расстоянию осциллирующего заряда [4].

Рассмотрим систему из пяти одноименных зарядов: заряд q находится в центре прямоугольника со сторонами $2a$ и $2b$, в вершинах которого расположены заряды Q (Рис. 2А).

При смещении заряда q из положения равновесия возникает возвращающая сила и если это смещение невелико $z<<a,b$ то возникают гармонические колебания и индуцируется электромагнитное излучение [2].

Следует отметить, что частота колебаний заряда q и, следовательно, излучение $\vec{E},\vec{B}$ будет определяться ориентацией траектории колебания [1,3]. Рассмотрим два случая: 1 – колебания заряда q происходят по прямой параллельной сторонам $2b$ прямоугольника; 2 – по направлению диагонали прямоугольника (Рис. 2Б).



А) Б)

Рис. 2. А) система одноименных зарядов; Б) ориентация колебаний заряда q

Уравнение движения заряда q в проекции на ось z в первом случае имеет вид

$$m\frac{\partial^2 z}{\partial t^2} = -2KQq\left\{\frac{\sin(\alpha-\Delta\alpha)}{(d-z\sin\alpha)^2} - \frac{\sin(\alpha+\Delta\alpha)}{(d+z\sin\alpha)^2}\right\}, \tag{15}$$

где m – масса заряда q; $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot 10^9 \frac{Нм^2}{Кл^2}$; $d = \sqrt{a^2 + b^2}$; $\Delta\alpha$ – угловое смещение заряда относительно положения равновесия. Учитывая, что $z << d$ и $\Delta\alpha << \alpha$ в первом приближении по параметрам малости z/d, $\Delta\alpha/\alpha$ получим

$$\frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{8KQq\sin^2\alpha}{md^3} z = 0. \qquad (16)$$

Из уравнения (16) следует, что характерная частота колебаний определяется соотношением

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{8KQq}{md}}\frac{\sin\alpha}{d} = 2\frac{b}{d}\sqrt{\frac{2KQq}{md^3}}. \qquad (17)$$

Как видно из последнего соотношения, частота гармонических колебаний заряда q определяется геометрическими параметрами колебательной системы и величиной зарядов Q.

В случае диагональных колебаний заряда q, уравнение движения с учетом проекций сил $\vec{F}_1, \vec{F}_3$ на ось z применяется вид:

$$m\frac{d^2 z}{dt^2} = -KQq\left\{\frac{1}{(d-z)^2} - \left[\frac{1}{(d+z)^2} + \frac{2z}{d(d-z)^2}\right]\right\}. \qquad (18)$$

С учетом параметра малости $z/d << 1$ в первом приближении получим:

$$\frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{2KQq}{md^3} z = 0, \qquad (19)$$

из которого следует, что собственная частота диагональных колебаний определяется соотношением

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{2KQq}{md^3}}. \qquad (20)$$

Из сравнения формул (17) и (20) видно, что частоты и «продольных» (Рис. 2А) и диагональных колебаний отличаются на величину $\alpha = 2b/d$, если этот параметр $d < 1$, то частота $\omega_1 < \omega_2$; для $d > 1$ частота $\omega_1 > \omega_2$.

В частности, при $Q = q = e = 1{,}6\cdot 10^{-19} Кл,\ d \approx 2\cdot 10^{-10} м,\ m \approx 1{,}67\cdot 10^{-27} кг$; собственная частота колебаний; $\omega_2 = 1{,}3\cdot 10^{14} рад/с$ – инфракрасная область излучения.

Отличие частот колебаний в зависимости от направления траектории колебаний заряда позволяет определить параметры «электронной» ячейки зарядов:

$$d \approx \left(\frac{2KQq}{m\omega_2^{\,2}}\right)^{\frac{1}{3}},\ b = \frac{\omega_1}{2\omega_2} d. \qquad (21)$$

Таким образом, из анализа спектра колебаний осциллирующего заряда можно определять не только геометрические параметры колебательной системы, но и направление траектории колебаний заряда.

Осцилляции заряда q генерируют электрический ток, значение которого в точнее z=0 имеет вид

$$I_{1,2} \approx \frac{1}{2} q\omega_{1,2}\sin(\omega_{1,2}\cdot t). \qquad (22)$$

Учитывая направления электрического тока (вдоль оси z), из уравнения Максвелла (4) следует, что в плоскости z=0 при условии $\frac{\partial}{\partial\theta} = 0,\ \frac{\partial}{\partial z} = 0$ электромагнитное излучение имеет B_θ составляющую

$$B_\theta = B_{\theta 0} e^{-i(\omega t - k_r r)}, \qquad (23)$$

где i_z – плотность тока, генерируемая осциллирующим зарядом; $\vec{D}$ – вектор электрической индукции, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\, Гн/м$ – магнитная постоянная; μ =1 –относительная магнитная проницаемость; $k_r = \dfrac{2\pi}{\lambda}$; r – составляющая волнового вектора; λ – длина волны излучения.

Из уравнения Максвелла (1) можно определить E_z – составляющую электромагнитного излучения распространяющегося в радиальном направлении

$$E_z = \int \frac{\partial B_\theta}{\partial t} dr = -\frac{\omega}{k_r} B_{0\,\theta} e^{-i(\omega t - k_r r)}. \qquad (24)$$

Таким образом, при осцилляции заряда в квадрупольной системе генерируется спектр электромагнитного излучения. При этом направления и частота излучения будет определяться направлением осцилляцией заряда q в квадрупольной системе [5].

Из полученных зависимостей (14) и (24) очевидно, что при дипольных колебаниях возможна только горизонтальная осцилляция заряда, т.к. вертикальная составляющая неустойчива. В квадрупольной системе наблюдается устойчивость осцилляции, как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях.

Исследования параметров излучения гармонически осциллирующего заряда, совершающего нерелятивистское движение, могут использоваться при анализе спектров электромагнитного излучения атомов и молекул, находящихся в возбужденном состоянии, а также для определения геометрических параметров кристаллической решетки.

Литература

1. Григорьев А.И., Колбнева Н.Ю., Ширяева С.О. Излучение электромагнитных волн осциллирующей сильно заряженной каплей// Журнал технической физики. – 2016. – Т.68, вып. 8. – С.68-75.
2. Соколов А.А., Тернов И.М. Релятивистский электрон. М.: Наука, – 1974. – 392 с.
3. Ткаченко В.И., Ткаченко И.В. Излучение осциллирующего заряда, движущегося с нерелятивистской скоростью в периодически неоднородной среде // Вопросы атомной науки и техники. – 2008. – № 4. – С. 242-244.
4. Шулаев Н.С., Ефимова Г.Ф. Абдуллаев А.З. Исследование электрического поля, генерируемого осциллирующим зарядом // Сборник материалов XIV Международных научных Надировских чтений – Атырау: Атырауский университет нефти и газа им. С. Утебаева, 2022.– С. 23-27.
5. Шулаев Н.С., Ефимова Г.Ф. Абдуллаев А.З. Излучение осциллирующего заряда в квадрупольной системе// Естественные и технические науки. – 2022. – № 6 (169) – С. 19-22.

XÜLASƏ

DİPOL VƏ KVADRUPOL SİSTEMLƏRİNDƏ YÜKÜN HARMONİK RƏQSLƏRİ ZAMANI EMİSSİYA SPEKTRİNİN TƏHLİLİ

Şulayev N.S., Yefimova Q.F., Abdullayev A.Z

***Açar sözlər**: salınan yük, elektromaqnit şüalanma, harmonik rəqslər, dipol sistemi, dördqütblü sistem, şüalanma gücü.*

Bircins mühitdə dipol və dördqütblü sistemlərdə salınan yükün yaratdığı elektrik sahəsinin gücü vektorunun komponentinin böyüklüyünün təyini məsələlərinin həlli yolları alınır. Qeyri-relativistik hərəkəti yerinə yetirən harmonik salınan yükün şüalanma parametrlərinin tədqiqi həyəcanlı vəziyyətdə olan atomların və molekulların elektromaqnit şüalanmasının spektrlərinin, eləcə də kristal şəbəkənin parametrlərinin təhlilində istifadə edilə bilər.

SUMMARY

ANALYSIS OF THE EMISSION SPECTRUM UNDER HARMONIC CHARGE VIBRATIONS IN DIPOLE AND QUADRUPOLE SYSTEMS

Şulaev N.S., Efimova G. F., Abdullayev A.Z.

***Keywords:** oscillating charge, electromagnetic radiation, harmonic oscillations, dipole system, quadrupole system, radiation power.*

Solutions of the problems of determining the magnitude of the component of the electric field intensity vector generated by an oscillating charge in dipole and quadrupole systems in a homogeneous medium are obtained. Studies of the radiation parameters of a harmonically oscillating charge performing a non-relativistic motion can be used to analyze the electromagnetic radiation spectra of atoms and molecules in an excited state, as well as the parameters of the crystal lattice.

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАДИЕЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ТЯЖЕЛОЙ СОДЫ

Шулаева Е.А.
Институт химических технологий и инжиниринга Уфимский государственный нефтяного технического университета (филиал в г. Стерлитамаке), г. Стерлитамак, Российская Федерация
eshulaeva@mail.ru

Ключевые слова: *автоматизация, управление, система, технологический процесс, контроллеры, программная среда.*

На современном уровне автоматизация управления стадией кристаллизации тяжелой соды является актуальной задачей. Автоматизированные системы призваны обеспечить более высокое качество выпускаемой продукции, снижение производственных затрат, повышение рентабельности предприятия, а также обезвреживание и минимизацию отходов в этой отрасли.

В химической промышленности могут быть использованы различные средства автоматизации, и их выбор чаще всего обосновывается не только на предпочтениях руководства, но и на вопросах повышения эффективности и рентабельности выпускаемой продукции.

С ростом химической промышленности, технологических процессов и производств, использованием агрегатов большой единичной мощности, усложнением технологических схем, предъявляются повышенные требования к получаемым продуктам, а также на действующие предприятия, с этим и связано развитие автоматизации. Объектом исследования является технологический процесс кристаллизации тяжелой соды с оперативно-диспетчерским управлением на базе микропроцессорного контроллера. Для создания автоматизированной системы оперативного диспетчерского управления и установления связи между автоматизированной системой управления технологических процессов установки, требуется установка и настройка системы, обеспечение соединения серверов и передачу данных в общезаводскую сеть: диспетчерской службе, руководителям и специалистам завода. Для настройки автоматизированной системы были рассмотрены различные модели промышленных контроллеров из широкого спектра фирм-производителей. Проанализировав предложения по параметрам, функциональным возможностям, программным обеспечениям и архитектурам, наиболее подходящими являются контроллеры фирм: Эмикон, SchneiderElectric, Siemens, Advantek Engineering, ОВЕН. Программируемый логический контроллер SchneiderElectric ModiconM340 является идеальным решением для предприятий, которые специализируются в областях нефтегазового сектора, текстильной промышленности, печати (рисунок 1). Благодаря использованию контроллера ModiconM340 не происходит замедления цикла программы при использовании всех возможностей мощных и развитых языков. Подключение к персональному компьютеру можно осуществить через высокоскоростной интерфейс USB, Ethernet, в режиме «точка–точка» или через локальную сеть. Данный котроллер программируется при помощи системы UnityPro. В данной программной среде поддерживаются такие языки, как список инструкция (IL), язык лестничных диаграмм (LD), язык функциональных блок-схем (FBD), язык последовательных функциональных блоков (SFC) и язык структурированного текста (ST) [1].

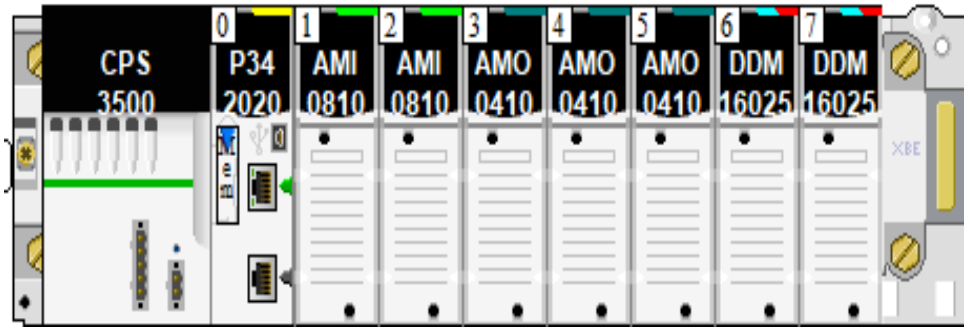


Рисунок 1– Контроллер Schneider Electric Modicon M340

В качестве программных средств выступают программируемая среда и SCADA-система данного производителя: UnityPro и VijeoCitect. При использовании с программным инструментом UnityPro, контроллер демонстрирует свои плюсы на всем жизненном цикле оборудования клиента.

Операторы смогут полностью контролировать протекание технологического процесса и оперативно среагировать на отклонения, с помощью мощных средств визуализации и функциональным возможностям VijeoCitect, что в итоге повысит эффективность. Диспетчеризация учитывается внедрением программного обеспечения CitectSCADA. Citect SCADA является программный продукт, который представляет собой систему мониторинга, управления и сбора данных (SCADA – Supervisory, Control And Data Acquisition). Предназначена данная система для управления технологическими процессами. Официальным дистрибьютором программных продуктов Citect является RTSoft. Citect SCADA обеспечивает:

– Представление технологического процесса в графическом режиме;
– Управление алармами;
– Отслеживание трендов в реальном времени и доступ к архивам;
– Подготовку детализированных отчетов;
– Статический контроль процесса;
– Многопотоковое выполнение подпрограмм разработанных на CitectVBA и CiCode.

В SCADA-системе Citect разработаны мнемосхемы с визуализацией технологических параметров посредством графических элементов среды, это предусмотрено для контроля процесса, регистрации параметров и сигнализации при возникновении аварийных ситуаций (рисунок 2) [2].

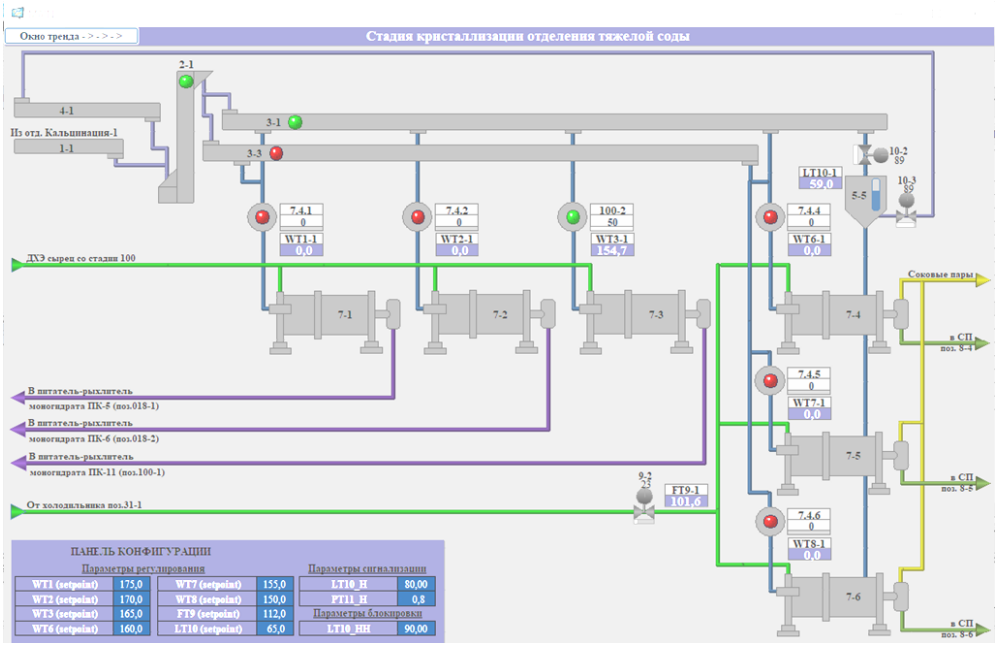


Рисунок 2 – Мнемосхема для управления технологическим процессом

Проект по автоматизации процесса позволит:

повысить пропускную способность технологических потоков и производительность технологического оборудования;

улучшить качество и контроль параметров производства на всех этапах;

повысить надежность и прочность процессов или продукта;

обеспечить безопасность производства и безопасность человека за счет исключения присутствия аппаратчика или оператора непосредственно рядом с технологической установкой;

предупредить возможность появления аварийных ситуаций за счет гибкого программирования системы под требуемые нужды и задачи;

увеличить объем и гибкость производства, снизить расход энергии, сырья и материалов, улучшить условия труда.

обеспечить более высокий уровень заданий в разработке, развертывание, поддержание, управление технологическими процессами, обслуживании и эксплуатации автоматизированными процессами;

снизить прямые затраты человеческого труда и расходов.

Кроме того, возрастет прибыль от реализации продукции, что повлияет на прирост прибыли предприятия в целом.

Литература

1. Shulaeva E.A., Pavlov V.B. Training software development of the gas fractionation unit of debutanization process in Unisim. // AIP Conference Proceedings. Krasnoyarsk Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. C. 50056. https://doi.org/10.1063/5.0071749.

2. Shulaeva E.A., Satchikhina L.A. Optimization of a Cascade Control Loop for Circulating Irrigation of a Distillation Column of the Atmospheric Block of an Electic Desalting Plant. // AIP Conference Proceeings. Krasnoyarsk Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Melville, New York, United States of America, 2021. C. 50057. https://doi.org/10.1063/5.0071753.

XÜLASƏ
AĞIR SODA KRİSTALLAŞMA MƏRHƏLƏSİ ÜÇÜN AVTOMATLAŞDIRMA İDARƏ SİSTEMİNİN MODERNİZASİYASI
Şulaeva E.A.

***Açar sözlər**: avtomatlaşdırma, idarəetmə, sistem, texnoloji proses, nəzarətçilər, proqram mühiti.*

İndiki səviyyədə ağır soda kristallaşma mərhələsinə nəzarətin avtomatlaşdırılması aktual məsələdir. Avtomatlaşdırılmış sistemlər məhsulun daha yüksək keyfiyyətinin təmin edilməsi, istehsal xərclərinin aşağı salınması, müəssisənin rentabelliyinin artırılması, həmçinin bu sənayedə tullantıların zərərsizləşdirilməsi və minimuma endirilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Kimya sənayesində müxtəlif avtomatlaşdırma vasitələrindən istifadə edilə bilər və onların seçimi çox vaxt yalnız rəhbərliyin üstünlükləri ilə deyil, həm də məhsulların səmərəliliyinin və gəlirliliyinin artırılması məsələlərində əsaslandırılır.

SUMMARY
MODERNIZATION OF AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR HEAVY SODA CRYSTALLIZATION STAGE
Shulaeva E.A.

***Key words**: automation, control, system, technological process, controllers, software environment.*

At the present level, automation of the control of the heavy soda crystallization stage is an urgent task. Automated systems are designed to provide higher product quality, lower production costs, increase the profitability of the enterprise, as well as the neutralization and minimization of waste in this industry.

In the chemical industry, various automation tools can be used, and their choice is most often justified not only by the preferences of the management, but also on issues of increasing the efficiency and profitability of products.

ENERJİ DAŞIYICILARININ İSTİLİK TƏCHİZATI SİSTEMLƏRİNİN İŞ REJİMLƏRİNƏ TƏSİRİ

Ələsgərov G.A., Arıxov E.N.
Azərbaycan Memarlıq-İnşaat Universiteti, Bakı, Azərbaycan
gulaqa@rambler.ru

***Açar sözlər**: enerjiyə qənaət, istilik sistemləri,enerji effektivliyi, yaşayış məntəqələri*

Məqalədə istilik təchizatı sistemlərinin səmərəli iş rejiminin tədqiqindən bəhs ediləcəkdir. İstilik təchizatı sistemlərinin normal işləməsi bilavasitə istifadə ediləcək eneri daşıyıcısının fiziki göstəricilərindən asılıdır. Bu göstəricilər istilik təchizatı sistemlərinə verilən tələblərə uyğun parametrlərin tənzimlənməsinə imkan verir. Hal-hazırda istilik təchizatı sistemlərində enerji daşıyıcısı kimi müxtəliv növ maye, qazlardan istifadə etmək olar. Bu isə ən cox tələb ediləcək enerji miqdarından asılı olacaqdır. Böyük tələbatcılarda mərkəzləşdirilmiş istilik sistemi tətbiq edildiyindən enerji daşıyıcılarına tələbat daha cox olur nəinki kiçik məntəqələrdə. Ona görədə bu cür sistemlərin tətbiqi zamanı enerji daşıyıcısının miqdarı artır. Bu isə xərclərin artmasına gətirib çıxarır. Buna gırə də istifadə ediləcək enerji daçıyıcısının keyfiyyət göstəriciləri kifayət qədər yüksək olmalıdır. Bu səbəbdəndə enerji daşıyıcılar vasitəsilə itirilən enerjinin miqdarını azaldılması cox əhəmiyyət kəsb edir.

Qeyd etdiyimiz kimi yaşayış evlərinin hamısini mərkəzləşdirilmiş istilik sistemi ilə layihələndirilməsi mümkün olmur. Bəs necə etməliyik ki, mərkəzləşdirilmiş isitmə sistemi olmadığı təqdirdə isitmə sisteminin səmərəli iş rejiminin tətbiqinə nail olaq? Birinci amil yaşayış binalarında isitmə sistemlərinin layihələndirərkən əsas amillərdən biri sistemdə baş verə biləcək istilik mübadilə prosesini düzgün təşkil etməkdir. Bu da bilavasitə bina daxili istilik itkilərindən asıllıdır. Beləki istilik itkisi nə qədər az olarsa bir o qeder enerjiyə qənaət etmiş olarıq. Bəs bunun üçün nə etməliyik? Birinci olaraq istilik itkiləri daha cox olan və xarici mühitlə daimi təmasda olan bina xarici konstruksiyalarına nəzər salmalıyıq. Bunlar,

xarici divarlar, qapılar, döşəmə, pencərə və şardaqdan ibarətdir. İlk olaraq istilik itkisini minumum endirməyə imkan verən və istilik itkilərinə məruz qalan konstruksiyaların istilik intensivliyinin qarşısını almağa çalışmalıyıq. Bu zaman əlavə konstruktiv dəyişiklər etməliyik. Yəni xarici konstruksiyaları izolyasiya qatı ilə örtməliyik və yaxut istilik keçiriciliyi minimal olan konstruksiyalardan istifadə etməliyik. Bu zaman istilik itkisi minumuma enəcəkdir.

İkinci amil isə isitmə sisteminin növünün seçilməsidir. İsitmə sistemini işləməsi üşün enerji daşıyıcırar vasitəsilə istilik mənbəyində hasil edilmlş istilik enerjisini maksimal nəql edilməsinə nail olması və ucuz yanacaq növündən istifadə edilməsidir. Bu zaman isitmə sistemində istifadə olunacaq yanaq düzgün seçilməlidir. Yəni həmin yanacağın istilik törətmə qabiliyyəti daha yüksək olmalı və yerli şəraitə görə nəql edilməsi ucuz başa gəlməlidir. Günümüzdə isitmə sistemininin səmərəli istifadindən danışırıqsa nə qədər absurt görünsə də sərfəli bərk yanacaq sobalarından istifadə etməkdir. Kömür sobalarına istənilən ölçüdə rast gəlmək olur. Kömür oduna nisbətən daha yüksək temperaturda yanır. Buna görə də kömür sobalarının konstruksiyası daha istiyə davamlı olur. Yerli şəraitə uyğun olaraq bərk yanacaq kimi kömür yox respublikamızda yetişən fındıq agacların məhsulunda istifadə etmək olar. Fındıq meşələri respublikamızda kifəyyət qədər var və fındığın qabığından yanacaq kimi istifade etmək olar. Bu ən cox şimal və cənub bölgəsində mövcuddur. Bu zaman kömür sobalarında fındıq qabığından istifadə etmək ən sərfəli variantdır. Belə ki, yanacaq kimi fındıq kömüründən istifadə edərək həm enerjiyə həm də büdçəyə qənaət etmiş olunacaqdır. Həmçinin qeyd etmək olar ki, 1 kq odun kömürünün qiyməti 3 AZN-dən başlayırsa, fındıq qabığının 1 kq-nın qiyməti 2 AZN-dən başlayır.

Fındıq qabığından hazırlanmış kömürün üstünlükləri barədə aşağıdakıları vurğulaya bilərik:

- Məhsul hazırlanarkən heç bir ağac və meşə qırılmır.
- Əldə edilməsi çox rahatdır.
- Müddətsizdir.
- Yanma müddəti 6-7 saatdır.
- İstilik vermə qabiliyyəti 600 dərəcə (8500 kalori).
- Yanma prosesi tam gedir.İtkisizdir.
- Tüstü və qoxusuzdur.

Yuxarıda sadaladığım faktorlar biokütlədən istifadə etməklə nə qədər enerjiyə qənaət edə biləcəyimizi göstərir.

Yaşayış evlərində isitmə sisteminə sərf edilən enerji miqdarı mühüm yer tutur. Bəzi məlumatlara görə, məsələn, Rusiya Federasiyasıda istifadə edilən yanacağın təxminən 40%-ə qədəri isitmə məqsədi üçün işlədilir. Bu sahədə enerji miqdarını minumuma endirmək üçün müxtəlif layihələr həyata keçirilir, müxtəlif elmi işlər görülür.

Tədqiqatlar göstərir ki, istilik itkilərinin miqdarını əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq üçün izolyasıya edici materialının qalınlığı 15 sm-dən az olmamalıdır, məsləhət görülən qalınlıq isə 25 ÷40 sm arasında dəyişir. İstilik izolyasiyası bir neçə qatdan (daxili və xarici) ibarət olaraq binanın hər yerində - divarlarında, döşəməsində, tavanında, çardağında, zirzəmi-sində, özülündə, pəncərələrində nəzərdə tutulur. Lakin istilik itkilərindən başqa hasil ediləcə istiliyi əldə etmək üçün istilik törətmə qabiliyyəti daha yüksək olan yerli xammaldan-kömür fındıq qabığından istifadə etmək daha məqsədəutəundur.

Yuxarıda sadaladığımız faktorlar yayayış evlərində enerjiyə qənaət etmək üçün ən perspektiv yollardır.

Ədəbiyyat

1. Feyziyev H.Q., Cəlilov M.F. İstilik təchizatı. Bakı, 2009.
2. Cəlilov M.F. Alternativ Regenerativ Enerji Sistemləri Dərslik
3. Cəlilov M.F. Alternativ regenerativ enerjilər. “Enerji menecmenti (binalarda)” magistr ixtisaslaşması üçün dərs vəsaiti, Bakı: AzMIU, 2008.
4. Məmmədov Q.S., Xəlilov M.Y. Ekologiya, ətraf mühit və insan, Bakı: Elm, – 2006, 608 s.
5. https://baku.ws/pr/90994

РЕЗЮМЕ

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ НА РЕЖИМЫ РАБОТЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Алескеров Г.А., Арыхов Э.Н.

Ключевые слова*: энергосбережение, системы отопления, энергоэффективность, жилые массивы.*

Статье посвящена исследованию эффективной работы систем теплоснабжения. Нормальная работа систем теплоснабжения напрямую зависит от физических параметров используемого энергоносителя. Эти показатели позволяют корректировать параметры систем теплоснабжения в соответствии с заданными требованиями. В настоящее время в

качестве энергоносителей в системах теплоснабжения могут использоваться различные виды жидкостей и газов. Это будет зависеть от количества энергии. Поскольку у крупных потребителей применяется централизованная система отопления, потребность в энергоносителях выше, чем в малых населенных пунктах. Поэтому при применении таких систем увеличивается количество энергоносителя. Это приводит к увеличению затрат. Тем не менее, качественные показатели используемого распределителя энергии должны быть достаточно высокими. По этой причине очень важно уменьшить количество энергии, утрачиваемой через энергоносители.

SUMMARY
STUDY OF EFFICIENT OPERATION OF HEATING SYSTEMS IN RESIDENTIAL BUILDINGS
Alasgharov G.A., Arikhov E.N.

***Key words**: energy saving, heating systems, energy efficiency, housing*

The article will discuss the efficient operation of the heating system in residential buildings and the study of the operating mode. Thus, the proper operation of the heating system allows you to adjust the climatic parameters that provide "comfort" that improves the quality of life in the apartment. Currently, various types of heating systems are used to heat residential buildings. Where a central heating system is used in large settlements, the application of such systems in small settlements is not economically viable or, depending on the circumstances, cannot be applied. Because the fuel used in central heating systems is transported from other countries or over long distances, the energy produced is expensive. For this reason, the use of local raw materials is the most convenient option. What is the most efficient way if centralized systems are not used in small settlements? I tried to compare this with my own research

BÖYÜK VERİLƏNLƏRDƏ İYERARXİK KLASTERLƏŞDİRMƏ ALQORİTMİ

Fətəliyeva L.Ç.
İnformasiya Texnologiyaları İnstitutu, Bakı, Azərbaycan
Feteliyevalale95@gmail.com

***Açar sözlər**: big data, klasterləşdirmə, k-means, iyerarxik, nəzarətsiz öyrənmə*

Məqalədə böyük verilənlər, böyük verilənlərin tətbiq sahələri, klasterləşdirmə alqoritmləri və onların növləri, iyerarxik klasterləşdirmə alqoritmi, kateqoriyaları və iyerarxik alqoritmin işləmə prinsipi məsələlərinə baxılır. Böyük verilənlərdən faydalı məlumat çıxarmağın mürəkkəbliyi müxtəlif metodlardan istifadəyə ehtiyac duyulmuşdur. K-means alqoritminin bir sıra çatışmazlığını aradan qaldırmaq üşün iyerarxik klasterləşdirmə alqoritmlərindən istifadə olunur. Bu məqsədlə elmi işdə böyük verilənlərin analizi üçün iyerarxik klasterləşdirmə metodu tədqiq edilmişdir.

Giriş. Böyük verilənlər (big data) son illər texnologiya ilə maraqlananların tez-tez eşitdiyi anlayışlar arasındadır. Bu verilenlər insan fəaliyyətinin bütün sahələrində: tibb, sosial şəbəkələr, bank, sığorta, təhsil və s. istifadə olunur və onlarin həcmi çox böyük sürətlə artır [4]. “Mövcud texnologiyaların, metodların və alqoritmlərin köməyilə toplanılması, saxlanılması, analizi və vizuallaşdırılması çətin və ya mümkün olmayan verilənlər çoxluğuna big data deyilir” [3]. Böyük verilənlər (big data) termini ilk dəfə 1998-ci ildə Silicon Graphics kompaniyasının kompüter elmləri üzrə mütəxəssisi Con Meşi tərəfindən istifadə edilmişdir. Böyük verilənlərə misal olaraq müxtəlif eksperimentlərdə istifadə olunan fiziki qurğulardan olan ”Böyük Adron sürətləndiricisi”ndən daxil olan informasiyani göstərmək olar. Böyük verilənlər 5 əsas komponentden ibarətdir: müxtəliflik(Variety)-verilənlərin müxtəlifliyi, sürət(Velocity)-informasiyanın böyük sürətlə emal edilməsi,həcm(Volume)-verilənlərin həcmi,doğrulama(Verification)-məlumatların təhlükəsizliyi və dəqiqliyi, dəyər(Value)-böyük verilənlərin ən vacib komponentidir, belə ki,əldə edilən və emal edilən məlumatın təşkilata fayda qatması. Buna həmçinin “5V” də deyilir. Böyük verilənlərin komponentlərindən (böyük həcm, yüksək sürət, müxtəliflik) irəli gələn bir sıra problemlər(hesablanma,saxlanma,əhatəlilik və s.) də mövcuddur ki,onların həllində yeni elmi baxışlar,riyazı metodlar, yanaşmalar və s. tələb olunur [2]. Böyük verilənlərin analizi üçün ən geniş istifadə olunan metodlardan biri də klasterləşdirmə alqoritmləridir.

Klasterləşdirmə alqoritmi.

Nəzarətsiz öyrənmə(Unsupervised Learning), istifadəçinin yaradılmış model üzərində heç bir nəzarəti olmayan maşın öyrənmə texnikasıdır. Modelin yeni daxil olan məlumatlarla necə davranması istifadə olunan alqoritmlərdən asılıdır və adətən siniflənməmiş(unlabelled) məlumatlardır. Klasterləşdirmə də maşın təliminin nəzarətsiz öyrənmə metodlarından biridir. Klasterləşdirmə bir-birinə oxşar olan verilənləri bir klasterdə, oxşar olmayan verilənləri isə digər klasterlərdə toplanması əməliyyatıdır. Klaster analizində verilənlərin oxşarlıqları bir-birindən məsafələri təyin etməklə tapılır. Klasterləşdirmə alqoritmləri 5 əsas sinifə bölünür: bölünməyə əsaslanan, sıxlığa əsaslanan, iyerarxik, modelə əsaslanan və şəbəkəyə əsaslanan. Klasterləşdirmə alqoritmlərin tətbiq sahələri çox genişdir.

İyerarxik klasterləşdirmə alqoritmi.

Məlum olduğu kimi k-means klasterləşdirmə metodunun bir çatışmazlığı var:klasterlərin sayı əvvəlcədən təyin edilməlidir və bu catışmazlığı aradan qaldırmaq üçün iyerarxik klasterləşdirmə alqoritmləri hazırlanmışdır. İyerarxik klasterləşdirmə alqoritminin əsas məntiqi,oxşar xususiyyətlərin birləşməsinə əsaslanır və ya əksinə. Bu məntiqi əlaqəya görə alqoritmin 2 əsas yanaşması var: Aqlomerativ və Bölünmə. Aqlomerasiya (bu aşağıdan yuxarıya doğru bir yanaşmadır)- burada hər bir müşahidə öz klasterindən başlayır və iyerarxiya doğru irəlilədikcə cüt-cüt birləşir. Bölünmə (bu əksinə yuxarıdan aşağıya doğru bir yanaşmadır) – burada hər müşahidələr bir qrupda başlayır və iyerarxiya aşağı düşdükcə parçalanır. Aqlomerativ metod zamanı klasterlərin bir-birləri ilə birləşməsindən alınan ağacvari diaqram dendrogram adlanır. Dendrogramın əsas istifadəsi obyektlərin klasterlərə ayrılmasının ən yaxşı yolunu tapmaqdır [1]. Bundan əlavə iyerarxik klasterləşdirmə alqoritminin aşağıdakı kateqoriyaları var:

1.Single linkage (tək əlaqə) iki klaster arasındakı minimum (min) məsafəni hesablayır.

$$D_{single}= \min x,y\{d(x, y) \mid x\in Ci, y \in Cj\}$$

2. Complete linkage (tam əlaqə) iki klaster arasındakı maksimum (max) məsafəni hesablayır.

$$D_{complete}= \max x,y\{d(x, y) \mid x\in Ci, y \in Cj\}$$

3. Average linkage (orta əlaqə) iki klaster arasındakı orta məsafəni hesablayır. Tək və tam əlaqəli kateqoriyalarla bağlı çatışmazlığı azaldır.

$$D_{average} =\frac{1}{|Ci|\times|Cj|}\sum_{x\in Ci,\, y\in Cj} d(x,\ y)$$

4. Ward linkage (vard kriteriyası) vard kriteriyası aqlorematıv klasterləşmə zamanı iki klaster arasındakı məsafəni hesablamaq üçün təklif edilmişdir. Burada məsafəni müəyyən etmək üçün kvadratın xəta meyarından istifadə edirik.

$$D_w\ (Ci\ ,Cj\ )=\sum_{x\in Ci}(x-\gamma i)^2+\sum_{x\in Ci}(x-\gamma j)^2-\sum_{x\in Ci,j}(x-\gamma i,j)^2$$

Nəticə. Məqalədə böyük verilənlər, klasterləşdirmə alqoritmləri, iyerarxik klasterləşdirmə alqoritmi və onun kateqoriyaları araşdırılmışdır. K-means klasterləşdirmə alqoritminin bir çatışmazlığı hesab olunan klasterlərin sayının əvvəlcədən təyin olunması problemini həll etmək üçün iyerarxik klasterləşdirmə alqoritmi təklif edilir. Gələcək tədqiqat işlərində Python proqramlaşdırma dilində böyük verilənlərin analizi üçün iyerarxik klasterləşdirmə alqoritmi vasitəsilə eksperimentlər həyata keçiriləcəkdir.

Ədəbiyyat

1. Adams P. R. “Hierarchical Clustering” . COS 324 – Elements of Machine Learning Princeton University, 2019, pp. 1-11.
2. Əliquliyev, R.M., Hacırəhimova, M.Ş., & Əliyeva, A.Ş. “Big Data-nın aktual elmi-nəzəri problemləri”. İnformasiya Cəmiyyəti Problemləri, vol 2, 2016, pp. 37-49.
3. Chen,C.L.P.,&Zhang,C-Y. “Data-ıntensıve applıcatıons, challenges, technıques and technologıes: a survey on bıg data”. Information Sciences, vol 275, 2014, pp. 314-347.
4. Sanse, K., & Sharma, M. (2015). “Clustering methods for Big data analysis”. International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology, 4(3), 2015, pp. 642-648.

РЕЗЮМЕ

ИЕРАРХИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ КЛАСТЕРИЗАЦИИ В БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Фаталиева Л.Ч.

Ключевые слова*: большие данные, кластеризация, К-средних, иерархический, неконтролируемое обучение*

В статье рассматриваются вопросы больших данных, области применения больших данных, алгоритмы кластеризации и их типы, алгоритм иерархической кластеризации, категории и принцип работы иерархического алгоритма. Сложность извлечения полезной информации из больших данных требует использования различных методов. Алгоритмы иерархической кластеризации используются для преодоления некоторых недостатков алгоритма К-средних. С этой целью в научной работе был изучен метод иерархической кластеризации для анализа больших данных.

SUMMARY
A HIERARCHICAL CLUSTERING ALGORITHM IN BIG DATA
Fataliyeva L.Ch.

Keywords: *big data, clustering, k-means, hierarchical, unsupervised learning*

The article examines the issues of big data, application areas of big data, clustering algorithms and their types, hierarchical clustering algorithm, categories and the working principle of hierarchical algorithm. The complexity of extracting useful information from big data has necessitated the use of different methods. Hierarchical clustering algorithms are used to overcome several shortcomings of the K-means algorithm. For this purpose, the hierarchical clustering method for big data analysis was studied in the scientific work.

MANEƏLƏRDƏN YAYINMA QABİLİYYƏTİNƏ MALİK MOBİL ROBOT ÜÇÜN MAMDANİ ƏSASLI QEYRİ-SƏLİS KONTROLLER

Xudaverdiyeva M.Ə.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
khudaverdieva62@mail.ru

Açar sözlər: *STM32F4 mikrokontrolleri, qeyri-səlis məntiq, MAMDANİ çıxış sistemi, mobil robot, maneələrdən yayınma.*

Tədqiqat işində MAMDANİ qeyri-səlis qərar qəbuletmə sisteminə əsaslanan mobil robotun layihələndirilməsi və tətbiqi təsvir edilmişdir. Mobil robot robotla maneələr arasındakı məsafəni aşkar etmək üçün üç cüt HC-SR04 ultrasəs sensoru ilə təchiz edilib. Qeyri-səlis məntiq kontrolleri hər bir robotun təkərinə quraşdırılmış sabit cərəyan mühərriki üçün işəsalma siqnalı yaratmaq üçün STM32F4 mikrokontroller platformasına quraşdırılmışdır. Ultrasəs sensorlarından əldə edilən verilənlər qeyri səlis çoxluqlarla hər bir təkərin hərəkət sürətini göstərən linqvistik dəyişənlərlə ifadə olunur. Müvafiq qayda cədvəlinə əsaslanan qeyri-səlis məntiq kontrollerinə malik robot maneələrdən yayınma qabiliyyəti ilə kəsintisiz hərəkətə nail olmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Eksperimental nəticələr göstərir ki, mobil robot maneələrə toxunmadan trayektoriya boyunca hərəkət edə bilir.

Giriş. Mobil robot verilmiş trayektoriya üzrə hərəkət etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. İdarəetmənin məqsədlərindən biri də robotun maneəyə dəyməməsi üçün robotla maneə arasında məsafə saxlamaqdır. Bu qabiliyyət maneələrdən qaçma,yayınma kimi tanınır. Bu qabiliyyəti yerinə yetirmək üçün robot və maneə arasındakı məsafəni aşkar edə bilən sensor quraşdırılmalıdır ki, kontroller robotun aktuatoruna göndəriləcək müvafiq idarəetmə siqnalını hesablaya və müəyyən edə bilsin. Bu məqsədi həyata keçirərkən robot hərəkətləri sabit sürətlə və ya dəyişən sürətlə edə bilər. Robotla maneə arasındakı məsafə çox uzaq olduqda, hərəkət sürəti çox sürətli olur. Daha sonra maneəyə olan məsafə yaxınlaşdıqca sürəti azalır. Belə idarəetmə mexanizmi kontrollerdə quraşdırılmış müəyyən idarəetmə üsulları ilə həyata keçirilə bilər.Təcrübədə yuxarıda qeyd olunan qabiliyyətlər qeyri-səlis məntiq, süni neyron şəbəkələri, genetik alqoritmlər və s. kimi süni intellekt kateqoriyasına daxil olan müəyyən idarəetmə üsullarının tətbiqi ilə əldə edilir. Hal-hazırda robototexnika tədqiqatlarında süni intellekt və robot texnikasının bir-birinə qarışdığı məlumdur [1]. Gələcək iqtisadi artıma və əmək bazarına təsir edəcəyi, eləcə də sosial rifah üçün mühüm nəticələr verəcəyi proqnozlaşdırılırdı [2]. Bu yazı hərəkətləri qeyri-səlis məntiq prinsipləri əsasında tənzimlənən təkərli mobil robotun dizaynını təsvir edir. Bu prinsiplə həm proses dəyişənləri, həm də işlənmiş çıxış dəyişənləri qeyri-səlis çoxluqlar kimi ifadə edilir. Qeyri-səlis çoxluqlarda qeyri-səlis çoxluğun hər bir üzvünün mənsubluq dərəcəsi linqvistik dəyişənlərlə xarakterizə edilir. Məsələn, mobil robotun hərəkətini idarə etmək üçün giriş dəyişəni robotla maneə arasındakı məsafədi. Bu giriş dəyişənini qeyri-səlis çoxluqda çox yaxın, yaxın, uzaq, çox uzaq və s. linqvistik dəyişənlərlə göstəririk. Eyni zamanda, çıxış dəyişənləri üçün qeyri-səlis çoxluqlar hazırlana bilər, məsələn, yavaş, sürətli, çox sürətli və s. Qeyri-səlis məntiq prinsipini qəbul etməklə robotun hərəkəti daha təbii olur, çünki o, robotla maneə arasındakı məsafəyə uyğunlaşır. Kontrollerin məqsədi daha effektiv olmaq və istifadə olunan resurslara qənaət etməkdir. Bu qeyri-səlis məntiq prinsipi [3]-də mobil robotlar üçün adaptiv kontrollerin layihələndirilməsində görünən qeyri-müəyyənlik funksiyasını təyin etmək üçün istifadə olunur. [5] Özünü balanslaşdırma qabiliyyətinə malik mobil robotların hərəkətini optimallaşdırmaq üçün qeyri-səlis üsullardan istifadə edilmişdir.

Təcrübədə qeyri-səlis məntiq prinsipinin sistem dizaynında tətbiqi fazzifikasiya, nəticə çıxarma və qeyri-səlisləşdirmə daxil olmaqla üç mərhələ tələb edir. Fazzifikasiya real verilənlərin qeyri-səlis çoxluqlara çevrilməsi prosesidir, nəticə çıxarma isə müəyyən bir şəkildə qərar qəbul etməkdir. Bu vaxt fazzifikasiya

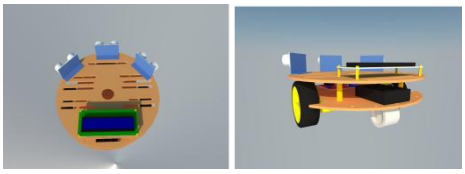
qeyri-səlis dəyəri öz həqiqi dəyərinə qaytarır. Nəticə çıxarma mexanizmi, “if/then” qaydaları əsasında ifadələr toplusu formasında eskpert qərar mexanizmidir. Nəticə sisteminə gəldikdə, qeyri-səlis məntiq kontrollerinin tətbiqində istifadə olunan iki məşhur üsul var, bunlar MAMDANİ çıxarış sistemi və Takagi-Sugeno-Kang (TSK tərəfindən qısaldılmış) nəticə çıxarma sistemidir. Birinci üsul bütün giriş və çıxış dəyişənləri üçün qeyri-səlis çoxluqların təmsil olunmasında daha təbii olduğundan daha geniş istifadə olunur. MAMDANİ qeyri-səlis idarəetmənin layihələndirilməsi modelsiz və mahiyyətcə evristikdir ki, bu da bir sıra qaydalar bazası vasitəsilə ekspertin bacarıq və təcrübəsini özündə birləşdirməlidir [6]. MAMDANİ çıxarış (qərar qəbuletmə) sistemi temperaturun idarə edilməsində [7], sabit qanadlı təyyarənin aerodinamik modelləşdirilməsində [8], psixi pozğunluq xüsusiyyətlərinin təsnifat xüsusiyyətlərində [9], altı ayaqlı robotda [10] və s.tətbiq oluna bilər.

Sistem layihələndirilməsi və aparatların realizasiyası.

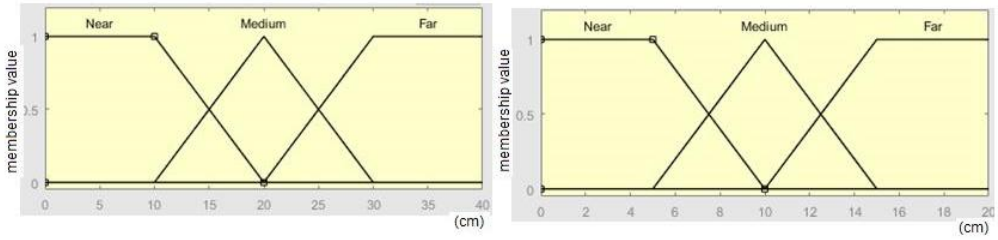
Bu işdə istifadə edilən təkərli mobil robotun mexaniki quruluşu şəkil 1-də göstərilmişdir. Təkərli robotun əsas komponentləri ultrasəs sensorları, STM32F4 mikrokontrolleri və DC mühərrikləridir. Robotun qarşısında, sol tərəfində və sağ tərəfindəki maneələri aşkar etmək üçün üç cüt ultrasəs sensoru istifadə olunur. Giriş dəyişəni robotla maneə arasındakı məsafədir. Məsafənin kəskin dəyəri belə sensorlar tərəfindən əldə edilir. Bu cür dəyərlər hər bir sensor üçün müvafiq qeyri-səlis çoxluğun mənsubluq dərəcəsinə uyğunlaşdırılacaq. Bu proseslər fazzifikator tərəfindən həyata keçirilir. Bundan əlavə, nəticə çıxarma sistemi hər bir sensordan qeyri-səlis məlumatları emal edərək, qayda cədvəlinə uyğun olaraq robotun solunda və sağında təkərlərin sürətini tənzimləmək şəklində çıxışa çevirir. Qayda cədvəli, Əgər Onda qaydalar şəklində əvvəlki və son nəticələrini əlaqələndirən ifadələr toplusudur. Qeyri-səlis verilənlər fazzifikator tərəfindən müvafiq sürət dəyərini əldə etmək üçün əlavə işlənəcək. Qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemi STM32F4 mikrokontrollerində quraşdırılmış və tərtib edilmiş forma proqramlaşdırma kodunda elə bir şəkildə həyata keçirilir. Daha sonra təkərlərdə quraşdırılmış DC mühərrikini işə salmaq üçün sürətin kəskin dəyəri motor sürücüsünə göndərilir.

Təkərli mobil robotun sxem diaqramı şəkil 3-də verilmişdir. Üç cüt HC-SR04 ultrasəs sensoru STM32F4 mikrokontrollerinin giriş məlumat portlarına qoşulmuşdur. Belə ultrasəs sensoru məsafənin aşkarlanmasında istifadə olunur, çünki müvafiq spesifikasiyalara malikdir, yəni 2 sm-dən 400 sm-ə qədər ölçülə bilən məsafələr diapazonu, ayırdetmə qabiliyyəti 3 mm ətrafındadır, ölçmə bucağı 30 dərəcəyə çata bilər, ölçülər nisbətən kiçikdir. . Bu arada, STM32F4 mikro kontrollerinin çıxış məlumat portları siqnalı L298N DC motor sürücüsünə qidalandıracaq. Mobil robotun sol və sağ təkərlərinin sürət dəyərini göstərmək üçün LCD displey hazırlanmışdır.

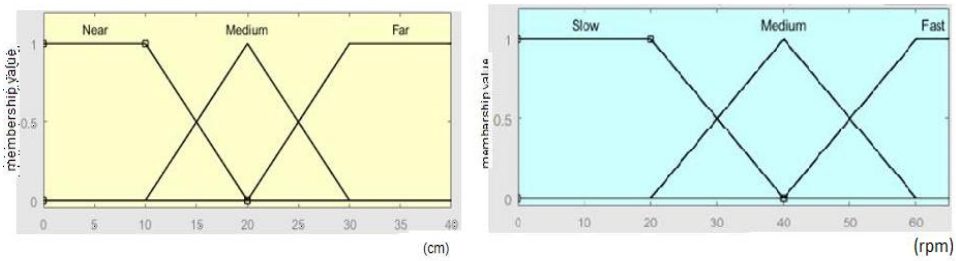
Qeyri-səlis sistemlər üçün giriş dəyişəni robotla üç cüt ultrasəs sensorundan alınan maneə arasındakı məsafədir, çıxış dəyişəni isə təkərlərin sürətidir. Məsafə üçün qeyri-səlis çoxluqlar şəkil 2-3-da göstərildiyi kimi üçbucaqlı və trapezoidal mənsubluq funksiyası ilə yaxın, orta və uzaq üç qeyri-səlis çoxluqdan ibarətdir. Eyni zamanda, təkərlərin sürəti üçün qeyri-səlis çoxluqlar şəkil 3-də göstərildiyi kimi üçbucaqlı və trapezoidal mənsubluq funksiyası ilə yavaş, orta və sürətli daxil olmaqla üç qeyri-səlis çoxluqdan ibarətdir. Bu rəqəmlərdən göründüyü kimi, bütün məsafə sm ilə ölçülür (santimetr) vahidi, təkərlərin sürəti isə rpm (dəqiqədə fırlanma) vahidləri ilə verilmişdir. Əslində, rpm dəyəri təkərləri idarə etmək üçün impuls eni modulyasiya siqnalına çevriləcəkdir.



Şəkil 1. Təkərli mobil robotun mexaniki quruluşu və komponentlərinin tərtibatı; üst görünüş (solda) və yan görünüş (sağda).

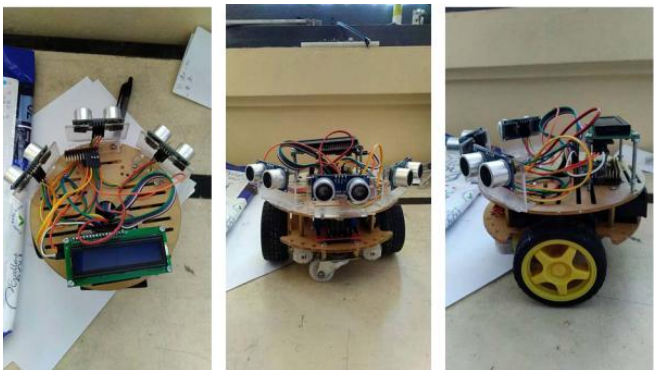


Şəkil 2. Sol, Sağ, ultrasəs sensorun əldə etdiyi məsafə üçün qeyri-səlis çoxluqlar.



Şəkil 3. Ön ultrasəs sensorun əldə etdiyi məsafə və Sol və sağ təkərlərin sürəti üçün qeyri-səlis çoxluqlar üçün qeyri-səlis çoxluqlar

MAMDANİ çıxarış sistemində istifadə olunan qaydalar bazası cədvəl I-də verilmişdir. cədvəl I əsasında US-sol, US-irəli və US-sağ ultrasəs sensoru tərəfindən göstərilən məsafə üçün qeyri-səlis çoxluqları göstərir. Təkərli mobil robotun aparat realizasiyası Şəkil 4-da göstərilmişdir. Üç cüt HC-SR04 ultrasəs sensoru robotla sol, ön və sağ tərəfdən maneələr arasındakı məsafəni göstərəcək şəkildə yerləşdirilmişdir. Bu halda təkərli mobil robot divarlarla sağ və sola bağlanmış dəhlizdə hərəkət edə bilər, həmçinin trayektoriya çox da düz deyil.



Şəkil 4. Təkərli mobil robotun avadanlıqla reallaşdırılması; yuxarı görünüş (sol), ön görünüş (mərkəz) və yan görünüş (sağ).

Matlab mühitində Qeyri-səlis Məntiq Alətlər qutusundan istifadə etməklə biz CƏDVƏL I-də sadalanan qaydalar bazası ilə qeyri-səlis sistemin nəticə çıxarma sistemini əldə edə bilərik.

Eksperimental nəticələr.

Əvvəlcə STM32F4 mikrokontrollerində quraşdırılmış qeyri-səlis nəticə çıxarma sisteminin nəticələrini əldə etmək üçün eksperimental sınaq aparılır. Biz həmin nəticələri Matlab da tərtib edilmiş kompilyasiya ilə müqayisə edirik.

Şək. 5. Təkərli mobil robot divara yaxınlaşdıqda daha yavaş işləyir.

STM32F4 mikro kontrollerində quraşdırılmış qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemi ilə tərtib edilmiş sürət dəyərini göstərir. Sürət dəyəri həmçinin DC mühərrikinə qoşulan takometrlə ölçülür . Bu nəticələrdən, STM32F4 mikro kontrollerində quraşdırılmış qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemi tərəfindən verilən sürət dəyərinin dəqiqliyi təxminən 96% təşkil edir.

İkincisi, eksperimental sınaq təkərli mobil robotu Şəkil 5-də göstərildiyi kimi ilkin nöqtəyə qoymaq və divarla məhdudlaşan sol və sağ ilə verilmiş trayektoriya üzrə hərəkəti müşahidə etməklə həyata keçirilir. Şəkil 5 təkərli mobil robotun irəli hərəkət edə və maneələrdən qaça bildiyini göstərir. Robot divara

dəymədən qaçır. Təkərli mobil robot tərəfindən həyata keçirilən qaçma qabiliyyətini müşahidə edirik. Təkərli mobil robot divara yaxınlaşdıqda yavaş-yavaş hərəkət edir ki, robot sol və sağ divarlara dəyməsin.

Nəticə.

Təkərli mobil robotun hərəkətini tənzimləmək üçün qeyri-səlis məntiq kontrollerinin dizaynı və tətbiqi təqdim edilmişdir. Təkərli mobil robot, STM32F4 mikrokontrollerində quraşdırılmış MAMDANİ qərar qəbul etmə sistemini tətbiq etməklə qaçma qabiliyyətinə malikdir. Matlab proqramında kompilyasiya ilə hardware realizasiyasının müqayisəsi aparatın reallaşdırılmasının dəqiqliyinin kifayət qədər yüksək olduğunu göstərir. Eksperimental nəticələr göstərir ki, MAMDANİ əsaslı qeyri-səlis məntiq kontrolleri ilə təchiz edilmiş təkərli mobil robot trayektoriya boyunca yaxşı işləyir. Təkərli mobil robot divara yaxınlaşdıqda divara dəyməyin qarşısını alır. Bəzi eksperimental məlumatlar üçün STM32F4 mikro kontrollerində quraşdırılmış qeyri-səlis nəticə çıxarma sistemi tərəfindən verilən sürət dəyərinin dəqiqliyi təxminən 96% təşkil edir.

Ədəbiyyat

1. Bogue R. The role of artificial intelligence in robotics, *Ind. Rob.*, vol. 2, no. 2, pp. 119–123, 2014.
2. Raj M. and Seamans R. Primer on artificial intelligence and robotics, *J. Organ. Des.*, vol. 8, no. 11, pp. 1–14, 2019.
3. Bobyr M.V., Yakushev A.S. and Milostnaya N. A. Fuzzy algorithm of a mobile robot's motion, in Proc. *2nd ICIEAM*, 2016, pp. 1–5.
4. Peng S. and Shi W. Adaptive Fuzzy Output Feedback Control of a Nonholonomic Wheeled Mobile Robot, *IEEE Access*, vol. 6, pp. 43414–43424, 2018.

РЕЗЮМЕ
НЕЧЕТКИЙ КОНТРОЛЛЕР МАМДАНИ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА, СПОСОБНОГО ОБХОДИТЬ ПРЕПЯТСВИЯ

Худавердиева М.А.

Ключевые слова: *микроконтроллер STM32F4, нечеткая логика, мобильный робот, система вывода МАМДАНИ, обход препятствий*

В данной исследовательской работе представлены разработка и реализация мобильного робота на основе системы логического вывода MAMDANI. Мобильный робот оснащен тремя парами ультразвуковых датчиков HC-SR04 для определения расстояния между роботом и препятствиями. Контроллер с нечеткой логикой моделируется на платформе микроконтроллера STM32F4 для выработки сигнала срабатывания двигателя постоянного тока на каждом колесе робота. Данные, полученные от ультразвуковых датчиков, представлены в виде лингвистических переменных, указывающих скорость движения каждого колеса в нечетких множествах. Робот с контроллером на основе нечеткой логики, основанный на таблице правил, сконструирован таким образом, чтобы обеспечить плавное движение с возможностью уклонения от препятствий. Результаты экспериментов показывают, что мобильный робот может перемещаться по траектории, не касаясь препятствий

SUMMARY
A MAMDANİ BASED FUZZY-LOGIC CONTROLLER FOR AN OBSTACLE AVOIDANCE MOBILE ROBOT

Khudaverdiyeva M.A.

Keywords: *STM32F4 microcontroller, fuzzy logic, mobile robot, MAMDANİ inference system, avoid obstacles*

In this research work, the design and implementation of a mobile robot based on MAMDANI inference systen is presented. The mobile robot is with three HC-SR04 ultrasonic sensor pairs to determine the distance between the robot and obstacles. A fuzzy logic controller is modeled into the STM32F4 microcontroller platform to produce the actuation signal for the DC motor on each robot wheel. The data received from the ultrasonic sensors are shown as linguistic variables that indicate the speed of movement of each wheel in fuzzy sets. A robot with a fuzzy logic controller based on a rule table is constructed to obtain seamless motion with obstacle avoidance capability. The experimental results show that the mobile robot can navigate along the trajectory without touching the obstacles.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАРЯЖЕННОСТИ ПО ВЕЛИЧИНЕ ЭДС В СВИНЦОВО – КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СОЛНЕЧНЫХ УСТАНОВКАХ

Гаджиева Б.Т., Гараев А.А.
Нахичеванский государственный университет, Нахичевань, Азербайджан

Ключевые слова: *батарея, скорость зарядки, солнечная установка*

Создание возобновляемой энергетики для устойчивого развития прогресса зависит от возможности хранения больших запасов энергии в течение достаточно долгого времени. Традиционным способом хранения электроэнергии в готовой для использования форме является использование электрохимических устройств - батарей и аккумуляторов. Ими, в частности, оснащаются фотоэлектрические модули, ветрогенераторы и другие системы альтернативной энергетики [1]. Выбор подходящих аккумуляторных батарей (АБ) во многом определяет надежность и эффективность работы фотоэлектрической системы. Обычно АБ сравнительно глубоко разряжается каждый вечер и заряжается в течение дня. Поэтому в солнечных системах желательно применять специально разработанные АБ, которые могут долго работать в тяжелых циклических режимах. Более того, АБ для ФЭС (фотоэлектрические системы) должны заряжаться малыми токами. Почти везде в мире в солнечных электростанциях применяются свинцово-кислотные аккумуляторы. Более приспособлены к цикличным режимам работы АБ с жидким электролитом и намазными пластинами (так называемая «солнечная» серия OPzS), которые выдерживают тысячи циклов глубокого заряд – разряда [2].

В статье исследовано определения степени заряженности по величине его ЭДС в свинцово - кислотных аккумуляторах применяемых в солнечных фотоэлектрических установках.

Химические процессы в свинцово-кислотных аккумуляторах

В свинцово кислотных аккумуляторах положительные электроды состоят из диоксида свинца $Pb0_2$, отрицательные - из губчатого свинца погруженных в раствор серной кислоты с концентрацией 32–39 % (ρ = 1,24–1,30 г/см^3). При этой концентрации электропроводность раствора H_2SO_4 максимальная. Электролитом является водный раствор серной кислоты H_2SO_4. Основной токообразующий процесс в соответствии с общепринятой теорией двойной сульфатации в свинцовом аккумуляторе описывается следующей реакцией:

$$(+)\ Pb_2 + 3H^+ + HSO_4^- + 2e \underset{discharge}{\overset{charge}{\rightleftarrows}} PbSO_4 + 2H_2O$$

$$(-)\ Pb + HSO_4^- \underset{discharge}{\overset{charge}{\rightleftarrows}} PbSO_4 + H^- + 2e$$

Общая токообразующая реакция в аккумуляторе:

$$PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 \underset{discharge}{\overset{charge}{\rightleftarrows}} 2PbSO + 2H_2O$$

Таким образом при разряде свинцовых аккумуляторов на обоих электродах образуется практически нерастворимый сульфат свинца вследствие восстановления диоксида свинца на положительном электроде и окисления свинца на отрицательном. При заряде, наоборот, происходит образование $Pb0_2$ на положительном электроде и губчатого свинца па отрицательном. При заряде аккумулятора плотность электролита увеличивается от (1,09 - 1,15)·10^3 до (1,25 - 1,31)·10^3 кг/м^3, при разряде вследствие образования воды уменьшается и составляет (1,09-1,15)·10^{-3} кг/м^3 [3]. Схематическое изображение основных процессов, протекающих в свинцовом аккумуляторе, представлено на рисунках 1и 2.

При расчете исходят из того, что с понижением температуры на 1^0 плотность электролита увеличивается на 0,0007 г/см^3 и что снижение плотности электролита на 0, 01 г/см^3 соответствует потере 5-6% емкости. Следовательно. степень заряженности аккумулятора рассчитывают по формуле

$$S = 100 - k_1 \{d_3 - d_п [\ 1 + k_2 (t_н - t_и)]\}, \qquad (1)$$

где S-степень заряженности аккумулятора, равный 5-6%/(г/см^3); d_3 -плотность электролита полностью заряженного аккумулятора при нормальной температуре электролита, равная 1, 22 - 1, 30 г/см^3, $d_и$ - измеренная плотность электролита, г/см^3; k_2 - температурный коэффициент изменения плотности электролита, равный минус 0,0007 (г/см^3) град: $t_н$ – нормальная температура электролита, равная плюс 25^{0}С; $t_и$ – измеренная температура электролита, ^{0}С. Однако определение степени заряженности аккумулятора указанным способом производят с погрешностью, достигающей 12 % и более, а также принимаемым допущением плотностного коэффициента изменения степени заряженности при различных значениях плотности электролита полностью заряженного аккумулятора.

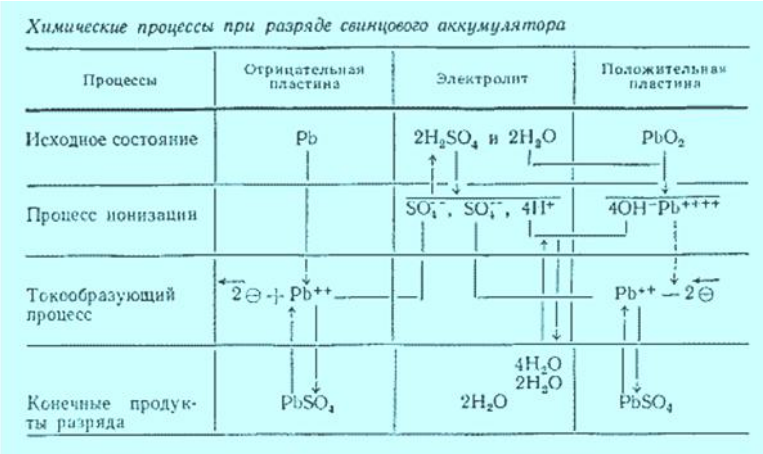


Рис. 1. Химические процессы при разряде свинцового аккумулятора.

Рис. 2. Химические процессы при заряде свинцового аккумулятора.

Точнее, степень заряженности определяется, если использовать эмпирическую зависимость между равновесной электродвижущей силой (ЭДС) аккумулятора и плотности электролита в диапазоне 1,05-1,30 г/см^3, описываемой формулой E = 0,85 + d, где E – равновесная ЭДС свинцового аккумулятора, d - плотность электролита, г/см^3. Равновесная ЭДС свинцового аккумулятора зависит от химических и физических свойств активных веществ и концентрации их ионов в электролите. На величину ЭДС влияет плотность электролита и очень незначительно температура.

Эти способы позволяет обеспечить высокую точность определения указанного показателя при неизменных значениях температуры и плотностей электролита аккумулятора в полностью заряженном и полностью разраженном состояниях. Однако в реальных условиях перечисленные величины могут изменяться в широких пределах. Это приводит к существенным ошибкам в определенной степени заряженности аккумулятора при использовании известного способа.

В отличия от известных способах определения степени заряженности аккумулятора нами был использован зависимость равновесной ЭДС от плотности электролита и от его температуры по формуле:

$$E'_{t_0^0} = 2{,}041 + 0{,}02566 \cdot \frac{(E - E_0) \cdot F}{RT} + 0{,}0591 \cdot \lg \frac{1}{P^{3(t-25)} g^{(t-25)}}, \qquad (2)$$

где E – измеренная ЭДС аккумулятора, В; E_o = 2,041 +0,00136 (t – 25) - стандартная ЭДС СА при температуре электролита t ^{0}C, В; t_0^0 -температура электролита; T=273+t^0 – абсолютная температура электролита, К; F = 96484,93 Кл ·моль $^{-1}$-постоянная Фарадея; R=8,3144Дж·К$^{-1}$·моль-универсальная газовая постоянная, P=0,99-коэффициент характеризующий изменение активности серной кислоты в электролите для значений плотности электролита, которые имеют место после разряда свинцового аккумулятора различными режимами разряда до конечного разрядного напряжения. Значение ЭДС аккумулятора, равное разности потенциалов катода и анода, рассчитывается из термодинамических параметров по уравнению Нернста:

$$E = E^0_{PbO_2/PbSO_4} - E^0_{PbSO_4/Pb} = \Delta E^0 + \frac{RT}{2F}\ln\frac{a^4_{H^+}\cdot a^2_{SO_4^{2-}}}{a^2_{H_2O}}$$

При работе аккумулятора на аноде протекают реакции:

$$Pb - 2\bar{e} + SO_4^{2-} \underset{заряд}{\overset{разряд}{\leftrightarrow}} PbSO_4, \qquad E^0_{PbSO4/Pb} = -0{,}36\ В;$$

на катоде соответственно:

$$PbO_2 + 2\bar{e} + 4H^+ + SO_4^{2-} \underset{Заряд}{\overset{разряд}{\leftrightarrow}} PbSO_4 + 2H_2O, \qquad E^0_{PbO2/PbSO4} = 1{,}68\ В.$$

$$E = \Delta E^0 + \frac{RT}{2F}\ln\frac{a^4_{H+}\cdot a^2_{SO_4^{3-}}}{a^2_{H_20}} = 1{,}68-(-0{,}36)+\frac{0{,}59\cdot 2\cdot 2}{2\cdot 2}\lg\frac{a^2_{H^+}\cdot a^{2-}_{SO_4}}{a_{H_2O}} = 2{,}04+0{,}059\lg\frac{a_{H_2SO_4}}{a_{H_2O}}$$

С учетом этой зависимости степень заряженности аккумулятора рассчитывают по формуле:

$$S = \frac{0{,}45V[E+K(t_{пот}-t)]-0{,}83V+Q_{пот}\cdot V+C_{пот}}{0{,}45VE_{ch}-0{,}83V-Q_{пот}\cdot V+C_{пот}}\cdot 100\% \qquad (3)$$

где S – степень заряженности аккумулятора, %; $E_и$ – измеренная равновесная ЭДС аккумулятора, В; k-температурный коэффициент измерения равновесной ЭДС аккумулятора, В/град; $t_н$ – нормальная температура электролита, ^{0}C; $E_з$ - равновесная ЭДС полностью заряженного аккумулятора, В.

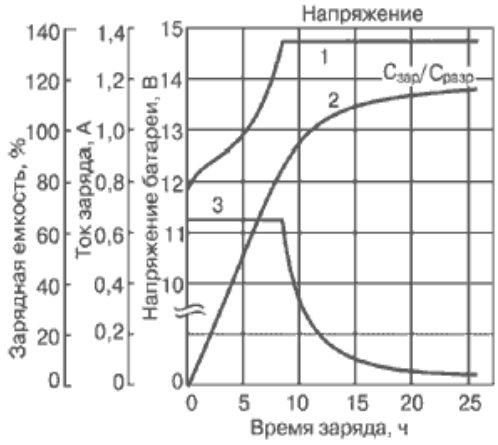
Зависимости активностей серной кислоты и воды, а также значений ЭДС от концентрации серной кислоты приведены в табл.2. В таблице использованы массовые доли (проценты) g-количество серной кислоты (в граммах) в 100 г раствора. Часто концентрацию раствора серной кислоты определяют путем измерения его плотности.

Активность серной кислоты и воды и термодинамические значения ЭДС свинцового аккумулятора в растворах серной кислоты разной концентрации (при 25°C)

Таблица 1

Плотность раствора.т/м^3	Концентрация		Активность		ЭДС E_T, В
	массовая доля g, %	молярная *c*. моль/л	Серной кислоты *a*H2SO4	воды *a*H2O	
1,050	8	0,86	0,0069	0	1,922
1,078	12	1,32	0,021	0	1,951
1,106	16	1,81	0,060	0	1,979
1,136	20	2,32	0,159	0	2,005
1,167	24	2,86	0,424	0	2,031
1,200	28	3,43	1,14	0	2,059
1,231	32	4,03	3,28	0	2,088
1,264	36	4,66	10,8	0,	2,121
1,300	40	5,31	34,6	0,	2,154
1,334	44	6,00	118	0,	2.190

Примечание. Концентрация в граммах на литр равна 98c (98 - молекулярная масса серной кислоты); мольная концентрация m (моли серной кислоты на 1000 г воды) равна 1000 g/98(100 - g).



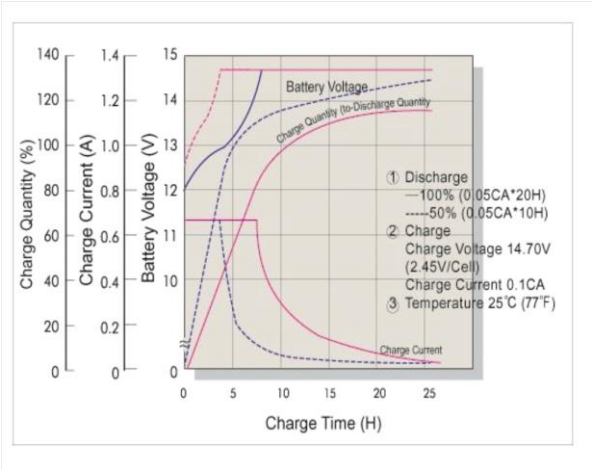


Рис. 3. Зарядные кривые герметизированной свинцово-кислотной аккумуляторной батареи при комбинированном режиме заряда нормированным током 0,1С и нормированным напряжением 2,45 В/эл для циклического режима: 1-напряжение, 2-зарядная емкость, 3-ток заряда.

Плотность электролита при температурах, отличных от 20^0 С . приведена в таблице 2.

Таблица 2.

35^0C	30^0C	25^0C	20^0C	10^0C	0^0C	-5^0C	-10^0C	-15^0C	Точка замерз.
1,144	1,147	1,150	1,154	1,159	1,165	1,167	1,171	1,174	-17
1,193	1,196	1,200	1,203	1,209	1,216	1,219	1,223	1,226	-32
1,242	1,245	1,250	1,253	1,259	1,266	1,269	1,274	1,277	-55
1,252	1,255	1,260	1,264	1,270	1,270	1,283	1,287	1,291	-62

Заряд батарей должен осуществляться в режиме, при котором ток сильно понижается к концу заряда. Используется несколько стратегий заряда, Но чаще применяют комбинированный режим, при котором начальный ток ограничивают, а по достижении заданного напряжения, заряд проводится при стабилизации напряжения (рисунок 3). Заряд проводится при постоянном токе 0,1С на первом этапе и при постоянном напряжении источника тока на втором.

Таком образом при определений степени заряженности аккумулятора использованные способы позволяет обеспечить высокую точность определения указанного показателя при неизменных значениях температуры и плотностей электролита аккумулятора в полностью заряженном и полностью разраженном состояниях.

Литература

1. Прохоров И.Ю., Акимов Г.Я. Фотоэнергетика и водородная энергетика: Возможности и достижения. Наука та інновації. 2009. Т. 5. № 6. С. 11—24.
2. Каргиев В.М. Возобновляемая энергия. Ежеквартальный информационный бюллетень. Февраль 2006. С. 10 – 12. (Renewable energy bulletin).
3. Патент РФ N 2050645. Способ определения плотности электролита свинцового аккумулятора/Скачков Ю. В., Маслаков М.Д., Малахов Ю.В. Опубл. 20.12.95, Бюл.N 35.
4. Болотовский, В.И. Эксплуатация, обслуживание и ремонт свинцовых аккумуляторов [Текст] / В.И. Болотовский, З.И. Вайсгант. − Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1988. − 208 с.
5. Багоцкий, В.С. Химические источники тока [Текст] / В.С. Багоцкий, А.М.Скундин. М.: Энергоиздат, 1981. − 360 с
6. Кочуров, А.А. Теоретические основы решения проблемы увеличения сроков службы аккумуляторных батарей при хранении и повышения эффективности способов их восстановления [Текст]: монография / А.А. Кочуров, Н.П. Шевченко, В.Ю. Гумелев; под общ. ред. А.А. Кочурова. – Рязань: РВАИ, 2009. – 249 с.

XÜLASƏ
GÜNƏŞ QURULUŞLARINDA İSTİFADƏ EDİLƏN QURĞUSUN-TURŞU AKUMULYATORLARINDA EHQ DƏYƏRİNƏ GÖRƏ YÜKLƏMƏ DƏRƏCƏSİNİN MÜƏYYƏNLƏŞDİRİLMƏSİ
Hacıyeva B.T., Qarayev A.A.

***Açar sözlər**: akumulyator, yükləmə dərəcəsi, günəş qurğusu*

Davamlı inkişaf tərəqqisi üçün bərpa olunan enerjinin yaradılması böyük enerji ehtiyatlarını uzun müddət saxlamaq qabiliyyətindən asılıdır. Elektrik enerjisini hazır formada saxlamağın ənənəvi üsulu elektrokimyəvi qurğulardan - akkumulyator və akkumlyatorlardan istifadə etməkdir. Xüsusilə, onlar fotoelektrik modullar, külək generatorları və digər alternativ enerji sistemləri ilə təchiz olunmuşdur [1]. Müvafiq batareyaların (AB) seçimi əsasən fotoelektrik sistemin etibarlılığını və effektivliyini müəyyən edir. Buna görə də Günəş sistemlərində xüsusi hazırlanmış qalvanik elementlərdən istifadə etmək məqsədəuyğundur. Bu qalvanik elementlər uzun müddət ağır dövrə modlarda işləyə bilir. Bundan başqa, elektrik ötürmə vahidləri (fotoelektik sistemlər) kiçik cərəyanlarla da yüklənə bilər. Demək olar ki, dünyanın hər yerində günəş elektrik stansiyasında qurğuşun-turşu batareyalarından istifadə olunur. Daha çox maye elektrolit və ikilövhəli ("Günəş" OPzS seriyası adlanan) qalvanik elementin fəaliyyəti dövri rejimlərə uyğunlaşdırılmışdır. Bu, minlərlə dövrənin dərin yükboşaltmasına tab gətirir [2].

Bu məqalədə günəş fotoelektrik qurğularında istifadə olunan qurğuşun-turşu batareyalarında onun EMF-nin dəyəri ilə yüklənmə dərəcəsinin müəyyən edilməsi ilə bağlı araşdırma aparılır.

SUMMARY
DETERMINATION OF THE DEGREE OF CHARGE BY EMF VALUE IN LEAD-ACID BATTERIES USED IN SOLAR INSTALLATIONS
Hajiyeva B.T., Garayev A.A.

***Keywords**: akkumulator, charging speed, solar installation*

The creation of renewable energy for sustainable development progress depends on the ability to store large reserves of energy for a sufficiently long time. The traditional way to store electricity in a ready-to-use form is to use electrochemical devices – batteries and accumulators. In particular, they are equipped with photovoltaic modules, wind generators and other alternative energy systems [1]. The choice of suitable batteries (AB) largely determines the reliability and efficiency of the photovoltaic system. Usually, ab is relatively deeply discharged each evening and charged during the day. Therefore, in solar systems, it is desirable to use specially designed (AB)s, which can work for a long time in heavy cyclic modes. Moreover, electrical transmission units (photovoltaic systems) must be charged with small currents. Almost everywhere in the world, lead-acid batteries are used in solar power plants. More adapted to the cyclic modes of operation of the battery with liquid electrolyte and prayer plates (the so-called "solar" OPzS series), which withstand thousands of cycles of deep charge - discharge [2].

In this article investigates the determination of the degree of charge by the value of its EMF in lead-acid batteries used in solar photovoltaic installations.

ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО БАРЬЕРНОГО РАЗРЯДА МЕЖДУ ТВЕРДЫМ И ЖИДКИМ ЭЛЕКТРОДАМИ

[1]Садриев Р. Ш., [2]Садриев С. Р.
[1]Набережночелнинский институт КФУ, г. Набережные Челны, Российская Федерация
[2]Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация
srsh@list.ru, kakto_pbr@mail.ru

***Ключевые слова**: плазма, разряд, электролит, импульс, частота*

Представлены результаты экспериментального исследования высокочастотного барьерного разряда (ВЧ) между твердым и электролитическим электродами в диапазоне импульса с частотой f_u = 4-15 МГц при межэлектродном расстоянии $2 \leq l \leq 20$ мм и атмосферном давлении в воздухе.

Большое количество статей и трудов конференций, опубликованных в течение последних двух десятилетний о неравновесной низкотемпературной плазме электрических разрядов с жидкими электродами, подчеркивает растущий интерес к этому особому разделу физики и химии плазмы [1]. Электрические разряды в жидкостях между металлическими электродами, а также между металлическим и жидким электродами проводят к новым научным проблемам для исследователей плазмы и дают новые технологические возможности. Несколько применений уже разработано, которые близки к широкому практическому распространению, включая плазменный скальпель для хирургии [2], и миниатюризованный химический анализатор жидкости [3, 4]. Разряды в жидкостях и вне жидкости создают мощное УФ излучение, ударные волны и интенсивные радикалы (OH, атомарный кислород, пероксид водорода и т.д.). Это основная причина того, что указанные плазмы широко изучались в последние десятилетия. Однако существенная сложность плазмы электрических разрядов с жидкими электродами означает, что полное понимание их фундаментальной физики и

химии остается пока не достигнутым. В настоящее время в основном проведены экспериментальные исследования зажигания разряда, а также характеристики разряда постоянного тока между твердым и жидким электродами [5].

Высокочастотные разряды с жидкими электродами используются для дезинфекции воздуха и обеззараживания воды, а также могут быть использованы в других областях промышленности. Несмотря на это исследование ВЧ разрядов с жидкими электродами только начинается. ВЧ (13,56 МГц) и СВЧ в жидкости [1] и высокочастотный емкостной разряд между твердым и жидким электродами [5].

Экспериментальные исследования проводились на установке, предназначенной для изучения электрического разряда рис. 1. В качестве электролита использовали очищенную воду. Установка для исследования высокочастотного барьерного разряда между твердым и электролитическим электродами состоит из электролитической ванны *1*, электролитического электрода *2*, твердого электрода *3*, металлической пластины *4* для подвода потенциала в электролит, генератора высокой частоты *5* (f_u = 4-15 МГц). Между твердым электродом и технической водой горит электрический разряд *6*.

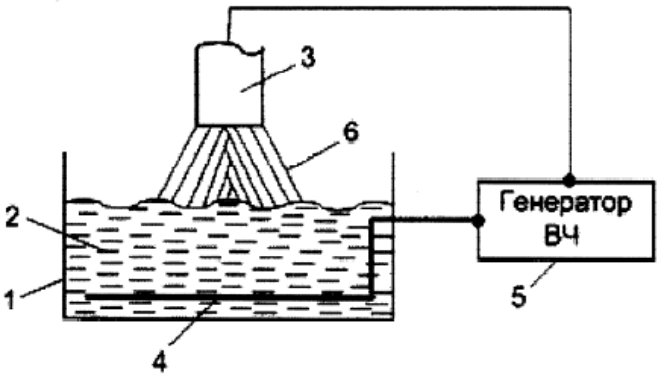


Рис. 1.

На рис. 2 показано горение ВЧ барьерного разряда *6* между твердым электродом цилиндрической формы и технической водой *2*. Как видно из рис. 2, между твердым электродом и технической водой горят искровые разряды с разветвленной корневой структурой на поверхности технической воды.

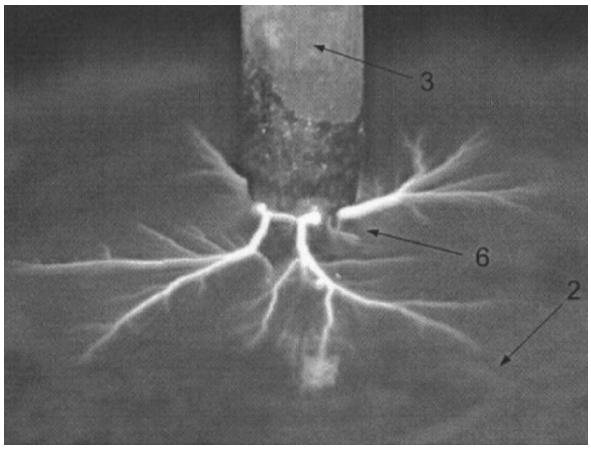


Рис. 2

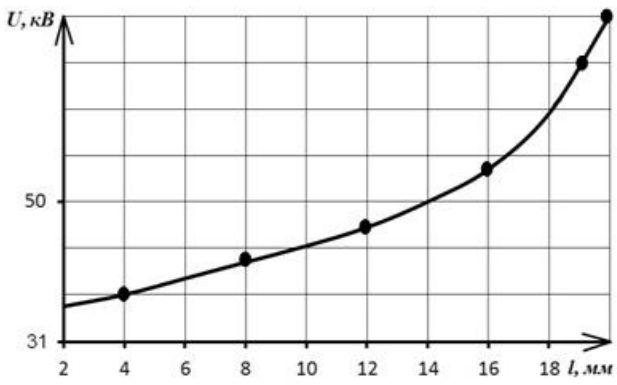


Рис. 3

На рис. 3 приведена зависимость напряжения ВЧ барьерного разряда от межэлектродного расстояния при f_u = 4-15 МГц. Как видно из рис. 3, если в интервале межэлектродного расстояния $l \leq$ 2-14 мм возрастает почти линейно, то в интервале от 14 до 20 мм характер зависимости $U = f(l)$ становится нелинейным. Это объясняется тем, что стримерный разряд переходит в искровую форму с корневой структурой.

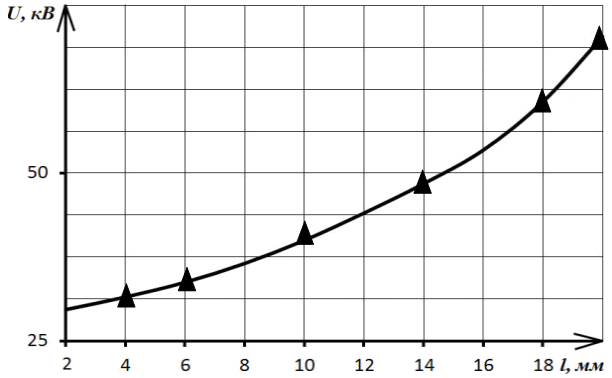


Рис.4.

На рис. 4 представлена зависимость напряжения ВЧ барьерного разряда от межэлектродного расстояния при f = 100 МГц. Из сравнения кривых рис. 3 и рис. 4 следует, что с ростом частоты импульсов от 4 до 15 МГц линейный участок роста зависимости уменьшается еще больше и составляет от 2 до 4,5 мм. Сравнение кривых рис. 3 и 4 показывает, что величина U с ростом частоты импульсов от 4 до 15 МГц в исследованном диапазоне межэлектродного расстояния снижается. Установлено существенное влияние частоты импульсов и межэлектродного расстояния на развитие, формы и структуры ВЧ барьерного разряда между твердым и электролитическим электродами.

Литература

1. Peter Bruggtman and Cristophe Leys. Нетермические плазмы в жидкостях и контрагирующие с жидкостями (тематический обзор) / P. Bruggtman, Cr. Leys // J. Phys. D: Appl. Phys. 42 (2009) 053001 (28 pp).

2. Stalder K.R., Mcmillen D.F. and Woloszko J. Electrosurgical plasmas / K.R. Stalder, D.F. Mcmillen and J.Woloszko // J. Phys. D: Appl. Phys.38 (2005)1728 (38 pp).

3. Sunka P. Pulse electrical discharges in water and their applications / P. Sunka // Phys. Plasmas 8 (2001) 2587 (94 pp).

4. Jo K.W., Kim M.G., Shin S.M. and Lee J.H. Microplasma generation in a sealed microfluidic glass chip using a water electrode / K.W. Jo, M.G. Kim, S.M. Shin and J.H. Lee // Appl. Phys. Lett. 92 (2008) 011503.

5. Mitra B., Levey B. and Gianchandani Y.B. Hybrid arc/glow microdischarges at atmospheric pressure and their use in portable systems for liquid and gas sensing / B. Mitra, B. Levey and Y.B. Gianchandani // IEEE Trans. Plasma Sci. 36 (2008) 1913 (24 pp).

XÜLASƏ
BƏRK VƏ MAYE ELEKTRODLAR ARASINDA YÜKSƏKTEZLİKLİ MANEƏ BOŞALMASI XÜSUSİYYƏTLƏRİ
Sadriyev R. Ş., Sadriyev S. R.

***Açar sözlər**: plazma, boşalma, elektrolit, impuls, tezlik*
$2 \le l \le 20$ mm elektrodlararası məsafədə fu = 4-15 MHz tezliyi ilə impuls diapazonunda bərk və elektrolitik elektrodlar arasında yüksək tezlikli maneə boşalmasının (YF) eksperimental tədqiqatının nəticələri və atmosfer havasında təzyiq göstərilir.

SUMMARY
FEATURES OF HIGH-FREQUENCY BARRIER DISCHARGE BETWEEN SOLID AND LIQUID ELECTRODES
Sadriev R. Sh., Sadriev S. R.

***Keywords:** plasma, discharge, electrolyte, impulse, frequency*
The results of an experimental study of a high-frequency barrier discharge (HF) between solid and electrolytic electrodes in the pulse range with a frequency of fu = 4-15 MHz at an interelectrode distance of $2 \le l \le 20$ mm and atmospheric pressure in the air are presented

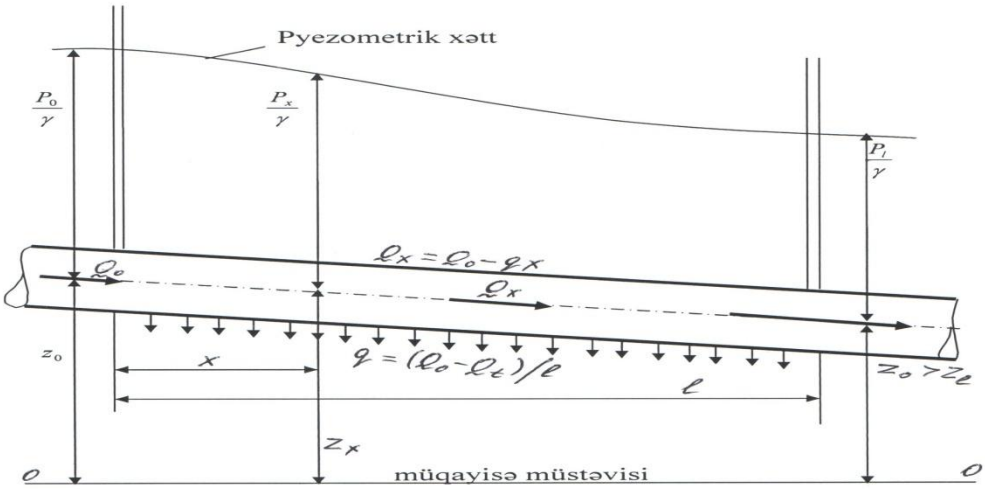
MAİLİ BORULARDA SƏRFİ FASİLƏSİZ AZALAN MAYENİN HƏRƏKƏTİ

İsmayılova Ş.H., Cumalıyeva İ. C.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
shahla.ismayilova.71@mail.ru

***Açar sözlər:** cərəyanın intensivliyi, müqavimət zonaları, hidravlik qradiyent, laminar rejim, turbulent rejim, iki fazalı maye.*

Məqalədə maili borularda sərfi fasiləsiz azalan ikifazalı mayenin hərəkəti öyrənilmiş, hərəkətə təsir göstərən başlıca amilin sərfin (kütlənin) olduğu müəyyən edilmişdir. Sərfin dəyişməsini nəzərə almaqla sərfi fasiləsiz azalan ikifazalı mayenin hərəkət tənliyi yazılmışdır.
Açar sözlər. sərfin intensivliyi, müqavimət zonaları, hidravlik maillik, laminar rejim, turbulent rejim, ikifazalı maye.

Hidravlik qurğularda (sistemlərdə) sərfi fasiləsiz azalan boru horizontal və ya maili konstruksiya edilə bilər. Borunun mailliyi onun başlanğıc və son nöqtələrinin səviyyələrinin fərqi nəticəsində meydana çıxır (əgər borunun başlanğıc və son nöqtələrinin səviyyələri eyni olarsa maillik sıfır olur).



Şək.1. Maili borularda sərfi fasiləsiz azalan mayenin hərəkət sxemi

Maili borularda (şək.1) sərfi fasiləsiz dəyişən maye axını tənliyini aşağıdakı kimi yazaq [1, 2]

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{\alpha_0\upsilon^2}{2g}+\frac{P}{\rho g}+z\right)+\frac{dh_f}{dx}+\frac{(\alpha_0\upsilon-\upsilon_*)\upsilon}{gQ}q, \qquad (1)$$

$$\frac{dQ}{dx}=q\ , \qquad (2)$$

$$\frac{dh_f}{dx}=i_f=\frac{\lambda}{d}\frac{\upsilon^2}{2g} \qquad (3)$$

(1) – (3) tənliklər sistemində $\alpha_0=const$, $\upsilon_*=k\upsilon$, $Q=\upsilon\omega$ $(\omega=const)$ qəbul etsək, alarq

$$-dP=(2\alpha_0-k)\rho\upsilon d\upsilon+\rho gdz+\frac{\lambda}{d}\frac{\upsilon^2}{2}\rho dx. \qquad (4)$$

Bu tənlikdə $\upsilon=Q/\omega$, $Q=Q_0(1-\alpha x)$, $\upsilon=\upsilon_0(1-\alpha x)$, $\lambda=\frac{A}{\mathrm{Re}^n}+B\,\mathrm{Re}^m$, $\alpha=q/Q_0$, $\mathrm{Re}=\frac{\upsilon d}{\nu}=\frac{\upsilon_0 d}{\nu}(1-\alpha x)$, $q=Q_p/l$, $Q_p=Q_0-Q_T$ nəzərə alsaq və müvafiq çevirmələr etsək

$$-dP=(2\alpha_0-k)\frac{\rho Q}{\omega^2}dQ+\rho gdz+\frac{\rho AQ^{2-n}}{2d\left(\frac{d}{\nu}\right)^n\omega^{2-n}}dx+\frac{\rho B\left(\frac{d}{\nu}\right)^m Q^{2+m}}{2d\omega^{2+m}}dx \qquad (5)$$

alarıq və yaxud

$$-dP=-(2\alpha_0-k)\frac{\rho Q_0^2\alpha}{\omega^2}(1-\alpha x)^2dx+\rho gdz+$$

$$+\frac{\rho AQ^{2-n}}{2d\left(\frac{d}{\nu}\right)^n\omega^{2-n}}(1-\alpha x)^{2-n}dx+\frac{\rho B\left(\frac{d}{\nu}\right)^m Q_0^{2+m}}{2d\omega^{2+m}}(1-\alpha x)^{2+m}dx \qquad (6)$$

Bu tənliyi (0,x) intervalında inteqrallasaq, yaza bilərik

$$P_x=P_0+(2\alpha_0-k)\frac{\rho Q_0^2}{2\omega^2}\left[1-(1-\alpha x)^2\right]+\rho g(z_x-z_0)-$$

$$-\frac{A}{2d(3-n)\alpha\,\mathrm{Re}_0^n}\frac{\rho Q_0^2}{\omega^2}\left[1-(1-\alpha x)^{3-n}\right]-\frac{B\,\mathrm{Re}_0^m}{2d(3+m)\alpha}\frac{\rho Q_0^2}{\omega^2}\left[1-(1-\alpha x)^{3+m}\right] \qquad (7)$$

burada z_0, z_x - borunun başlanğıcında və x məsafəsində həndəsi hündürlüklər (şək.1); Q_0 - borunun başlanğıcında mayenin sərfi; $\alpha=q/Q$, $q=Q_p/l$; q – borunun vahid uzunluğunda maye sərfinin intensivliyi; $Q_p=Q_0-Q_t$; Q_p, Q_t - mayenin axın boyu paylanan və tranzit sərfi; ω - borunun en kəsik sahəsi; Re_0 - mayenin borunun başlanğıcında Reynolds ədədi, $\mathrm{Re}=\upsilon_o d/\nu$.

(7) düsturunu aşağıdakı kimi yazaq

$$\frac{2(P_x-P_0)}{\rho\upsilon_0^2}=(2\alpha_0-k)\left[1-(1-\alpha x)^2\right]+2g(z_x-z_0)/\upsilon_0^2-$$

$$-\frac{A}{d(3-n)\alpha\,\mathrm{Re}_0^n}\left[1-(1-\alpha x)^{3-n}\right]-\frac{B\,\mathrm{Re}_0^m}{d(3+m)\alpha}\left[1-(1-\alpha x)^{3+m}\right], \qquad (8)$$

burada υ_0 - borunun başlanğıcında maye axınının orta sürəti, $\upsilon_0=Q_0/\omega$.

Bu tənlikdə $z_x=z_0$ qəbul etsək və horizontal boruya baxsaq, asanlıqla

$$P_x = P_0 + \left[(2\alpha_0 - k)(1-\varphi_*^2) - \frac{A}{(3-n)\alpha d\,\mathrm{Re}_0^n}(1-\varphi_*^{3-n}) - \right.$$
$$\left. - \frac{B\,\mathrm{Re}_0^m}{(3+m)\alpha d}(1-\varphi_*^{3+m}) \right] \frac{\rho \upsilon_0^2}{2}$$

düsturunu alarıq.

$$\frac{2(P_x - P_0)}{\rho \upsilon_0^2} = (2\alpha_0 - k)(1-z_*^2) - \frac{A}{d(3-n)\alpha\,\mathrm{Re}_0^n}(1-\varphi_*^{3-n}) -$$
$$- \frac{B\,\mathrm{Re}_0^m}{d(3+m)\alpha}(1-\varphi_*^{3+m}), \qquad (9)$$

burada $\varphi_* = 1 - \alpha x$.

(8) və ya (9) tənliklərinə daxil olan *A,B* əmsalları və *n,m* üstləri maye axınının rejimindən və müqavimət zonasından asılı olaraq

$$A = \lambda = 0{,}1\left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0{,}25}, n = 0, B = 0, m = 0;$$
$$A = 0{,}1\left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0{,}25}, n = 0; B = 2\Big/\left(\frac{\Delta}{d}\right)^{0{,}75}, m = -1$$
$$A = 0{,}316, n = 0{,}25; B = 6{,}3\cdot 10^{-6}\frac{\Delta}{d}, m = 0{,}75;$$
$$A = 0{,}316, n = 0{,}25; B = 0, m = 0;$$
$$A = 0{,}0025, n = -1/3; B = 0, m = 0;$$
$$A = 64, n = 1; B = 0, m = 0.$$

ifadələrindən tapıla bilər. Sürətin qeyribərabər paylanması əmsalı α_0, laminar rejimli axında $\alpha_0 = 1{,}33$, turbulent rejimli axında $\alpha_0 = 1{,}02 - 1{,}06$ qəbul olunur [3, 5]. (8) və ya (9) tənliklərində *k* əmsalı isə təcrübi yolla təyin oluna bilər [1]. Bu tənliklərin çıxarılışında maye bir fazalı (bircinsli) kimi qəbul edilmişdir. İkifazalı mayelərin (məsələn su + bərk hissəciklər sisteminin) axınında yaranan basqı itgisi (yaxud hidravlik maillik *i*) mövcud tədqiqatların ümumiləşdirilməsi nəticəsində, aşağıdakı düsturla təyin oluna bilər [5, 6-9]

$$i = i_0(1 + c_T\varphi), \qquad (10)$$

burada φ - bərk hissəciklərin həcmi konsentrasiyası; i_0 - su axınının (bərk hissəciklərsiz) hidravlik mailliyi; c_T - əmsal, A.E.Smoldıryevə görə [4]

$$c_T = c_0(\rho_s - 1), \qquad (11)$$

ρ_s - bərk hissəciklərin (qarışığın) sıxlığı; $c_0 = 0{,}85 \div 1{,}15$ [4].

Beləliklə, (10) düsturunu, (8) və ya (9) tənliklərində nəzərə alsaq, ikifazalı maye axını üçün yaza bilərik

$$\frac{2(P_x - P_0)}{\rho \upsilon_0^2} = (2\alpha_0 - k)(1-\varphi_*^2) -$$
$$- \left[\frac{A}{d(3-n)\alpha\,\mathrm{Re}_0^n}(1-\varphi_*^{3-n}) + \frac{B\,\mathrm{Re}_0^m}{d(3+m)\alpha}(1-\varphi_*^{3+m}) \right](1 + c_T\varphi) \qquad (12)$$

Qeyd etmək lazımdır ki, ikifazalı mayelərin axınında bərk hissəciklərin miqdarı 5% - dən az (yəni $\varphi = 0{,}05$)olarsa, bu halda ikifazalı mayeyə bircinsli kimi baxmaq olar və praktiki hesabatlarda (9) tənliyindən istifadə etmək olar.

Ədəbiyyat

1. Гахраманов П.Ф., Исмайлов Р.Ш., Исмайлова Ш.Г. К вопросы гидродинамики одномерного течения среды с непрерывным изменением расхода. Техника и технология. № 2, 2009. с. 50-57.
2. Гахраманов П.Ф., Исмайлова Ш.Г., ИсмайловР.Ш. Вопросы механики сплошных сред в тепломассообменных аппаратах // Фундаментальные и прикладные проблемы науки, том 2, материалы VI Международного симпозиума, РАН, М., 2011, с.24-38.
3. Богомолов А.И., Михайлов К.А. Гидравлика. М., 1972, 648 с.
4. Примеры гидравлических расчетов. Авторы: Н.М.Константинов, Н.А.Петров, В.А.Александров и др. М., 1987, 440 с.
5. Məmmədova T. Hidravlika. Bakı, 1982, 282 s.
6. İsmayılova Ş.H., Cumalıyeva İ.C., İsmayılov R.Ş. Boru kəmərlərinin girişində maye axınının riyazi modeli. Riyaziyyatın nəzəri və tətbiqi problemləri. Beynəlxalq Elmi Konfrans SDU,AMEA, Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu, 25-26 may 2017-ci il, s. 105-106.
7. İsmayılovR.Ş, İsgəndərov Ə.Ə., İsmayılova Ş.H. Qərarlaşmış axın tənliklərinin su təchizatı sistemlərinin avtomatlaşdırılmasına tətbiqi. Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları. II Respublika Elmi konfransının materialları. Sumqayıt Dövlət Universiteti – 2012, s.106-107.
8. İsmayılov R.Ş., Hacıyev Ç.C., İsmayılova (Məmmədova) Ş.H. Kütlə mübadiləli çoxfazalı mayelərin hərəkət tənlikləri. “Su ehtiyatlarının səmərəli və kompleks istifadəsinin müasir problemləri”,Azərbaycan Su Problemləri Elmi - tədqiqat İnstitutu, Bakı-2000, s.104-108.
9. Məmmədov K.M., Musayev Z.S., Mahmudov T.M. Hidrotexniki qurğular. Bakı, 2008, 406 s.

РЕЗЮМЕ
ДВИЖЕНИЕ ЖИДКОСТИ С ПОСТОЯННЫМ СНИЖЕНИЕМ РАСХОДА В НАКЛОННЫХ ТРУБАХ
Исмаилова Ш. Г., Джумалыева И.Д.

Ключевые слова: *интенсивность течения, зоны сопротивления, гидравлический градиент, ламинарный режим, турбулентный режим, двухфазная жидкость.*

В статье исследовано движение двухфазной жидкости с непрерывно уменьшающимся расходом в наклонных трубах и установлено, что основным фактором, влияющим на движение, является расход (масса). С учетом изменения расхода записывается уравнение движения двухфазной жидкости с непрерывно уменьшающимся расходом.

SUMMARY
CONTINUOUSLY DECREASING CONSUMPTION IN INCLINED PIPES MOVEMENT OF FLUID
Ismayilova S.H., Jumaliyeva I. C..

Key words*: flow intensity, resistance zones, hydraulic gradient, laminar regime, turbulent regime, two-phase fluid.*

In the article, the movement of a two-phase fluid with continuously decreasing consumption in inclined pipes was studied, and it was determined that the main factor affecting the movement is the consumption (mass). Taking into account the change in consumption, the equation of motion of a two-phase fluid with continuously decreasing consumption is written.

ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЁТ ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ТРУБОПРОВОДА

Абдуллин Т. Р.
Казанский государственный энергетический университет , Казань, Российская Федерация
a@luftgaller.ru , abdullin.t.r_25@kgeu.ru

Ключевые слова: *виброакустическая диагностика, собственные частоты колебаний, неразрушающий контроль*

В данной работе описывается и рассчитывается собственная частота колебаний трубопровода двумя разными методами - методом гидравлического резонанса и методом расчета формы балки. В качестве исследуемой трубы используется стеклопластиковая труба с параметрами, приведенными в соответствии с ГОСТ. Проведено сравнение двух методов, выявление недостатков и преимуществ каждого метода и возможностей их применения в определенных случаях.

Методы колебаний, или, по-другому, резонансные методы, объединяют в себе 2 основных метода колебаний объекта или его частей: метод вынужденных колебаний и метод свободных колебаний.

Именно к вынужденным колебаниям в большей степени относится понятие резонанса - совпадение частоты возбуждения с собственной частотой колебаний системы [1].

В работе в большей степени изучались волны Лэмба, распространяющиеся как в виде поперечной, так и в виде продольной формы колебаний. Волна, колебания частиц среды которой происходят в перпендикулярных направлениях к направлению распространения вибрационной или акустической волны, называется поперечной.

Волна, частицы которой совершают колебания в направлении распространения волны, называется продольной [2].

Существует зависимость между пространственной периодичностью в вибрационной или акустической волне при различных радиусах и числом p определяется соотношением, показанным в формуле ниже:

$$\frac{2\pi}{\lambda_1}R_1 = \frac{2\pi}{\lambda_2}R_2 = \frac{2\pi}{\lambda_3}R_3 = p,$$

где λ_i – длина i-ой волны, соответствующая колебанию волны на i-ом радиусе i-ой окружности R_i, p – угловое волновое число, которое характеризует набег фазы волны при прохождении единичного углового промежутка.

Из данной формулы следует упрощённое отношение радиусов окружностей к длинам волн, пробегающим в слое, указанное в следующей формуле:

$$\frac{R_1}{\lambda_1} = \frac{R_1}{\lambda_1} = \frac{R_1}{\lambda_1} = const$$

На рисунке ниже показана связь периодичности акустических или вибрационных волн в пространстве при различных радиусах исследуемого трубопровода.

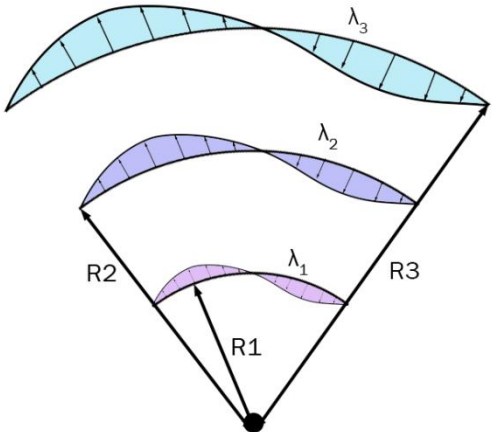


Рисунок 1 - Зависимости поперечных длин волн от радиусов окружностей трубопровода: R_i – радиусы соответствующих окружностей; λ_i – длины волн колебаний соответствующих окружностей трубопровода

Для наглядности, разными цветами на рисунке показаны разные относительные значения амплитуд колебаний, при различных радиусах.

В качестве объекта исследования и расчётов использовалась стеклопластиковая композитная труба с эпоксидной пропиткой, с техническими параметрами и характеристиками, соответствующими ГОСТ Р 53201-2008 «Трубы стеклопластиковые и фитинги» [3].

В данной работе рассмотрено 2 способа расчёта собственных частот колебаний. Первый способ основан на скорости распространения ударной волны в материале исследуемого трубопровода, второй способ основывается на моменте инерции и модуле упругости.

Первый метод расчёта собственных частот (гидравлический резонанс)

Если частоты возмущающих сил близки или кратны частоте пробега волны давления (ударной волны), то наблюдается гидравлический резонанс [4].

Скорость пробега ударной волны (скорость звука), определяемая приближённо по следующей формуле, м/с:

$$C = \frac{1425}{\sqrt{1 + 0{,}1A \cdot \frac{D}{\delta}}},$$

где D – диаметр исследуемого трубопровода, мм;

δ – толщина оболочки трубы, мм;

A – коэффициент, равный 1,0 для трубопровода без колец жёсткости, 0,3 – 0,4 для труб с кольцами жесткости.

При этом, собственные частоты колебаний определяются по следующей формуле, Гц:

$$F = \frac{kC}{4L};$$

где F – частоты собственных колебаний, Гц;

k = 1, 2, 3... – номер гармоники;

C – скорость пробега ударной волны, м/с;

L – длина исследуемого трубопровода, м.

Исходные параметры трубы:

Наружный диаметр трубопровода, D = 7,34 см = 73,4 мм;

Толщина стенки трубопровода, δ = 0,55 см = 5,5 мм;

Номер гармоники, k = 1;

Коэффициент A = 1,0;

Длина исследуемого трубопровода, L = 41,05 см = 0,4105 м.

Решение

Скорость пробега ударной волны (скорость звука в плотности трубы):

$$C = \frac{1425}{\sqrt{1 + 0{,}1A \cdot \frac{D}{\delta}}} = \frac{1425}{\sqrt{1 + 0{,}1 \cdot 1 \cdot \frac{73{,}4}{5{,}5}}} = 932{,}6393\text{м/с};$$

Собственные частоты колебаний, исходя из расчётов для 9-ой гармоники:

$$F = \frac{kC}{4L} = \frac{9 \cdot 932{,}6393}{4 \cdot 0{,}4105} = 5112\text{Гц};$$

Результаты расчётов собственных частот колебаний для различных гармоник:

F, Гц	C, м/с	D, мм	δ, мм	A	L, м	k
1	2	3	4	5	6	7
567,99	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	1
1136	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	2
1704	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	3
2272	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	4
2839,9	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	5
3407,9	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	6
3975,9	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	7
4543,9	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	8
5111,9	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	9
5679,9	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	10
6247,9	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	11
6815,9	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	12
7383,9	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	13
7951,9	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	14

(Продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
8519,8	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	15
9087,8	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	16
9655,8	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	17
10224	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	18
10792	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	19
11360	932,64	73,4	5,5	1	0,4105	20

Второй способ расчёта собственных частот колебаний (балочные формы)

Собственные частоты продольных колебаний (балочных форм) определяются конкретно для каждого трубопровода при испытаниях, Гц [5, 6]:

$$F_n = \frac{m^2}{2\pi l^2}\sqrt{\frac{EJg}{q}},$$

где m - коэффициент для многопролетного свободнолежащего на опорах трубопровода с одним компенсатором на конце, равный 1,62; 3,49; 6,38 и 9,70 соответственно для 1 – 4 – й форм колебаний, показанных ниже на рисунке 2;

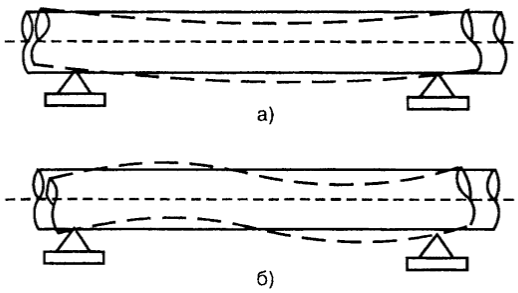


Рисунок 2 – Балочные (продольные) формы колебаний трубопровода: а – первая форма; б – вторая форма

l – длина пролёта между промежуточными опорами, см;

E – модуль упругости, кг/см^2;

J – момент инерции, см, $\pi(D^4 - d^4)/64$;

D – наружный, d – внутренний диаметры трубопровода;

g – гравитационная постоянная, см/с^2;

q – полная масса объекта, приходящаяся на сантиметр погонной длины, $q = q_{ст} + q_в$;

$q_{ст}$ – собственная масса оболочки трубопровода, приходящая на сантиметр погонной длины, кг/см;

$q_в$ – собственная масса воды, заключённой в трубопроводе, приходящаяся на сантиметр погонной длины, кг/см;

Рассчитываются собственные частоты балочных форм стеклопластиковой трубы, используемой в эксперименте.

Исходные параметры исследуемой трубы:

Модуль упругости, E = 9,6 ГПа;

Расстояние пролёта между опорами трубопровода, l = 27 см;

Полная длина исследуемой трубы, L = 40,05 см;

Наружный диаметр, D =7,34 см;

Внутренний диаметр, d = 6,24 см;

Масса исследуемой трубы, m = 871 г = 0,871 кг;

Решение . Собственная масса оболочки исследуемой трубы на сантиметр погонной длины:

$$q_{ст} = \frac{m}{L} = \frac{0,871}{40,05} = 0,021 кг/см;$$

Так как исследуемая труба во время эксперимента и расчётов не заполняется водой, $q_в$ считается равной нулю, таким образом, $q = q_{ст}$ =0,021кг/см;

Модуль упругости: $E = 9,6 ГПа$=97892,75645кгс/см^2;

Момент инерции: $J = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64} = \frac{3,1415(7,34^4 - 6,24^4)}{64} = 68,055 см^4$;

Собственная частота, получаемая первым расчётным способом:

$$F_п = \frac{m}{2\pi l^2}\sqrt{\frac{EJg}{q}} = \frac{6,38}{2 \cdot 3,1415 \cdot 27^2}\sqrt{\frac{97892,75645 \cdot 68,055 \cdot 981}{0,021}} = 4958 Гц.$$

Вывод. Сравнивая полученные расчётными способами собственные частоты колебаний стеклопластиковой композитной трубы, можно определить достоинства и недостатки каждого из использованных расчётных способов.

Первый метод расчёта собственных частот позволяет находить различные номера гармоник, расширяя возможности расчёта.

Недостатком второй методики является отсутствие возможности нахождения мод рассчитываемой частоты. Главным преимуществом же второго метода расчёта является возможность расчёта нагруженной трубы, заполненной водой или иной жидкостью. В данной работе расчёт проводился для ненагруженной трубы.

Оба метода целесообразны в использовании, так как помогают рассчитывать собственные частоты по двум совершенно различным способам.

Литература

1. Загретдинов, А. Р. Аппаратно-программное обеспечение ударно-акустического контроля композиционных конструкций / А. Р. Загретдинов, А. Е. Кондратьев, Ш. Г. Зиганшин // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 4-1(31). – С. 27. – EDN TPMSOV.
2. Загретдинов, А. Р. Разработка прибора и методики ударно-акустического контроля многослойных композиционных конструкций / А. Р. Загретдинов, А. Е. Кондратьев, Ю. В. Ваньков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – № 9-10. – С. 97-104. – EDN RUHUDR.
3. Разработка методики определения размера коррозионного поражения оболочек акустическим методом / Ш. Г. Зиганшин, Ю. В. Ваньков, А. Е. Кондратьев, С. П. Кузнецов // Энергосбережение и водоподготовка. – 2009. – № 1(57). – С. 36-38. – EDN JWBVZB.
4. Установка для калибровки пьезоэлектрических датчиков / С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев, Е. Е. Костылева, А. Р. Загретдинов // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2016. – № 7-8. – С. 79-86. – EDN XHXWOP.
5. Шакурова, Р. З. Методика проведения оперативного диагностирования трубопроводов энергетических систем и комплексов / Р. З. Шакурова, С. О. Гапоненко, А. Е. Кондратьев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2020. – Т. 22. – № 6. – С. 188-201. – DOI 10.30724/1998-9903-2020-22-6-188-201. – EDN QRCFCH.
6. Improving the methodology for assessing the technical condition of equipment during the transportation of energy carrier in energy systems and complexes / S. O. Gaponenko, R. Z. Shakurova, A. E. Kondratiev, R. Dimova // E3S Web of Conferences : 2019 International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems, SES 2019, Kazan, 18–20 сентября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2019. – P. 01021. – DOI 10.1051/e3sconf/201912401021. – EDN UXIYTB.

XÜLASƏ

BORU KƏMƏRİNİN MƏCBURİ RƏQSLƏRİNİN ƏDƏDİ HESABLANMASI

Abdullin T.R.

Açar sözlər: *vibroakustik diaqnostika, rəqslərin öz tezliyi, qeyri-dağıdıcı nəzarət*

Xülasə: bu iş boru kəmərinin rəqslərinin öz tezliklərini iki müxtəlif üsulla – hidravlik rezonans metodu və şüa formalarının hesablanması üsulu ilə təsvir edir və hesablanmışdır. Tədqiq olunan boru kimi GOST-ə uyğun olaraq verilmiş parametrlərə malik

şüşə plastik boru istifadə olunur. İki metodun müqayisəsi, hər bir metodun qüsurlarının və üstünlüklərinin aşkar edilməsi və onların müəyyən hallarda tətbiqi imkanları həyata keçirilir.

SUMMARY
NUMERICAL CALCULATION OF FORCED VIBRATIONS OF A PIPELINE
Abdullin T.R.

Keywords: *vibroacoustic diagnostics, natural frequencies of vibrations, non-destructive testing*

In this paper, the natural frequencies of pipeline vibrations are described and calculated by two different methods – the method of hydraulic resonance and the method of calculating beam shapes. A fiberglass pipe with specified parameters corresponding to GOST is used as the pipe under study. The comparison of the two methods is carried out, identifying the disadvantages and advantages of each method and the possibility of their application in certain situations.

ГЛАВНЫЕ ВОПРОСЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРИВОДА

Борисова О. В., Нурмиев И. И., Хуснуллин А. А.
Казанский государственный энергетический университет,
Казань, Российская Федерация
vladimirobna@mail.ru, nurmievelshat@gmail.com, ainurkhusnullin2002@mail.ru

Ключевые слова*: Автоматизация, электрический привод, синхронные двигатели, асинхронные двигатели, характеристики.*

В данной статье рассматриваются главные вопросы автоматизированного электрического привода, связанные с проектированием и эксплуатацией автоматизированного электрического привода, его экономическим обоснованием, надежностью и энергоэффективностью. Описаны приводные характеристики основных машин.

Следующим шагом совершенствования автоматизированного электропривода стало включение его в состав автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП). Появились распределенные системы управления (РСУ), которые применяются для управления взаимосвязанными технологическими процессами, на их базе автоматизируются технологические установки, производственные цехи и целые заводы.

Появление автоматизированного электропривода, с одной стороны, связано с возникновением новых электронно-цифровых систем управления. С другой стороны - с появлением поточных линий, а также с дальнейшим развитием процесса сращивания рабочей машины с электродвигателем [2, 4] технологи начали предъявлять повышенные требования к электроприводу с точки зрения надежности и качества работы, а именно: расширение выполняемых функций, наличие устройств получения и хранения информации, работа в энергосберегающих режимах.

Приводные характеристики рабочих машин — технологические, кинематические, энергетические, механические, нагрузочные, инерционные. [2] Эти характеристики необходимы как при эксплуатации электропривода - для создания энергоэффективных и надежных режимов работы, так и при проектировании рационального электропривода.

- **Технологическая характеристика** показывает направление движения продукта обработки, последовательности совершения различных технологических и транспортных операций. Они определяют требования к электроприводу:

- Допустимые колебания скорости;
- Условия работы электропривода;
- Необходимость регулирования режимов работы;
- Возможность автоматизации;
- Удельные расходы энергии;

- Кинематические характеристики дают представление о траекториях и скоростях движения всех агрегатов машин, а также о путях распределения энергетического потока от двигателя. Представляются они в виде кинематических схем. Такие схемы дают возможность: оценить количество передаточного приспособления, их кпд; увидеть скорости вращения отдельных элементов; правильно выбрать частоту вращения приводного двигателя и сделать вывод о необходимости ее регулировки.

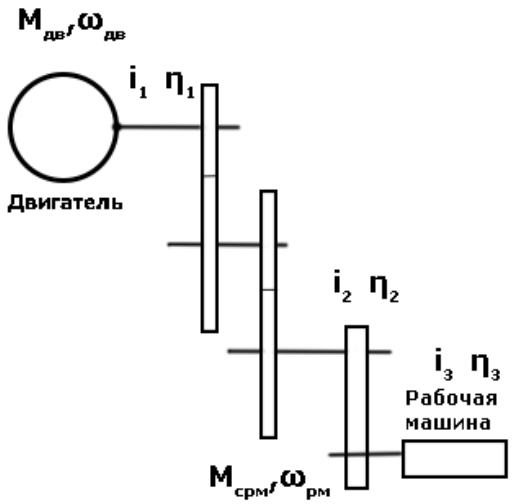


Рисунок 1. Кинематическая схема привода

На кинематической схеме указывается:

- Как передается движение от двигателя к рабочей машине
- Сведения о моментах инерции элементов привода
- Передаточные числа i и Ƞ каждой ступени
- Момент двигателя $M_{дв}$ и момент сопротивления $M_{срм}$ рабочей машины

- Энергетические характеристики показывают общий и удельный на единицу продукции расход электрической энергии на выполнение технологического процесса, а также распределение энергии между отдельными узлами машины. [3] Также приводятся данные по коэффициентам полезного действия отдельных узлов и коэффициенту мощности потребляемой электроэнергии.

- Механические характеристики демонстрируют зависимость установившейся скорости машины от момента сил сопротивления. Они изображаются графически или описываются аналитически. Данные характеристики используются: при анализе переходных процессов, режимов работы машины совместно с электродвигателем; определении возможности пуска и устойчивой работы электрического привода; при построении нагрузочных диаграмм.

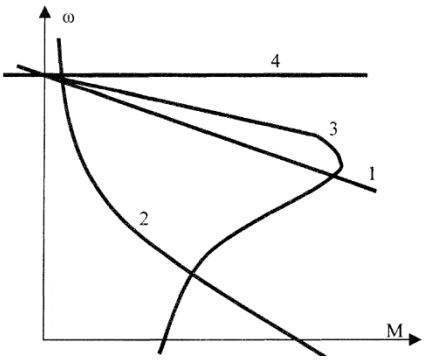


Рисунок 2. Механические характеристики двигателей

На рисунке 2 изображены механические характеристики двигателей: 1 – постоянного тока независимого возбуждения; 2 – постоянного тока последовательного возбуждения; 3 – асинхронного; 4 – синхронного;

Механические характеристики производственных механизмов можно охарактеризовать формулой Бланка

$$M_{м} = M_{м0} + (M_{мн} - M_{м0}) * ({}^{\omega_{м}}/_{\omega_{мн}})^2$$

- Нагрузочные диаграммы машин показывают зависимости момента Мс, мощности Рс сопротивлений и угловой скорости рабочей машины от времени. Нагрузочные диаграммы дают понятие о характере и режиме работы электрического привода. Нагрузка рабочей машины бывают постоянной и переменной. С постоянной нагрузкой работают двигатели конвееров и центробежные насосы, при постоянных производительности и напоре, зерновые элеваторы, когда неизменны подача

и угловая скорость, сепараторы. С переменной нагрузкой работают машины, в которые перерабатываемая масса поступает неравномерно (металлорежущие, деревообрабатывающие и прокатные станки), а также машины, у которых скорость рабочих органов переменна (поршневые насосы, поршневые прессы, лесопильные рамы).

- Инерционные характеристики определяют значение и характер изменения момента инерции подвижных частей машины. У машин с вращательным движением рабочих органов момент инерции — величина постоянная. У машин со сложным движением отдельных органов (с возвратно-поступательным у лесопильных рам, компрессоров, триерных машин) момент инерции — величина переменная. Значение и степень изменения момента инерции обычно используют при определении продолжительности пуска и оценке потерь энергии в переходных режимах. Инерционность электропривода и рабочей машины часто оценивается коэффициентом инерции Fj. Коэффициент инерции изменяется в широких пределах от величины, близкой к единице до 100. Пропорционально Fj увеличивается и время пуска и остановки привода.

Сравнение двух типов двигателей.

Недостатками синхронных двигателей можно отнести: сложность конструкции, надобность в дополнительном источнике постоянного тока, отсутствие возможности эксплуатации в условиях частых пусков и остановок, подверженность более быстрому износу деталей. [1]

Преимуществами синхронных двигателей являются: большая мощность, высокий КПД, устойчивость к перепадам напряжения в питающей сети и стабильной частотой вращения вала, вне зависимости от величины нагрузки.

Рассматривая асинхронные двигатели, можно к их плюсам отнести: чувствительность к колебаниям напряжения, а также простоту конструкции, длительный срок эксплуатации, универсальность применения, способность работать в режиме частых включений и остановок. Минусом же является: невозможность сохранения номинальной скорости вращения, при увеличении нагрузки.

Асинхронные машины в сравнении с синхронными являются наиболее распространенными в промышленном и бытовом секторе. При этом у синхронных двигателей более широкие возможности с точки зрения коэффициента мощности, а еще менее чувствительны к перепадам напряжения, но цена агрегатов является сравнительно высокая, что делает их использование менее выгодным.

Литература

1. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. — М.: «Академия», 2006. — ISBN 5-7695-2306-9.
2. Москаленко, В.В. Электрический привод. — 2-е изд. — М.: Академия, 2007. — ISBN 978-5-7695-2998-6.
3. Тищенко О. Ф. Элементы приборных устройств. — М.: Высшая школа, 1982. — 263 с.
4. Чиликин М. Г., Сандлер А. С. Общий курс электропривода. — 6-е изд. — М.: Энергоиздат, 1981. — 576 с.

XÜLASƏ
AVTOMATLAŞDIRILMIŞ ELEKTRİK İNTİQALININ ƏSAS MƏSƏLƏLƏRİ

Borisova O. V., Nurmiyev İ. İ., Hüsnulin A. A.

***Açar sözlər**: avtomatlaşdırma, elektrik sürücüsü, sinxron və asinxron mühərriklər, xüsusiyyətlər.*

Məqalədə avtomatlaşdırılmış elektrik sürücüsünün layihələşdirilməsi və istismarı, onun iqtisadi əsaslandırılması, etibarlılığı və enerji səmərəliliyi ilə bağlı avtomatlaşdırılmış elektrik sürücüsünün əsas məsələləri nəzərdən keçirilir. Əsas maşınların ötürücü xüsusiyyətləri təsvir edilmişdir.

SUMMARY
THE MAIN ISSUES OF AUTOMATED ELECTRIC DRIVE

Borisova O.V., Nurmiev I. I., Khusnullin A.A.

***Keywords**: automation, electric drive, synchronous and asynchronous motors, characteristics.*

This article discusses the main issues of an automated electric drive related to the design and operation of an automated electric drive, its economic justification, reliability and energy efficiency. The driving characteristics of the main machines are described.

СОВРЕМЕННЫЕ ФИЛЬТРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ

Власова А. Ю., Галлямова И. Р.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация
vlasovaay@mail.ru

***Ключевые слова**: фильтры, осветление, фильтрующий материал, механическая очистка, вода.*

Вода - это ценный природный ресурс. Он является жизненно важным элементом в метаболических процессах. Вода необходима для промышленного и сельскохозяйственного производства.

Сегодня очистка и обработка воды для промышленного и коммунального использования является необходимой мерой, без которой система водоснабжения не может функционировать.

Водоподготовка - это комплекс мероприятий, направленных на удаление из воды примесей, солей и различных биологических веществ, т.е. улучшение качества жидкости. Основной задачей водоподготовки является получение чистой и безопасной воды, пригодной для различных целей: бытовых, технических и промышленных. Однако, экономическая выгода методов очистки воды занимает не самое последнее место.

Сегодня существует две большие категории методов очистки воды: деструктивные и регенеративные. Деструктивные методы основаны на расщеплении загрязняющих веществ. Образующиеся продукты распада либо удаляются из воды в виде газов, выпадают в осадок, либо остаются в воде, но в обеззараженном виде. Регенеративные методы помимо очистки сточных вод еще и извлекают из отходов ценные вещества.

Этапы очистки воды можно разделить на механические, химические, гидрохимические, электрохимические, физико-химические и биологические. Когда очистка сточных вод и нейтрализация используются вместе, метод называется комбинированным. Выбор метода определяется характером загрязнения и степенью вредного воздействия загрязнения.

Механическая очистка воды - это самый простой и дешевый способ удаления загрязняющих веществ и частиц из воды. Этот метод подразумевает удаление механических примесей из сточных вод путем отстаивания и фильтрации с использованием различных устройств.

Почти ни одна система очистки воды не содержит механического фильтра. Качество механической обработки водного потока в конечном итоге снижает нагрузку на последующие элементы системы фильтрации.

Основными характеристиками фильтров механической очистки воды (ФМО) являются степень задержания механических примесей по фракционному составу и проницаемость при минимальном гидравлическом сопротивлении (пропускная способность). Крупные частицы в зависимости от их размера собираются ситами, решетками, песколовками, септиками, отстойниками различных конструкций, а поверхностные загрязнения - нефтеловушками, нефтегазосепараторами и отстойниками. Механическая очистка может удалить 60-75% нерастворимых загрязняющих веществ из бытовых сточных вод и до 95% из промышленных сточных вод.

Фильтр состоит из цилиндрического корпуса с приваренным сферическим основанием. Внутри фильтра находится слой фильтрующего материала и дренажные и распределительные устройства, предназначенные для равномерного распределения и сбора воды по сечению фильтра. Верхнее дренажное устройство выполнено в виде отбойной пластины, подавляющей энергию поступающей воды, а нижнее состоит из коллектора с боковыми отверстиями, оснащенными специальными крышками или щелями шириной 0,4 мм для слива воды и выполняющими роль отбойника для удаления фильтрующего материала.

Фильтрующие материалы, используемые для механической очистки воды, в основном представляют собой природные материалы с различными фракциями:

1. Керамзит, одним из важных свойств которой является ее способность очищать, фильтровать и дезинфицировать сточные воды. Керамзит состоит из глины, сырья природного происхождения, которое подвергается термической обработке для получения небольших кусочков, вспученных снаружи и пористых внутри;

2. Кварцевый песок - размер зерен 0,3-2,5 мм для удаления солей, глинистых включений, органических частиц, нерастворимых взвесей 20-50 мкм,

3. Стеклянный песок - песок размером до 4 мм для систем песчаной фильтрации;

4. AG-фильтр - легкий синтетический материал, полученный путем переработки природной пемзы и состоящий в основном из безводного диоксида кремния;

5. Filter AG Plus - более тяжелый наполнитель для фильтров из клиноптилолитовой руды, с более высокой пористостью и способностью задерживать взвешенные частицы размером до 5 микрон;

6. Greensand - это концентрат зеленого песка глауконита, используемый в качестве адсорбента для очистки воды от сероводорода, растворенного марганца и железа.

7. Гравийный фильтр состоит из мелких, гладких, твердых кусков породы, размером не больше 2,5 мм. Этот природный гравий покрывает фильтрующую часть скважины, задерживая мелкие и крупные частицы песка в зоне сбора воды.

Технология очистки воды песком имитирует природный механизм, при котором вода с поверхности просачивается через слой песка и очищается от большинства вредных загрязняющих веществ. На водоочистных станциях кварцевый песок, используемый для фильтрации воды, насыпается в прочный корпус, устойчивый к коррозии и химически агрессивным средам.

Механическая очистка снижает негативное воздействие на окружающую среду при использовании воды в промышленности и сельском хозяйстве. Она медленно подготавливает сточные воды для последующей биологической очистки и удаляет все твердые, нерастворимые материалы и загрязняющие вещества, которые могут повредить очистное оборудование и сооружения на последующих этапах. Однако если пренебречь этим важным и ответственным процессом, есть риск, что процесс биологической очистки не достигнет максимальных результатов.

После удаления из воды механических примесей необходимо также удалить взвешенные и коллоидные частицы, что является задачей этапа очистки. Технология очистки воды на производстве может быть реализована следующими основными методами:

Осаждение примесей в отстойниках. На стадии отстаивания взвешенные и коллоидные частицы оседают на дно отстойника под действием силы тяжести. Скорость оседания частиц зависит от размера и формы частиц, степени загрязнения, температуры воды и скорости движения воды в отстойнике.

Фильтрация. Вода, подлежащая обработке, сначала пропускается через фильтр для удаления из нее взвешенных твердых частиц. Данный метод основан на адгезии. Адгезия вызывает прилипание примесей к фильтрующему материалу. Под давлением воды частицы задерживаются в каналах фильтрующего материала.

Коагуляция и флокуляция используются для улучшения качества и удаления мелких частиц и коллоидов. Для этого в загрязненную воду добавляют химические реагенты - коагулянты и флокулянты. Коагулянты взаимодействуют с более мелкими коллоидными частицами в воде и образуют агрегаты уплотненных частиц. Флокулянты собирают эти агрегаты в более крупные единицы - флокуляты, образующие большие агрегаты, которые оседают.

Выбор абсорбентов и методов фильтрации, используемых для очистки воды, в основном определяется составом исходной воды.

Системы механической фильтрации предназначены для удаления грубых загрязнений, таких как ил, песок, частицы песка, окалина - все твердые частицы размером в несколько микрометров. Это начальный этап любой системы фильтрации воды.

Фильтры на основе абсорбентов, где загрязняющие вещества избирательно поглощаются и оседают на поверхностных слоях абсорбирующего материала: активированный уголь, цеолит, силикагель.

Многокомпонентные загрузки в ионообменных фильтрах, где каждый слой смолы связывает определенный тип загрязнителя.

Мембраны обратного осмоса, через которые фильтрация происходит под избыточным гидростатическим давлением различных сил, действующих на обрабатываемый водный раствор.

Приведенные выше методы очистки воды могут использоваться отдельно или в комбинации для очистки промышленной и питьевой воды. Динамическое осветление Dyclar позволяет обрабатывать воду и сточные воды с высокой влажностью для удовлетворения требований к питьевой воде. Принцип работы основан на физико-химическом методе очистки: вода смешивается с реагентами Dyclear и фильтруется через взвешенную инертную загрузку местного производства.

В ходе проведения анализа было выявлено, что механическая очистка позволяет убрать твердые включения из воды, что в последствии облегчает работу оборудования. Выбор

фильтрующего материала выбирается в зависимости от степени загрязнения воды, которая в свою очередь определяется.

Литература

1. Алферова А.А., Нечаев А.П. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов. - М.: Стройиздат, 1987.

2. Балаев И.С., Кучма Г.Г., Кеменов Ю.В., Репкин М.В., Динамические осветлители диклар – инновационная технология XXI века для очистки природных и сточных вод. Водоочистка. 2017;

3. Гавич И.К. Методы охраны внутренних вод от загрязнения и истощения. – М.: Агропромиздат, 1985.

4. Жуков А.И. Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод М.: Стройиздат, 1987.

5. Соколов А.К. Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков. - М.: Стройиздат, 1992.

XÜLASƏ
SUYUN TƏMİZLİYİ ÜÇÜN İSTİFADƏ EDİLƏN MÜASİR FİLTR MATERİALLARI
Vlasova A.Y.,Galyamova İ.R.

Açar sözlər: *filtrlər, aydınlaşdırma, filtrasiya materialı, mexaniki təmizləmə, su.*

Məqalədə suyun hazırlanması üçün istifadə olunan filtrasiya materialları məsələsinə baxılır. Bir sıra əsas materiallar və onların xüsusiyyətləri verilmişdir.

SUMMARY
MODERN FILTER MATERIALS USED FOR WATER TREATMENT
Vlasova A.Y., Galyamova I. R.

Keywords*: filters, clarification, filtering material, mechanical treatment, water.*

The article discusses the issue of filtering materials used for water treatment. A number of basic materials and their features are given.

РАСЧЕТ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СТЕНОК ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

Гатауллина И. М.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация
ttolin@inbox.ru

Ключевые слова: *техническая диагностика, неразрушающий контроль, математическое моделирование, колебание трубопровода*

В современных условиях комплексное развитие жилищно-коммунального комплекса должно повысить уровень безаварийной работы систем доставки энергоносителей, которые являются наиболее распространенными энергопроводами, за счет осуществления неразрушающего контроля. Также неразрушающий контроль силовых трубопроводов позволяет оценить остаточный ресурс, спрогнозировать сроки дальнейшего ремонта или замены силовых коммуникаций. Одним из важных этапов НК является расчет собственной вибрации трубопровода под нагрузкой.

Применение технической диагностики энергетических трубопроводов позволяет провести с большой степени достоверности оценку их технического состояния. Известно значительное количество способов контроля, из которых наиболее приемлемым является неразрушающий контроль. Основным преимуществом неразрушающего контроля является физическая целостность объекта исследования, при этом есть возможность оценить степень его годности [1].

Из всего многообразия методов неразрушающего контроля наиболее приемлемым является метод колебаний. При динамической нагрузке трубопровода в результате взаимодействия потока теплоносителя с неподвижными стенками трубопровода возникают механические колебания [2]. Параметры этих колебаний зависят не только от свойств трубопровода, но и его состояния. Так, имеется возможность оценить степень чистоты внутренней поверхности энергетического трубопровода, а также наличие внутренних механических дефектов [3].

С целью определения информативного частотного диапазона проводится построение математической модели процесса колебания трубопровода. Для расчета частот собственных колебаний применяется программный комплекс ANSYS. Это наиболее удобная программная среда с универсальной программой конечно-элементного анализа [4]. С помощью этого программного комплекса возможно решение линейных и нелинейных, стационарных и нестационарных пространственных задач деформации твердого тела с учетом теплопередачи, теплообмена и виброакустики [5].

С целью оценки влияния дефектов различного рода произведено математическое моделирование упругих колебаний стенок трубопровода. Модальный анализ проводился как на бездефектном трубопроводе, так и трубопроводе с различными механическими дефектами различных размеров.

Математическое моделирование проводилось на трубопроводе со следующими параметрами: диаметр трубопровода 72 мм, толщина стенок 4 мм. Результаты модального анализа собственных колебаний показаны в таблице 1. В этом случае моделирование дефекта не производилось, трубопровод считался условно исправным. Проведен расчет первых 50 собственных мод колебаний, в таблице показан наиболее информативный диапазон от 2867 Гц до 3148 Гц.

Таблица 1.

Результаты расчета частоты колебаний бездефектного трубопровода

Номер моды колебания	Частота, Гц.
19	2867,8
20	3037,5
21	3053,9
22	3083,
23	3105,
24	3148,5

Таким же образом проведен модальный анализ собственных колебаний исследуемого трубопровода диаметром 72 мм и толщиной стенки 4 мм, но с введенным дефектом. Дефект моделировался в виде продольной трещины длиной 5 мм, результаты показаны в таблице 2. Здесь также проведен расчет первых 50 собственных мод колебаний, в таблице показан наиболее информативный диапазон от 1605 Гц до 2798 Гц.

Таблица 2.

Результаты расчета частоты колебаний трубопровода с дефектом

Номер моды колебания	Частота, Гц.
18	1605,3
19	2225,
20	2230,
21	2693,4
22	2707,3
23	2709,4
24	2723,3
25	2798,3

На рисунке показана наиболее характерная мода колебания на частоте 3053 Гц (Рис.1).

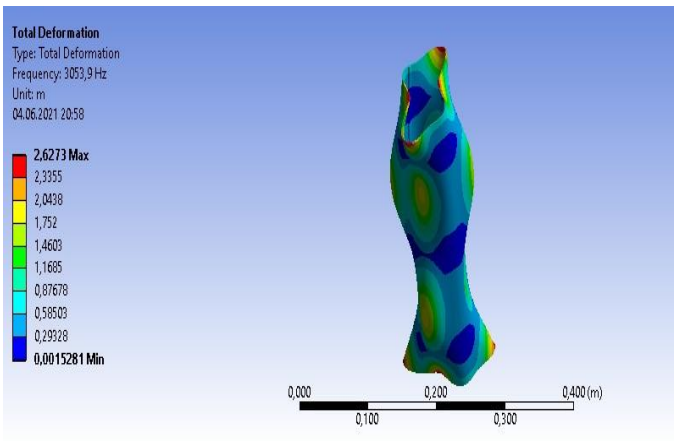


Рис. 1. Форма колебания 21 моды на частоте 3053 Гц.

На рисунке показана наиболее характерная мода колебания на частоте 2230 Гц (Рис.2).

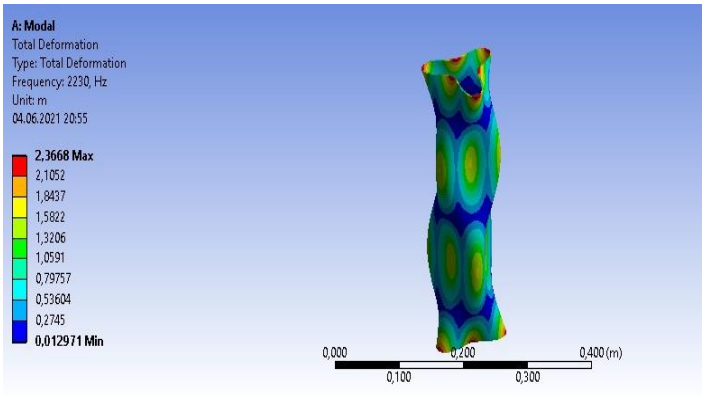


Рис. 2. Форма колебания 20 моды на частоте 2230 Гц.

Таким образом, для выбранного трубопровода рассчитана наиболее информативная частота колебаний, на основе которой возможно построение диагностической системы виброакустическим методом [6]. Сравнение частот колебаний дефектного и бездефектного трубопроводов позволяет сделать вывод, что основные моды колебания стенок исследуемого трубопровода при наличии дефекта смещаются в область более низких частот. При этом замечено, что снижение частотного диапазона напрямую связано с размером дефекта.

Литература

1. Разработка методики определения размера коррозионного поражения оболочек акустическим методом / Ш. Г. Зиганшин, Ю. В. Ваньков, А. Е. Кондратьев, С. П. Кузнецов // Энергосбережение и водоподготовка. – 2009. – № 1(57). – С. 36-38. – EDN JWBVZB.

2. Improving the methodology for assessing the technical condition of equipment during the transportation of energy carrier in energy systems and complexes / S. O. Gaponenko, R. Z. Shakurova, A. E. Kondratiev, R. Dimova // E3S Web of Conferences : 2019 International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems, SES 2019, Kazan, 18–20 сентября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2019. – P. 01021. – DOI 10.1051/e3sconf/201912401021. – EDN UXIYTB.

3. Vankov Yu V and Kondrat'ev A E, 2004 Pribory i Sistemy Upravleniya (2) 45-53

4. Загретдинов, А. Р. Аппаратно-программное обеспечение ударно-акустического контроля композиционных конструкций / А. Р. Загретдинов, А. Е. Кондратьев, Ш. Г. Зиганшин // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 4-1(31). – С. 27. – EDN TPMSOV.

5. Оценка технического состояния подшипников качения виброакустическим методом / М. В. Акутин, Ю. В. Ваньков, А. Е. Кондратьев, Ю. Я. Петрушенко // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2009. – № 2. – С. 55-57. – EDN KPZDLZ.

6. Загретдинов, А. Р. Разработка прибора и методики ударно-акустического контроля многослойных композиционных конструкций / А. Р. Загретдинов, А. Е. Кондратьев, Ю. В. Ваньков //

Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – № 9-10. – С. 97-104. – EDN RUHUDR.

XÜLASƏ
ENERGETİK BORULARIN DİVARLARININ MƏXSUSİ RƏQSLƏRİNİN HESABLANMASI
Qataullina I. M.

***Açar sözlər**: texniki diaqnostika, qeyri-dağıdıcı nəzarət, riyazi modelləşdirmə, boru kəmərinin rəqsləri*

Müasir şəraitdə mənzil-kommunal kompleksinin hərtərəfli inkişafı qeyri-dağıdıcı nəzarətin həyata keçirilməsi hesabına ən geniş yayılmış enerji boru kəmərləri olan enerji daşıyıcılarının çatdırılması sistemlərinin qəzasız iş səviyyəsini artırmalıdır. Həmçinin enerji boru kəmərlərinin qeyri-dağıdıcı nəzarəti qalıq resursun qiymətləndirilməsini aparmağa, enerji kommunikasiyalarının sonrakı təmiri və ya dəyişdirilməsi müddətlərini proqnozlaşdırmağa imkan verir. NDT mühüm mərhələlərindən biri yük altında boru kəmərinin öz vibrasiya hesablanması etməlidirr.

SUMMARY
CALCULATION OF OWN OSCILLATORY WALLS OF ENERGY PIPELINES
Gataullina I. M.

***Keywords**: technical diagnostics, non-destructive testing, mathematical modeling, pipeline oscillation*

In the current conditions of the widespread development of the housing and communal complex, it is necessary to increase the level of trouble-free operation of energy delivery systems, the most common of which are energy pipelines, due to non-destructive testing. Also, non-destructive testing of energy pipelines allows you to assess the residual resource, predict the timing of subsequent repair or replacement of energy communications. One of the important stages of non-destructive testing is the calculation of the intrinsic oscillations of pipelines under load.

POSSIBILITY OF UTILIZING WASTE ACTIVATED SLUDGE AS A RENEWABLE ENERGY SOURCE

Iskhakova R., Nurgaliev A., Iskhakov A.
Kazan State Power Engineering University, Kazan. Russia
imreginaiskh@gmail.com, artur_nurgaliev022@mail.ru , aliskhakov@gmail.com

***Keywords:** biofuel granules, waste activated sludge, water treatment sludge, dewaterability, utilization.*

This paper gives results of a study of biofuel granules made from a waste activated sludge of wastewater treatment. A novel method to enhance waste activated sludge dewaterability with untreated and calcined water treatment sludge of thermal power plants is proposed, and the potential reuse of dewatered sludge as biofuel is evaluated. The water treatment sludge destroyed membrane, resulting in the release of intracellular water by converting bound water into free water, thus enhancing sludge dewaterability. Biofuel granules can be used for technological needs, electricity generation and in heating and hot water supply systems at industrial and domestic facilities. Biofuel granule is a renewable energy that can substituted low grade coal from biomass sources.

Introduction (heading 1)

Currently, most of the final energy consumption in the industries is covered by fossil fuels with energy generation at thermal power plants (TPP). However, the overall energy efficiency of the TPP is low, even less than 40%. Therefore, the 21st century is characterized by the problem of depletion and shortage of natural resources, especially organic fossil fuels.

The transition to a renewable energy source is currently a global issue. Renewable sources of energy can help the Russian Federation mitigate climate change, build resilience to volatile prices, and lower energy costs.

One of the directions of the "Energy Strategy of Russia for the period up to 2035" is the use of new types of fuel, including mixtures with waste from technological processes. The use of industrial waste previously stored in landfills and sludge reservoirs facilities significantly reduces the coal, crude oil and natural gas use and greenhouse gas emissions.

The industrial solid waste recycling is a promising direction. Waste to energy (WtE) technologies help to convert industrial wastes into useful energy and minimize the problems related to it. In these technologies, waste is a secondary energy and material resource. In the context of the fossil fuel depletion

and the increasing of its consumption volume, the development of WtE technologies based on alternative renewable fuels is an important task.

Relevance.

The main research fields of Russian and foreign scientists focus onWtE technologies, environmental impact, and energy technology innovations.

The waste activated sludge (WAS) is the large-tonnage waste, that must be removed from the process to keep the biological system in balance at biological wastewater treatment plants. WAS is a biocenosis of microorganisms capable of degrading various pollutants, including organic substances, phosphorus- and nitrogen-containing compounds in wastewater from industrial enterprises and the public sector. The activated sludge process is common for the wastewater treatment. The process uses a mixed culture of microorganisms that degrade the wastewater aerobically producing carbon dioxide, water and new biomass [1-3]. Some of the produced biomass is recycled and the rest requires disposal. The average WAS production amount in the Russian Federationis estimated at 3.5 billion tons per year. The main part (about 90%) is stored in landfills [4] and dried due to natural convection and radiative heat transfer. This raises different important problems. Large landfills decrease the value of the land adjacent to it, bring hazards such as putrefactive odor, that spreads around the landfills, insect pests and surface waterpollution. Such gases as carbon dioxide, methane, water vapor, nitrogen, oxygen, ammonia, sulfides and other are also produced at landfills and can create smog if left uncontrolled.

Hense, there is a growing interest in low-cost and sustainable methods of energy production from wastes. There are various methods of WAS processing: deposition on sludge landfills, the use of WAS as fertilizers, gasification and pyrolysis, incineration, etc. [5-7].

In the study [8] activated sludge and algae biomass are used as substrates in microbial fuel cell (MFC) to produce electricity. Activated sludge is used at anode as inoculum and nutrient source. Various concentrations (1–5 g/L) of dry algae biomass are tested. Among tested concentrations, 5 g/L (5000 mg COD/L) produced the highest voltage of 0.89 V and power density of 1.78 W/m2 under 1000 Ω electric resistance.

Influence of different pretreated sludge for electricity generation in MFCs was investigated in the study [9]. Pre-treatment has shown significant improvement in MFC electricity productivity especially from microwave treated sludge. Higher COD reduction in the MFC has been revealed from microwave treated sludge with 55% for total and 85% for soluble COD, respectively.

The authors [10] investigate the sludge index, dehydrogenase activity and elimination rate for glucose and ammonium ions in activated sludge obtained from urban sewage in treatment plants in the city of Irkutsk to determine the relationship between the factors and the ability to generate an electric current in MFC.

This works have proved the concept of using algae biomass in MFC for high energy output. Then, the WAS sludge can be considered as a product (secondary raw material).

The paper [11] presents an assessment of the production of polyhydroxyalkanoates (PHA) in biomass sourced from full-scale wastewater treatment plants. A refined acetic and propionic acid feedstock was used to produce a polyhydroxy-butyrate-valerate copolymer in a single-stage from this biomass as-received. The mean overall storage yield was 0.25 ± 0.03 g COD of polymer per g COD feedstock consumed.

The removal of basic dyes from wastewater was studied using activated sludge biomass as an adsorbent [12]. The experimental results of COD removal (%) showed that for various basic dyes, adsorption by biomass was not only feasible but also effective. The kinetics of adsorption followed first-order processes, controlled by film diffusion.

The study [13] investigates biosorption of Oxytetracycline, a broad-spectrum antibiotic, using aerobic granular sludge as an adsorbent in aqueous solutions. It was shown that the aerobic granular sludge was a good alternative for biosorption of this pharmaceutical. The pharmaceutical was adsorbed better at pH values of 6–8. The adsorption can be well explained by Langmuir isotherm model. The waste activated sludge can be used as a sorption material for the oily wastewater treatment as well [14].

Activated sludge can be considered as an efficient renewable biofuel. The paper [15] proposes the usage of carbon-containing waste of industrial enterprises in producing the solid fuel for energy purposes. The WAS from the city sewage treatment facilities is applied as a binder. The paper determines the optimal composition of fuel to use in solid-fuel boilers and develops the technological scheme of the experimental setup. The proposed technology will contribute to resource - and energy saving.

In the work [16], dewatered WAS was subjected to hydrothermal carbonization to obtain hydrochars that can be used as renewable solid fuels. The hydrochars exhibited increased heating values (up to 22.3 MJ/kg).

The article [17] studied he method of thermal decomposition of silt deposits at the facility with the conduction of heat. It is established that with the pyrolysis of the slimy remainders of effluents the process is endothermic and proceeds in the range temperatures of 0-600°C, the output of liquid and gaseous products for the models of fresh silt is higher than for the deposited models, for which above output of solid products. The output of steam-gas products with an increase in the heating rate in 1,3 time increases on 10%.

Literature analysis showed that biofuels generated from WAS could be the most efficient and attractive process.

The purpose of the work is the production of solid biofuel granules based on waste for energy generation.

Materials and methods.

In experimental studies the WAS from the biological treatment plant of OJSC «Kazan Synthetic Rubber Plant» is used for biofuel granules. The WAS characteristics are the moisture content of the WAS is 98%, after the sedimentation stage (physical process using gravity to remove suspended solids from water) - 95%, density - 1.13 g/cm3, ash content - 11%.

However, this raises the problem of its dewaterability. WAS is a difficult-to-filter suspension because of the large amount of bound water in the cellular mass [18]. Various materials including industrial wastes are used to increase the water-yielding capacity of the WAS.

In the work for dewaterability of WAS the water treatment sludge (WTS) is used. WTS of thermal power plants (TPPs) – a large-tonnage waste generated in the process of water treatment to replenish water and steam losses at TPPs, stored in sludge collectors [19]. In this study, the WTS from Kazan TPPs is used (Table 1).

The WTS also contains humic compounds – up to 11% wt., which were determined by the method of gas chromatograph-mass spectrometry [19]. Physical and chemical characteristics of the sludge are: the bulk density is 560 kg/m3; the ash content of the dry sludge is 89%; the moisture capacity is 57% wt.; pH of the water extract is 8.53; the particle size distribution corresponds mainly to fraction from 0.09 to 0.5 mm [19].

Table 1.

CHEMICAL COMPOSITION OF THE WTS (% wt)

Mineral part			
Cations		***Anions***	
Ca^{2+}	76.56 ± 11.30	CO_3^{2-}	71,7±10,6
Fe^{3+}	0.38 ± 0.15		
Mg^{2+}	9.7 ± 2.2	SO_4^{2-}	5,7±0,85
Cu^{2+}	0.040 ± 0.014		
Ni^{2+}	0.008 ± 0.003		
Zn^{2+}	0.033 ± 0.013	OH^-	10,03±3,61
Mn^{2+}	1.05 ± 0.41		
Cr^{3+}	0.0010 ± 0.0003	SiO_3^{2-}	0,52±0,11
Pb^{2+}	0.0020 ± 0.0003		
Cd^{2+}	0.22 ± 0.08		

The WTS is used to increase the water-yielding capacity of the WAS. In the experiments untreated and calcined WTS is used as a mineral additive. The calcination process is carried out in a muffle furnaceat the temperature of 400°C for a period of 1 hour.

The centrifugation method uses centrifugal force to separate mixture into solids and liquid phase. Laboratory studies are carried out on a CM-6M centrifuge, in which the separation of the dispersed and liquid phases occurs by sedimentation of suspended particles under the action of centrifugal forces.

In the work the WAS, the mixture of WAS and untreated WTS and the mixture of WAS and calcined WTS in various proportions are centrifuged. Preliminarily, WAS is intensively mixed with untreated and

calcined carbonate sludge in various proportions for 10 minutes. Then the mixture is placed into 10 ml centrifuge cylinders and is separated into wastewater solids and liquid under various conditions. The centrifugation time is 1, 2 and 3 minutes. The rotation speed of the centrifuge is from 500 to 1500 rpm.

The centrifugation index is used for calculating the water-yielding capacity of the solid. It shows the level of dewaterability of the medium in the field of centrifugal forces. Normal level of the centrifugation index is U≤6-8.

After centrifugation and detoxification, granules with a diameter of 3 to 5 mm are produced from the dewatered mixture of WAS and WTS particles by initially applying mild compaction force by hands using a binder. Granules consist of approximately 70% WAS, 8%WTS and 22% (wt.) binder.

By granulation of WAS and WTS are used binders such as: starch and technical lignosulfonate (LST). LST is a loose powdery material of light brown color and water content of 8% (wt.), which is a by-product at paper mills obtained from bisulfite pulping liquors.

After granulation, drying is carried out at 105ºC for 30 minutes. Elemental composition of carbon, hydrogen, nitrogen, sulfur of biofuel granules (CHNS - analysis) was carried out on the EA 3000 EuroVector analyzer.

Using the template.

The results of the study are presented in fig. 1-3. It is experimentally established that the optimal conditions are (Fig. 1): dose of injected calcined WTS is 1,2 g/dm3, rotation speed is 500 rpm for 3 minutes. This conditions help to reach normal level of the centrifugation index (U=7.75).

According to Fig.2 the upper limit of the centrifugation index (U=7.95) is achieved with the introduction of untreated WTS with a minimum dose of 0.6g/dm3 while centrifuging at a speed of 1000 rpm for 1 min and with the introduction of 0.3 g/dm3 of calcined WTS under similar conditions.The centrifugation of WAS without WTS under the same conditions has a much higher index (U=10.05) and is inefficient.

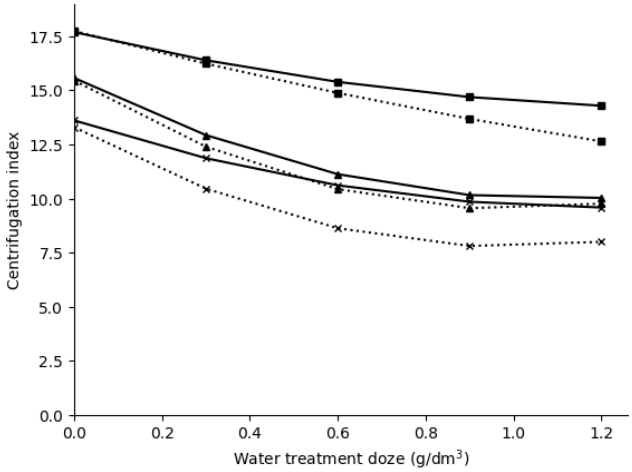


Fig.1. Dependence of the centrifugation index value on the injected dose of WTS (500 rpm). (Centrifugation time: ■ - 1 min, ▲ - 2 min, × - 3 min; ─ untreated WTS; ···- calcined WTS)

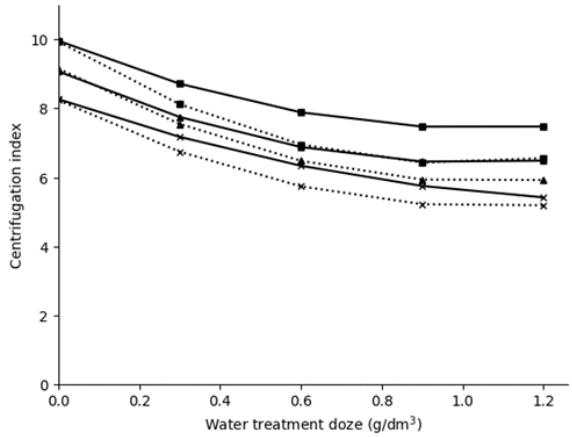


Fig.2. Dependence of the centrifugation index value on the injected dose of WTS (1000 rpm). (Centrifugation time: ■ - 1 min, ▲ - 2 min, × - 3 min; ─ untreated WTS; ···- calcined WTS)

The centrifugation index has lower values with the introduction of raw and calcined WTS (Fig. 3). The increasing of WTS dose reduces the level of the centrifugation index. A satisfactory level of the centrifugation index (U=7.91) during the processing of the WAS without the addition of WTS is covered at 1500 rpm for 3 minutes. Thus, it is the least profitable process.

Dosing the WTS leads to increasing the water-yielding capacity of WAS and to reducing energy costs for the process at the same experiment conditions.

Humidity of WAS after centrifugation is 84%, while the humidity of the mixture sediment (WAS and untreated WTS) ranges from 71 to 74% (depending on the dose of the injected

WTS and the conditions of the experiment). The humidity of WAS with the injection of calcined WTS is up to 69%.

Then, the WTS acts as a mineral coagulant. The injection of WTS prevents agglomeration of WAS, destroys the hydration shell, enveloping activated sludge particles.

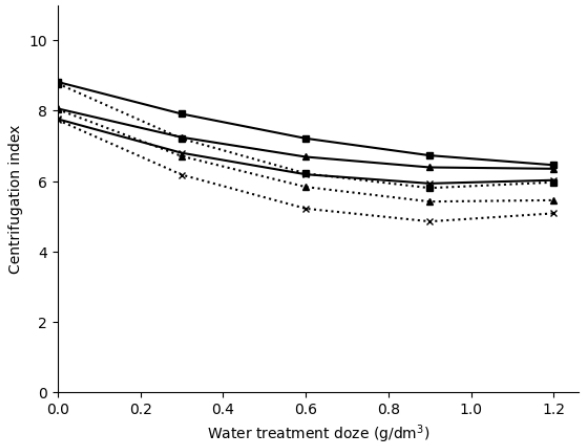


Fig.3. Dependence of the centrifugation index value on the injected dose of WTS (1500 rpm). (Centrifugation time: ■ - 1 min, ▲ - 2 min, × - 3 min; ─ untreated WTS; ···- calcined WTS)

After the centrifugation of WAS with WTS strong structural bonds are broken, resulting the separation of bound water. Hence, there is a redistribution of the bound moisture of the WAS and the increasing of unbound water in the suspension. Increased Ca^{2+} concentration forms a hard mechanical sediment and electrostatic interaction with the WAS, which pH in the range from 4 to 9 is negatively charged [20].

Also, when WTS is introduced, WAS is neutralized due to its chemical detoxification. The dosing of WTS during dewaterability process of WAS produces the transition of heavy metal ions such as Fe^{2+}, Fe^{3+}, Zn^{2+}, Cr^{3+} into sparingly soluble and insoluble compounds. After this solid is removed from the system. Calcium carbonate, the main chemical compound of WTS, reduces the content of heavy metal ions in WAS (table 2) [21].

Table 2.

The content of hevy metals ions in the was and after treatment with calcium carbonate

Granules	**Binder**	
	Starch	***LST***
Moisture,%	4.7±0.2	3.1±0.1
Bulk density, kg/m3	828	788
ash content, %	29.2	27.9
Ash colour	Light grey	Light brown
abrasion resistances, %	0.5	0.1
Gross calorific value in bomb calorimeter, MJ/kg	9672.6	10345.5

Reagent	**Concentration of metals, mg/kg**				
	$Fe^{2+,3+}$	Cr^{3+}	Cu^{2+}	Zn^{2+}	Ni^{2+}
Raw WAS	27,80	0,14	1,04	1,01	0,14
Calcium carbonate	19,53	0,09	0,83	0,93	0,09

The introduction of WTS solves not only the problem of increasing the WAS dewaterability efficiency, but also reduces the content of heavy metal ions in the sewage sludge.

At the same time, the introduction of calcined WTS has a higher efficiency of WAS dewaterability due to the pore space increasing, while the total volume of the compacted mass of WAS decreases.

The introduction of WTS solves not only the problem of increasing the WAS dewaterability efficiency, but also reduces the content of heavy metal ions in the sewage sludge.

At the same time, the introduction of calcined WTS has a higher efficiency of WAS dewaterability due to the pore space increasing, while the total volume of the compacted mass of WAS decreases.

The main technical characteristics of the obtained granules using starch and LST as a binder: moisture, bulk density, ash content, abrasion resistances are shown in table.3 A

The main technical characteristics of the obtained granules using starch and LST as ainder: moisture, bulk density, ash content, abrasion resistances are shown in table.3 A

calorimetric bomb C 2000 basic V. 1 is used in determination of the calorific value of biofuel granules.

Thus, the result show that biofuel granules using LST as a binder is more efficient. The biofuel granules is composed of 30.1% carbon, 2.9% hydrogen, 1.1% sulfur, 1.24% nitrogen.

The net calorific value was calculated using the Mendeleev's equation (1):

$$Q_{cvn}=339{,}3C+1256H-109(O-S)-25{,}2(9H+W)$$

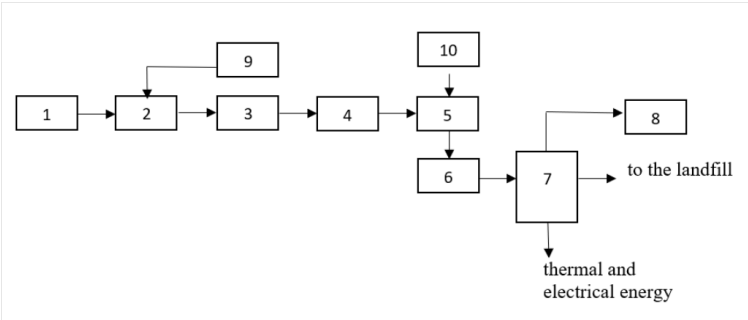
where: *Qncv* - net calorific value, kJ /kg; *C* - carbon in the sample, %; *H* - hydrogen in the sample, %; *O* - oxygen in the sample, %; *S* - sulfur in the sample, %; *W*- moisture in the sample, %.

The net calorific value of biofuel granules with LST as a binder is 9582.8 MJ/kg.

The biofuel granules production and incineration technology are developed based on the results of the research (Fig.4).

Fig.4. Technological scheme for the production and incineration of WAS

1 - WAS storage bunker; 2 - mixing bunker; 3 - centrifuge; 4 - belt dryer; 5 - granules former; 6 - storage bunker for biofuel granules; 7 - furnace with a fluidized bed; 8-ash catcher; 9 - WTS storage bunker; 10 - binder storage bunker



From the WAS storage bunker 1 and WTS storage bunker 9, respectively, WAS and WTS are supplied using a ratio 6:1 by volume and mixed in mixing bunker 2. Then the mixture is

centrifuged in a centrifuge 3. After the dehydrated mixture enters a belt dryer 4 for drying and is formed into granules 5 with binding agent from the binder storage bunker 10. The biofuel granules enter the storage bunker 6, then they are sent to the fluidized bed furnace 7 for incineration. In this case, thermal or electrical energy can be obtained, depending on the type of equipment. Flue gases are cleaned in the ash catcher 8.

Conclusions. Thus, biofuel granules can be used for technological needs, electricity generation and in heating and hot water supply systems to produce hot water at industrial and domestic facilities, in stationary boiler houses, as well as for autonomous heating systems.

The use of waste activated sludge as a biofuel resource makes it possible to reduce the environmental impact on the environment through waste disposal, to realize the transition from fossil fuel, which is non-renewable, to renewable fuel of biological origin.

Acknowledgment. The research was carried out within the framework of the grant of the Russian Science Foundation No. 18- 79-10136 "Theoretical methods of modelling and development of energy-efficient import-substituting facilities for treatment and deep processing of hydrocarbons at the enterprises of the fuel and energy industry." https://rscf.ru/project/18-79-10136/

References

1. Cardete M.A., Mata-Álvarez J., Dosta J., Niet R. o-Sánchez, "Effect of the mixed liquor parameters on sludge settling for a petrochemical activated sludge system including an aerobic selector", Jour. of Environ. Chem. Engin., vol. 6, is. 1., pp. 1062–1071, 2018.

2. Mayhew M., Stephenson T. "Low biomass yield activated sludge: a review", Environ. Tech., vol. 18, is. 9, pp. 883-892, 1997.

3.Vishnu D. Rajput, Ajar Nath Yadav, Hanuman Singh Jatav, Satish Kumar Singh, Tatiana Minkina, "Sustainable Management and Utilization of Sewage Sludge",Springer, 2022, 427 p.

4. Tsybina A.V. “Status and prospects of treatment and disposal of sewage sludge”, Ecol. And Ind. In Russia, vol. 12, pp. 56–61, 2013. (Sostoyanie i perspektivy obrabotki i utilizatsii osadkov stochnyh vod, Ekologiya i promyshlennost' Rossii) (in Russ.)

5. Li R., Zhang Z., Li Y., Teng W., Wang W., Yang T. “Transformation of apatite phosphorus and non-apatite inorganic phosphorus during incineration of sewage sludge”, Chemosphere, vol. 141, pp. 57–61, 2015

6. Lumley N.P.G., Ramey D.F., Prieto A.L., Braun R.J., Ca T.Y. “Techno-economic analysis of wastewater sludge gasification: A decentralized urban perspective”, Bioresour. Technol., vol. 161, pp. 385–394, 2014.

7. Chen W.H., Lin B.J., Huang M.Y., Chang J.S. “Thermochemical conversion of microalgal biomass into biofuels: A review”, Bioresour. Technol., vol. 184, pp. 314–327, 2015.

8.Naim Rashid, Yu-Feng Cui, Muhammad Saif Ur Rehman, Jong-In Han, “Enhanced electricity generation by using algae biomass and activated sludge in microbial fuel cell”, Science of The Total Environ., vol. 456–457, pp. 91-94, July 2013.

9.Mohd Zulkhairi Mohd Yusoff, Anyi Hu, Cuijie Feng, Toshinari Maeda, Yoshihito Shirai, Mohd Ali Hassan, Chang-Ping Yu, “Influence of pretreated activated sludge for electricity generation in microbial fuel cell application”, Biores. Tech., vol. 145, pp. 90-96, October 2013.

10. Stom D.I., Zhdanova G.O., Saksonov M.N., Barbora L., Xie B., Gorbunova J.O., Fialkov V.A., Kupchinsky A.B., Beschkov V.N. “Application of biofuel cells in state assessment of activated sludge from treatment plants”, Proceedings of Universities. Appl. Chem. and Biotech., vol. 9(3), p. 477-488, 2019;(Vozmozhnost otsenki rabotosposobnosti aktivnogo ila ochistnikh sooruzhenii s pomoshu biotoplivnikh elementov, Izvestiya vuzov.Prikladnaya khimiya I biotekhnologiya) (In Russ.)

11. Arcos-Hernandez M. V., Pratt S., Laycock B., Johansson P., Werker A., Lant P.A., “Waste Activated Sludge as Biomass for Production of Commercial-Grade Polyhydroxyalkanoate (PHA)”, Waste and Biomass Valorization, vol. 4, pp. 117–127, 2013.

12. Chu H.C, Chen K.M, “Reuse of activated sludge biomass: Removal of basic dyes from wastewater by biomass”, Process Biochemistry, vol. 37, is. 6, pp.s 595-600, January, 2002.

13.Hamdi Mihciokur Merve Oguz “Removal of oxytetracycline and determining its biosorption properties on aerobic granular sludge”, Environ. Toxicol. and Pharmacol., vol. 46, pp. 174-182, September, 2016.

14. Sobgaida N.A., Olshanskaya L.N., “Resource-saving technologies for the use of sorbents for wastewater treatment from oil products”. Saratov: Ed. Center "Science", 2010, 148 p. (Resursosberegayushchie tekhnologii primeneniya sorbentov dlya ochistki stochnyh vod ot nefteproduktov) (in Russ.).

15. Ushakov A.G., Ushakova E.S., Ushakov G.V. “Solid composite fuel based on waste from coal enterprises and excess activated sludge”, Scientific and technical statements of the St. Petersburg State Polytechnic University, vol. 3(202), pp.70-79, 2014. (Tverdoe kompozicionnoe toplivo na osnove othodov ugol'nyh predpriyatij i izbytochnogo aktivnogo ila. Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Cankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta) (in Russ.).

16. Villamil J. A., Diaz E., M. A. de la Rubia, Mohedano A. F. “Potential use of waste activated sludge hydrothermally treated as a renewable fuel or activated carbon precursor”, Molecules , vol. 25, 3534 , pp.1-16, August 2020.

17.S. Burenkov V., Grachev A. N., Zabelkin S. A. “Thermal utilization of sewage sludge by fast pyrolysis in a mesh reactor”, Bulletin of the Technological University, vol.19, no. 22, pp. 40-43, 2016. (Termicheskaya utilizaciya ilovyh osadkov stochnyh vod metodom bystrogo piroliza v setchatom reaktore. Vestnik tekhnologicheskogo universiteta.) (in Russ.).

18. Turovskiy I.S., “Sewage sludge treatment”. M.: Stroyizdat, 1975, 134 p. (Obrabotka osadkov stochnykh vod) (in Russ.)

19. Nikolaeva L. A., Iskhakova R. Ya., Mansurov D. R. “Removal of anionic synthetic sufractants from petro chemical enterprises wastewater using carbonate sludge”, Chemical and Petroleum Engineering, vol. 57, nos. 5-6, pp.493-498, September, 2021 (Ochistka stochnykh vod predpriyatij neftekhimicheskogo kompleksa ot anionnyh sinteticheskih poverhnostno-aktivnyh veshchestv karbonatnym shlamom. Khimicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie) (in Russ.).

20. Kopp J., Dichtl N. “Prediction of full-scale dewatering results by determining the water distribution of sewage for sludges”, Water Science & Tech., vol. 43., no. 9., pp. 135–143, 2001.

21. Solodkova A.B. Neutralization of the waste activated sludge with the receipt of materials for solving environmental problems.Dissertation, Kazan, 2014 (Obezvrezhivanie otrabotannogo aktivnogo ila s polucheniem materialov dlya resheniya ekologicheskih problem himicheskih i neftekhimicheskih predpriyatij. Dissertaciya) (in Russ.).

XÜLASƏ
TULLANTILI AKTİV LİLİN BƏRPA OLAN ENERJİ MƏNBƏYİ KİMİ İSTİFADƏ EDİLMƏSİNİN MÜMKÜNLÜYÜ
İsxakova R., Nurqaliyev A., İsxakov A.

***Açar sözlər**: bioyanacaq qranulları, sərf edilmiş aktiv lil, suyun təmizlənməsi, lil, susuzlaşdırma, utilizasiya.*

Məqalə tullantı sularının təmizlənməsindən əldə edilən aktivləşdirilmiş lildən hazırlanmış bioyanacaq qranullarının tədqiqinin nəticələrini təqdim edir. İstilik elektrik stansiyalarının suyun təmizlənməsindən əldə edilən xam və kalsinləşdirilmiş lildən istifadə etməklə aktivləşdirilmiş tullantıların dehidratasiyasını artırmaq üçün yeni üsul təklif edilir və susuzlaşdırılmış lilin bioyanacaq kimi potensial təkrar istifadəsi də qiymətləndirilir. Sutəmizləyici lil membranı məhv etdi, bu da bağlı suyu sərbəst suya çevirərək hüceyrədaxili suyun buraxılmasına səbəb oldu ki, bu da lilin susuzluğunu artırdı. Bioyanacaq qranulları texnoloji ehtiyaclar, enerji istehsalı, eləcə də sənaye və məişət obyektlərinin istilik və isti su təchizatı sistemlərində istifadə oluna bilər. Bioyanacaq qranulları biokütlə mənbələrindən aşağı dərəcəli kömür əvəz edə bilən bərpa olunan enerjidir.

РЕЗЮМЕ
ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДНОГО АКТИВНОГО ИЛА КАК ВОЗОБНОВЛЯЕМОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ
Исхакова Р., Нургалиев А., Исхаков А

***Ключевые слова:** гранулы биотоплива, отработанный активный ил, шлам водоподготовки, обезвоживаемость, утилизация.*

В работе приведены результаты исследования биотопливных гранул, изготовленных из отработанного активного ила очистки сточных вод. Предложен новый метод повышения обезвоживаемости отработанного активного ила с использованием неочищенного и прокаленного ила водоподготовки тепловых электростанций, а также оценено потенциальное повторное использование обезвоженного ила в качестве биотоплива. Осадок водоподготовки разрушил мембрану, что привело к высвобождению внутриклеточной воды путем превращения связанной воды в свободную воду, что повысило обезвоживаемость ила. Гранулы биотоплива могут быть использованы для технологических нужд, выработки электроэнергии, а также в системах отопления и горячего водоснабжения промышленных и бытовых объектов. Гранулы биотоплива - это возобновляемая энергия, которая может заменить низкосортный уголь из источников биомассы.

DIAGNOSTICS OF TRANSFORMER OIL CONDITION BY ITS CHROMATICITY COORDINATES

Kozlov V.K., Valiullina D.M., Iksanova E.R.
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia
kozlov_vk@bk.ru, valiullinadiliya@mail.ru, elviraiksanova@list.ru

***Keywords**: transformer oil, dielectric loss tangent, acid number, degradation, correlation, chromaticity coordinates.*

The main element of the electric power industry are power transformers, the bulk component of which is transformer oil. The aging of transformer oil leads to an increase in acid number and dielectric losses, to a change in the color of the oil and, as a result, to a decrease in the reliability of the entire insulation system of oil-filled equipment. The paper presents the results of a study of transformer oils with the determination of their chromaticity coordinates, and the relationship of chromaticity coordinates with the dielectric loss tangent and the acid number of the oil is also established.

Introduction. Transformer oil (TO) is a specific hydrocarbon product that is used in the power industry as an insulating medium in power and measuring transformers, switches and other high-voltage devices. Transformer oils must have high electrical strength and electrical resistance, minimal dielectric loss tangent, oxidation stability, low viscosity and volatility. The liquid dielectric is exposed to high electric and temperature fields and remains in constant contact with the elements of the transformer during operation. This accelerates the aging of the dielectric, causes a change in its physicochemical composition, which leads to the formation of aging products that contribute to the deterioration of its insulating properties [1–3].

The replacement of insulating oil is accompanied by large material costs, because any oil change can be made only if the device is disconnected from the mains for the required period of time [4–6]. Over the past decades, the technological processes for obtaining oil have been significantly improved and allowed to increase the life of the oil.

One of the most important indicators of the insulating oil quality is the dielectric loss tangent and acid number (AN). The value of the dielectric loss tangent and acid number determine the degree of aging of the oil and serve to estimate the expected service life [7–8]. During operation the degradation of transformer oil goes in three directions: oil oxidation, an increase in the concentration of aromatic compounds, the formation of colloidal particles, and, consequently, an increase in the dielectric loss tangent and acid number [9].

Measuring color methods are usually divided into 3 groups: spectral (with subsequent calculation of color coordinates), photoelectric and visual. At present, spectroscopy methods are the simplest in terms of measurements, as well as more informative and accurate. This method is the main one for comparison when measuring color by other methods and is used to verify and calibrate other color measuring instruments. Spectroscopy analysis is faster, simpler and more accurate in the infrared, visible and ultraviolet range [10]. The measured spectra can provide information about both the oil physical properties and the transformer oil structural group composition.

Determination of correlation by chromaticity coordinates. In this work, to determine the correlation (R) between the oil color coordinate, the dielectric loss tangent and the acid number, 20 samples of different transformer oils with different dielectric loss tangent obtained at temperatures of 20, 70 and 90 ° C and the acid number were studied, the characteristics of which are given in Table 1.

To obtain the chromaticity coordinates, the samples were photographed using three light sources: white, blue and green, according to the scheme shown in Fig. 1. Based on the photographs obtained, the studied oils color coordinates r, g, b (red, green, blue) were determined. The each oil chromaticity coordinates are determined from the obtained photos using Photoshop.

Oil color coordinates are determined according to the colorimetric system - CIERGB. The quantitative characteristics of CIERGB primary colors are expressed in both light and energy values. For colorimetric measurements, it is more convenient to choose units of light quantities in such a way that the same amounts of the main ones give white. In most applications, the values of the coordinates r, g and b can be considered to belong to the interval [0, 1], which represents the space r, g, b as a cube 1×1×1. In computers, to represent each of the coordinates, they are represented as a single octet, the values of which are denoted for convenience by integers from 0 to 255 inclusive, where 0 is the minimum and 255 is the maximum intensity. As a result of color measurements, three numbers are determined, that is, color coordinates that completely determine the color under certain strictly standardized conditions for viewing it. The color coordinates of the same color relative to different basic triads are different. The coordinate numbers represent the quantities in which the three primary colors (red, blue, and green) must be mixed in order to obtain a given color. Table 3 shows the chromaticity coordinates of all TO samples.

Table 1.

Transformer oil characteristics

№ test	**TO brand**	**Acid number mg KOH/g**	**Dielectric loss tangent**		
			20℃	***70℃***	***90℃***
1	GK+VG	0,002	0,002	0,016	0,036
2	GK+VG	0,002	0,037	0,034	0,066
3	T-1500	0,0069	0,007	0,055	0,15
4	T-1500	0,007	0,004	0,033	0,077
5	GK	0,001	0,005	0,009	0,011
6	GK	0,001	0,006	0,019	0,037
7	T-1500	0,014	0,009	0,104	0,254
8	TKp	0,009	0,011	0,086	0,22
9	TKp	0,0014	0,007	0,09	0,24
10	GK	0,007	0,08	0,288	0,35
11	GK	0,006	0,008	0,06	0,1
12	T-1500	0,004	0,019	0,12	0,28
13	mix + GK	0,004	0,11	0,14	0,2
14	T-1500	0,02	0,048	0,611	1,101
15	T-1500	0,021	0,016	0,144	0,358
16	GK	0,001	0,007	0,027	0,043
17	GK	0,004	0,011	0,073	0,188
18	T-1500	0,004	0,012	0,08	0,14
19	TS_p	0,003	0,007	0,046	0,086
20	GK	0,017	-	0,016	0,041

During the operation of oil-filled equipment, the oil is exposed to high electromagnetic field intensity and is heated to a high temperature, and also comes into contact with reactive metals (copper, iron, etc.). This accelerates the liquid insulation aging, causes a change in its chemical composition, as a result of which the

electrical insulating properties of the oil deteriorate and equipment damage may occur [11–14]. The dielectric loss tangent is a quality indicator that is sensitive to the presence of various contaminants in the oil [15]. As the temperature of the dielectric increases, the number of free charges increases, so its conductivity increases.

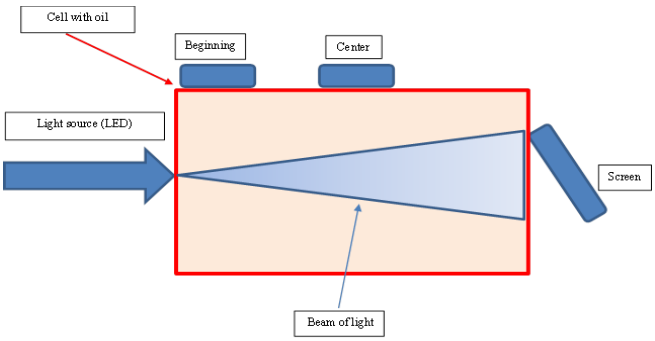


Fig 1. Block diagram of the installation for determining the TO chromaticity coordinates.

The increase in the dielectric loss tangent is associated with the appearance of various impurities in it. In this case, the working conditions of the insulation will be difficult. The temperature dependence behaves exactly in this way when oxygen-containing compounds are present in the oil, which turn into a microemulsion with an increase in temperature and, consequently, tg δ increases [16–20]. Since dielectric losses depend on temperature, in order to set the values of dielectric tgδ, it is necessary to indicate at what temperature of the dielectric the measurement was carried out .

The correlation dependence between the color coordinate for the GK oil grade and the dielectric loss tangent measured at a temperature of 90°C is shown in Fig. 2.

As can be seen from Fig. 2 and Table 3, the highest correlation dependence is obtained with one brand of oil. If we consider all 20 oil samples, we will notice that the correlation decreases, therefore, it is necessary to build this dependence for one brand of oils. We can also notice that the dielectric loss tangent increases with increasing temperature, which indicates the content of various impurities in it.

Table 2.

Comparison of correlation dependence values

		Dielectric loss tangent					
		20 ℃		***70 ℃***		***90 ℃***	
		GK oil brand	***Various oil brand***	***GK oil brand***	***Various oil brand***	***GK oil brand***	***Various oil brand***
White light	**Start**	0,6371	0,1882	0,7043	0,4318	0,6746	0,4957
		0,4958	0,1241	0,4820	-0,0188	0,4567	-0,0142
		-0,1548	-0,0868	-0,0428	-0,6528	-0,0044	-0,6974
	Center	0,7770	0,2792	0,8448	0,6032	0,8531	0,6021
		0,0643	0,2456	0,0703	-0,2634	0,0977	-0,3384
		-0,8337	0,0653	-0,8991	-0,4463	-0,8793	-0,5020
	Screen	0,1584	0,3046	0,9023	0,5086	0,7999	0,5408
		0,6175	-0,0144	0,7821	-0,5237	0,6881	-0,5626
		-0,8775	-0,1358	-0,9437	-57415	-0,9051	-0,6057

Blue light	**Start**	0,2495	0,0066	0,2549	-0,1257	0,1479	-0,1705
		-0,1448	-0,6594	-0,6385	-0,0529	-0,4929	-0,0025
		-0,0059	0,0207	-0,0581	0,1046	-0,0999	0,1046
	Center	-0,2478	-0,1283	0,0216	-0,2865	-0,1313	-0,3833
		-0,2177	-0,1319	-0,1657	-0,4161	-0,3182	-0,5051
		-0,6139	0,0472	-0,4885	-0,3813	-0,5794	-0,4419
	Screen	0,4572	0,0643	0,634	0,4207	0,6763	0,4638
		-0,5055	-0,1588	-0,2913	-0,6374	-0,1588	-0,6576
		-0,8417	-0,1485	-0,9713	-0,5314	-0,9568	-0,5453
Green light	**Screen**	0,7154	0,1635	0,7345	0,5792	0,7871	0,6295
		0,5151	-0,0087	0,4816	0,1689	0,5663	0,2108
		-0,238	0,0387	-0,1332	0,5066	-0,0604	0,5665

When studying the dependences of oils acid number, the same three light sources were used: white, blue and green. Based on the photographs obtained, the color coordinates of the studied oils were determined (Table 2) and the linear correlation coefficients (Table 4). It was found that the color coordinate r tends to increase with increasing acid number (Fig. 3, 4, 5).

Results.

As a result of the conducted research, the following results were obtained:

- analysis of scattered and transmitted radiation makes it possible to determine the presence of aromatic compounds and colloidal particles in transformer oil;
- the given results allow us to make the statement that such a parameter as the dielectric loss tangent can be determined in a simple visual way;
- the oil color characteristics were studied and the chromaticity coordinates were obtained;
- correlations between the tangent of the dielectric loss angle and the chromaticity coordinates were established;
- correlations between the chromaticity coordinates of TO and AN oils have been established;
- correlation equations were obtained between the chromaticity coordinates of TO and AN oils, which allow determining these characteristics of the studied oils by their color characteristics.

The obtained results indicate that by the chromaticity coordinates, it is possible to determine the AN of oils.

After analyzing the combinations of determining the relationship between the AN of TO and the chromaticity coordinates, we can conclude that the detection of correlations when considering different brands of oils have a lower correlation coefficient, since the oils may differ in physical and chemical properties. When considering a specific brand of oil, in our case, GK, the correlation dependence of the AN of TO on the color coordinate increases markedly.

Thus, the color of the oil is uniquely correlated with the characteristics of the oil, such as the dielectric loss tangent and the acid number, i.e. by the color of the oil, it is possible to determine whether these indicators have reached the limit values and, accordingly, make decisions on further monitoring of the transformer. This greatly facilitates the diagnosis of transformer oil, and also reduces the cost of the study. The method provides valuable information regarding its current state, which helps to prevent its complete oxidation and, as a result, possible causes of accidents in oil-filled equipment.

Table 3.

Chromaticity coordinates of all TO samples

№ test			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TO brand			GK+VG	GK+VG	T-1500	T-1500	GK	GK	T-1500	TKb	TKb	GK	GK	T-1500	Mix +GK	T-1500	T-1500	GK	GK	T-1500	TSb	GK
White light	Start	r	9	46	99	122	56	15	182	251	245	173	85	159	145	184	193	133	84	139	139	100
		g	87	113	182	182	142	146	247	253	253	239	204	230	225	141	195	197	166	251	251	250
		b	195	224	236	174	253	250	242	254	254	234	255	254	254	92	135	254	250	245	245	245
	Center	r	14	23	66	77	1	1	80	76	59	114	41	42	55	112	108	52	54	89	89	56
		g	64	80	70	74	92	103	88	96	92	104	102	118	134	64	70	123	108	132	128	136
		b	142	167	24	9	202	215	33	81	79	26	160	150	218	30	24	216	157	119	114	221
	Screen	r	207	200	244	247	215	212	250	237	238	251	209	251	242	249	253	201	207	244	223	209
		g	208	199	241	251	217	213	247	234	243	247	229	250	243	137	209	208	209	247	215	221
		b	231	190	25	183	205	198	2	54	169	1	152	169	209	10	3	178	159	155	143	148
Blue light	Start	r	206	252	178	87	253	255	218	255	254	253	235	188	174	175	128	251	227	138	142	220
		g	255	255	254	164	254	255	254	255	254	253	255	254	22	246	221	254	255	249	253	254
		b	255	254	248	237	255	255	253	255	254	254	252	250	249	253	253	254	254	251	246	252
	Center	r	109	62	74	53	109	116	64	85	84	96	101	56	74	54	56	91	61	67	74	55
		g	196	202	120	96	242	250	128	154	157	173	213	108	132	73	83	170	110	112	131	102
		b	253	250	162	132	247	249	169	235	251	219	253	191	248	159	197	254	220	205	247	213
	Screen	r	145	116	231	222	151	151	208	223	209	217	179	198	183	223	198	162	192	214	189	201
		g	189	184	197	212	209	204	209	235	230	188	220	224	221	108	110	198	223	215	204	230
		b	252	249	62	43	252	251	251	117	135	40	193	147	213	45	36	253	189	121	148	214
Green light	Screen	r	14	27	133	107	16	24	124	126	112	140	16	92	67	169	130	64	99	78	136	91
		g	9	46	99	122	56	15	182	251	245	173	85	159	145	184	193	133	84	139	139	100
		b	87	113	182	182	142	146	247	253	253	239	204	230	225	141	195	197	166	251	251	250

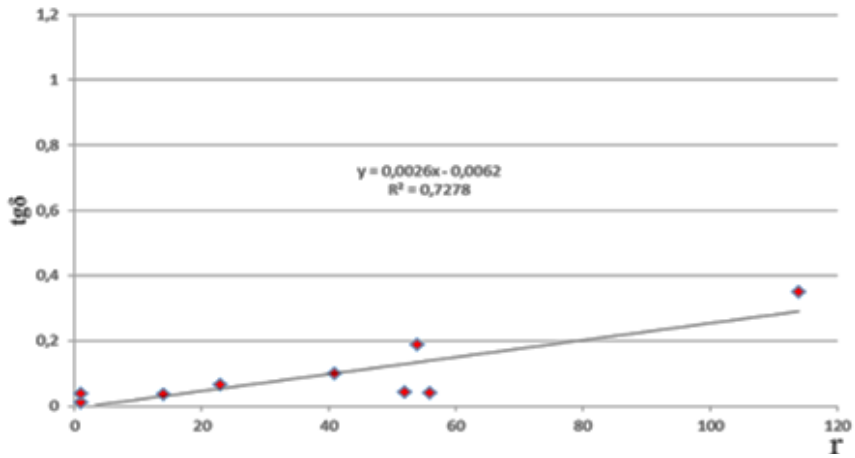


Fig. 2 Correlation dependence of the dielectric loss tangent at a temperature of 90°C on the chromaticity coordinate when transmitting white color for the GK oil grade (R=0.8531).

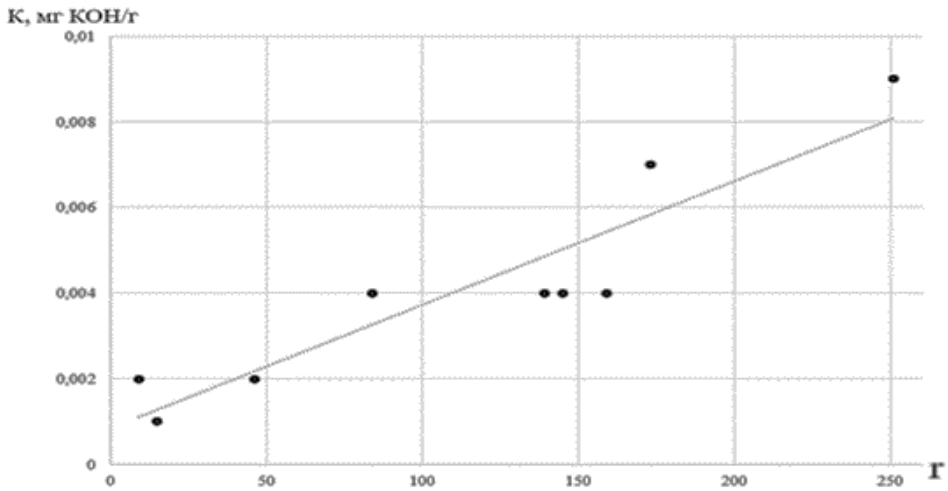


Fig 3. Correlation dependence of the acid number on the chromaticity coordinate r when a white light source is passed through the oil (beginning). R=0.92367

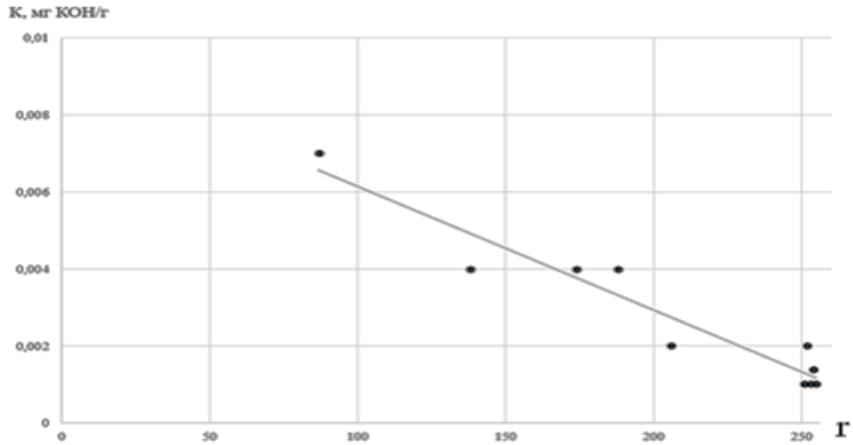


Fig 4. Correlation dependence of the acid number on the chromaticity coordinate r when a blue light source is passed through the oil (beginning). R= - 0.9581

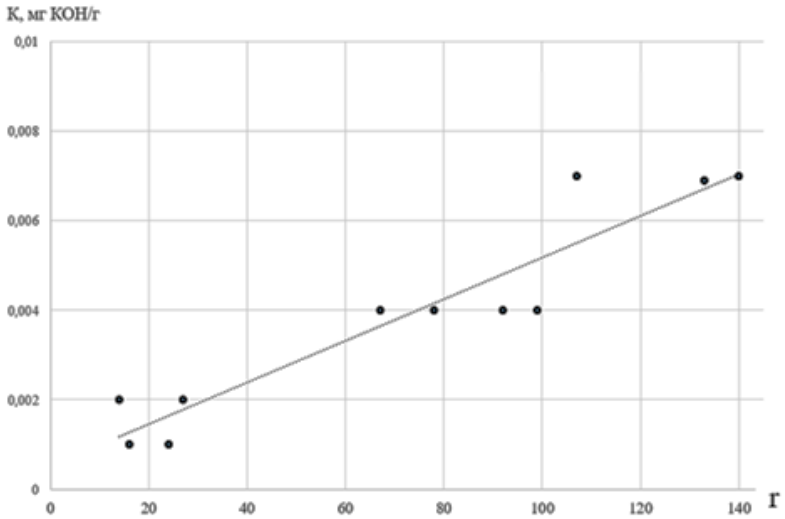


Fig 5. Correlation dependence of the acid number on the chromaticity coordinate r when a blue light source is passed through the oil (beginning). R= - 0.9581

Referens

1. Valiullina D.M., Ilyasova Yu.K. and Kozlov V.K. “Qualitative methods of spectral analysis in the diagnostics of transformer oils”, Izvestia of higher educational institutions, Energy problems, 2019. T. 21, № 1-2, pp. 87-92.

2. Valiullina D.M., Kozlov V.K. and Sadykov E.M. “Study of correlations between the characteristics of transformer oil”, Bulletin of KSTU im. A.N. Tupolev, 2021,
RD 34.45-51.300-97, “Scope and test standards”, [The scope and standards of testing electrical equipment, Moscow, 2001, p. 177].

3. Syrtsov A.I., Polovinka D.V. and Parsentiev O.S. “Increasing the reliability of power transformers by improving their testing”, 2016, № 32, pp. № 1, pp. 62–66.

4. Lipstein A., Shakhnovich M.I. “Transformer oil” Moscow, 1983, p. 296.

5. Okabe, G. Ueta and T. Tsuboi, “Investigation of aging degradation status of insulating elements in oil-immersed transformer and its diagnostic method based on field measurement data”, IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, 2013, Vol. 20, Iss.1, pp. 346–355.

6. Dumitran L.M., Setnescu R., Notingher P.V., Badicu L.V., Setnescu T. “Method for lifetime estimation of power transformer mineral oil”, Journal Fuel, London, 2014, v.117, pp. 756-762.

7. Valiullina D.M., Garifullin M.Sh. and. Kozlov V.K “Analytical review. Methods and means of diagnosing insulating oils”, Kazan: LLC "ITs Energoprogress", 2003, p. 144 .

8. Gainullina L.R., Tutubalina V.P. and Kharlampidi Kh.E. “Dependence of the dielectric characteristics of transformer oil on the hydrocarbon composition”, Vestnik tekhnologicheskogo universiteta, 2016, vol. 19, № 14, pp. 53-55.

9. Aizstrauts E.V. and Munkevics M.E. “Dielectric loss tangent as an indicator of the quality of insulating oils”, Electric Stations, № 1, 1985, pp. 69 - 72.

10. Kovalev V.D. “Power transformers. An important element at all levels of production, transmission and distribution of energy” [Analytical review of materials of the XVI International Conference “Power and distribution transformers and reactors. Diagnostic systems] Moscow, 2013, № 8, pp. 68–73.

11. Fofana I., Borsi H. and Gochenbach J. “Fundamental investigation on some transformer liquids under various outdoor condition”, IEEE Trans, on Dielec. and Electric. Insulat. 2001, vol. 8, №6, pp.1040–1047.

12. Vagapov T.R. and Volkova T.A. “Transformer oil as a diagnostic medium for power transformers”, [Electrotechnical complexes and systems: Proceedings of the international. scientificpractical conf. Ufa, 2016, pp. 39–42].

13.Lilan Liu, Hao Wu, Teqing Liu, Hua Feng, Huidong Tian and Zongren Peng, “Influence of Moisture and Temperature on The Frequency Domain Spectroscopy Characteristics of Transformer Oil”, IEEE International Conference on Dielectrics, 2016, vol. 1, pp. 565-568.

14. Mohamed Wahab A.A. , Hamada M.M., Zeitoun A.G. and Ismail G. “Novel modeling for the prediction of aged transformer oil characteristics”, 1999, vol. 51, Iss. 1, pp. 61-70.

15. S. Forouhari and A. Abu-Siada, “Remnant life estimation of power transformer based on IFT and acidity number of transformer oil”, [IEEE 11th International Conference on the Properties and Applications of Dielectric Materials (ICPADM), 2015, pp. 552-555].

16. Peng D., Yang D., Wang C.and Li M. “Research of the Dielectric Loss factor tan delta of Transformer Oil by Multi-Parameter Regression Analysis”, [Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, 2009, pp. 1-3].

17. Tomin V.P. and Korchevin E.N. “Study of the aging of transformer oils in an atmosphere of various gases under the action of an electric field”, Energetik, 2017, № 5, pp. 25–28.

18. Abdrashitov R. “Diagnostics and monitoring of power transformers”, [Proceedings of the international scientific-practical conference "The role and place of information technology in modern science", Ufa, 2018, pp. 19–21].76-86

XÜLASƏ

TRANSFORMATOR YAĞININ RƏNG KOORDİNATLARINA GÖRƏ VƏZİYYƏTİNİN DİAQNOSTİKASI

Kozlov V.K., Valiulina D.M., İksanova E.R.

Açar sözlər*: transformator yağı, dielektrik itkisi tangensi, turşu sayı, deqradasiya, korrelyasiya, rəng koordinatları.*

Elektrik enerjisi sənayesinin əsas elementi əsas komponenti transformator yağı olan güc transformatorlarıdır. Transformator yağının qocalması turşu sayının və dielektrik itkilərin artmasına, yağın rənginin dəyişməsinə və nəticədə yağla doldurulmuş avadanlığın bütün izolyasiya sisteminin etibarlılığının azalmasına səbəb olur. Məqalədə transformator yağlarının xromatiklik koordinatlarının təyini ilə tədqiqinin nəticələri təqdim olunur, həmçinin xromatiklik koordinatları ilə dielektrik itkisi tangensi və yağın turşu sayı arasında əlaqə qurulur.

РЕЗЮМЕ
ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА ПО ЕГО КООРДИНАТАМ ЦВЕТНОСТИ
Козлов В.К., Валиулина Д.М., Иксанова Е.Р.

Ключевые слова: *трансформаторное масло, тангенс угла диэлектрических потерь, кислотное число, деградация, корреляция, координаты цветности.*

Основным элементом электроэнергетики являются силовые трансформаторы, основной составляющей которых является трансформаторное масло. Старение трансформаторного масла приводит к увеличению кислотного числа и диэлектрических потерь, к изменению цвета масла и, как следствие, к снижению надежности всей системы изоляции маслонаполненного оборудования. В работе представлены результаты исследования трансформаторных масел с определением их координат цветности, а также установлена связь координат цветности с тангенсом угла диэлектрических потерь и кислотным числом масла.

ENERJİ TƏCHİZATI VƏ ÇİRKLƏNMƏ

Əhmədova R.R., Hüseynova A.E., Babayeva T.M.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
ahmedova.rahila@mail.ru, aybeniz.huseynova1965@gmail.com, tunzale.babayeva.84@mail.ru

Açar sözlər: *istilik elektrik stansiyaları (İES), Beynəlxalq Enerji Agentliyi (İEA), Dünya Resurslar İnstitutu (WRI), kükürd dioksid (SO_2) ağır metallar, karbon qazı (CO_2) azot oksidləri (NO_x)*

Enerji istehsalı və istehlakı dünya əhalisinin sağlamlığına təsir edir və ekoloji problemləri təhdid edir. Ən təhlükəli nəticələr arasında hava və suyun çirklənməsi, iqlim dəyişikliyi, nüvə tullantılarının yığılması var. Enerji təchizatına tələbat artır və bununla birlikdə ətraf mühitə olan ekoloji təsir də artır. Hazl hazırda dünya alimləri enerji problemlərinin necə həll olunacağını və ekoloji enerjinin olub olmadığı haqqında araşdırmalar aparır.

Bu gün enerji istehlakı qlobal istiləşməyə səbəb olan antropogen istixana qazları emissiyalarının ən böyük mənbəyidir. Bu qənaətə Dünya Resursları İnstitutu (WRI) gəlib. 2021-ci ilin məlumatlarına əsasən, enerji sektoru (nəqliyyat, istilik və enerji istehsalı, yaşayış və kommersiya binaları, sənaye istehsalı, tikinti və s. daxildir) qlobal emissiyaların 76%-ni təşkil edir. Enerjinin ətraf mühitə təsiri - kömür, neft və qaz nə qədər zərərlidir

Elektrik enerjisinin əsas hissəsi qalıq yanacaqların yandırılması ilə əldə edilir: kömür, təbii qaz, neft, şist, torf. Beynəlxalq Enerji Agentliyinin (IEA) 2021-ci il üçün məlumatına görə, dünyanın ən böyük enerji mənbəyi kömürdür, elektrik enerjisinin demək olar ki, 37%-i ondan əldə edilir, ondan sonra ikinci yeri təbii qaz (23,5%) tutur [1,2].

Problem ondadır ki, qalıq yanacaqlar tükənməkdə olan və sürətlə tükənən təbii resursdur. “Worldometer” saytı planetdə 200 milyard tondan az sübut edilmiş neft ehtiyatının olduğunu bildirir. Bu, indiki istehlak səviyyəsində 47 il üçün kifayətdir. Dünya kömür ehtiyatları 1 trilyon tondan bir qədər çox, təbii qaz isə təxminən 170 milyard kubmetrdir. Mövcud istehlak tempi ilə bu məbləğ müvafiq olaraq 133 və 52 il davam edəcək.

Bütün növ elektrik stansiyaları ətraf mühitə mənfi təsir göstərir. Qalıq yanacaqlar, biokütlə və tullantılar yandırıldıqda atmosferə karbon qazı, dəm qazı, kükürd dioksidi, azot oksidləri, hissəciklər, ağır metallar (məsələn, civə) atılır. Beynəlxalq ekoloji təşkilatların məlumatına görə 2018-ci ildə kömür, neft və qaz yanacağın yanmasından CO2 emissiyalarının əsas mənbələri olub.

İstilik elektrik stansiyalarında kömür, biokütlə və tullantılar tam yandırılmır. İstilik elektrik stansiyaları (İES) kül və şlak istehsal edir. Onların tərkibində arsen və ya civə kimi zəhərli elementlər var. Uçucu birləşmələr soba qazları ilə birlikdə hava ilə daşınır. Bundan əlavə, kömürlə işləyən elektrik stansiyaları ya külü tullantı poliqonlarına, ya da su ilə qarışdırılaraq xüsusi çənlərdə saxlanılır.

İstilik elektrik stansiyalarında qalıq yanacaq yanmasının demək olar ki, bütün yan məhsulları ətraf mühitə və insan sağlamlığına zərər verir. Məsələn, kükürd dioksidi suda yaşayan bitki və heyvanlar üçün təhlükəli olan turşu yağışlarına səbəb olur. İnsanlarda, xüsusən də uşaqlarda və yaşlılarda ürək və tənəffüs xəstəliklərini yaranmasına səbəb olur. Azot oksidləri yer kürəsində ozonun əmələ gəlməsində iştirak edir, olduqca zəhərlidir və ağciyər xərçənginə səbəb ola bilər. Bundan əlavə, troposfer ozonu iqlim dəyişikliyini gücləndirən istixana qazıdır. İstilik elektrik stansiyalarının işi zamanı planetin ən güclü çirkləndiriciləri kömür hesab olunur. Mütəxəssislərin fikrincə, onlar atmosferə çoxlu miqdarda azot oksidləri, kükürd dioksidi, karbon qazı, ağır metallar və hissəciklər buraxırlar. Beynəlxalq təşkilatlar kömürlə işləyən elektrik

stansiyalarını ən mühüm çirklənmə mənbəyi kimi tanıyır və bütün enerji ilə bağlı CO2 emissiyalarının 30%-ni təşkil edir [1].

2020-ci ildə beynəlxalq Enerji və Təmiz Hava Araşdırmaları Mərkəzi araşdırmaların müəllifləri belə nəticəyə gəliblər ki, dünya iqtisadiyyatı qaz yanacaqlarının yanmasının təsirləri səbəbindən hər gün 8 milyard dollar itirir. Çirkli hava hər il dünyada 4,5 milyon insanın həyatına son qoya bilər.

Su elektrik stansiyalarının təbiətə təsiri

Su elektrik enerjisindən istixana qazı emissiyaları azdır. Bununla belə, Ekoloji təşkilatların məlumatına görə, potensial istixana qazı emissiyalarının 28%-ə qədəri bitki örtüyünün çürüməsindən asılı olaraq su elektrik anbarları ilə bağlıdır. Eyni zamanda, su elektrik stansiyaları bəndlərin və su anbarlarının tikintisi zamanı su altında qalan heyvanların yaşayış mühitinə, kənd təsərrüfatı torpaqlarına, yaxınlıqdakı meşələrə və yaşayış məntəqələrinə mənfi təsir göstərə bilər.

Su anbarının doldurulması bütün yerüstü bitki örtüyünü məhv edir, bir çox heyvanı çay vadilərində yaşayış yerlərindən məhrum edir. Beləliklə, su elektrik stansiyaları artıq nəsli kəsilməkdə olan növləri təhdid edir. Bundan əlavə, bütün balıq növlərinin 40%-i çay hövzələrində yaşayır və bəndlər onların miqrasiya yollarını pozur və bununla da əhaliyə təsir göstərir.

Enerji problemləri həll edilə bilər. Qalıq yanacaqlardan imtina etməklə bu sənayenin təbiətə təsirini kökündən azaltmaq mümkün olacaq. Alternativ mənbələrdən istifadə etməklə enerji istehsal oluna bilər. Bunlara külək, günəş işığı, su axınları və Yerin geotermal istilik, bioyanacaq (ağac, torf, etanol, metanol və s.) daxildir. Bərpa olunan enerji mənbələri ekoloji cəhətdən təmiz hesab olunur, çünki onların enerji istehsalı qalıq yanacaqların yandırılması ilə müqayisədə daha az karbon qazı daşıyır [2].

Beynəlxalq ekologiya təşkilatlarının məlumatına görə, 2020-ci ildə dünya üzrə elektrik enerjisi istehsalında bərpa olunan enerji mənbələrinin payı 29%-a çatıb. Ekoloji ekspertlər hesablayıblar ki, 2050-ci ilə qədər sıfır CO2 emissiyasına nail olmaq və qlobal istiləşməni təhlükəsiz hədlərdə (1,5-2°C) saxlamaq üçün dünya enerjisinin 60%-i bərpa olunan enerji hesabına istehsal edilməlidir. Bu, hətta texnologiyanın indiki inkişaf səviyyəsini nəzərə alsaq, kifayət qədər realdır.

Ədəbiyyat

1. Экология: учебник / В. Н. Большаков [и др.]; под ред. Г. В. Тягунова, Ю. Г. Ярошенко. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Университетская книга: Логос, 2010. 504 с.
2. Экология: (Адаптированный курс для бакалавров) / В. Н. Большаков [и др.]; под ред. Г. В. Тягунова, Ю. Г. Ярошенко. М. : КНОРУС, 2014. 377 с.

РЕЗЮМЕ
ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Ахмедова Р.Р., Гусейнова А.Е., Бабаева Т.М.

***Ключевые слова**: тепловые электростанции (PPP), Международное энергетическое агентство (IEA), Институт мировых ресурсов (WRI), диоксид серы (SO2) тяжелые металлы, диоксид углерода (CO_2) оксиды азота (NOx)*

Производство и потребление энергии влияет на здоровье населения мира и угрожает экологическими проблемами. Среди наиболее опасных последствий – загрязнение воздуха и воды, изменение климата, накопление ядерных отходов. Спрос на энергоснабжение растет, а вместе с ним увеличивается и воздействие на окружающую среду. В настоящее время мировые ученые проводят исследования, по решению энергетических проблем и существованию экологической энергетики.

SUMMARY
ENERGY SUPPLY AND POLLUTION

Ahmadova R.R., Huseynova A.E., Babayeva T.M.

***Keywords:** Thermal power plants (PPP), International Energy Agency (IEA), World Resources Institute (WRI), sulfur dioxide (SO2) heavy metals, carbon dioxide (CO2) nitrogen oxides (NOx)*

Energy production and consumption affects the health of the world's population and threatens environmental problems. Among the most dangerous consequences are air and water pollution, climate change, and the accumulation of nuclear waste. The demand for energy supply is increasing and with it the environmental impact is also increasing. Currently, world scientists are conducting research on solving energy problems and the existence of ecological energy y.

ENERJİ SƏNAYESİNİN ƏTRAF MÜHİT PROBLEMLƏRİ VƏ ONLARIN HƏLLİ YOLLARI

Aşurova N.D. , Seyidova G.M., Əliyeva A.Ş.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
nargiz.ashurova.1976@mail.ru, gulaye.seyidova@mail.ru, azade.efendi@mail.ru

Açar sözlər: *üzvi yanacaq, istilik elektrik stansiyaları (İES), soba qazı, kükürd dioksid (SO2) ağır metallar, karbon qazı (CO2) azot oksidləri (NOx)*

Hal-hazırda enerji ehtiyatı əsasən üç növ: - üzvi yanacaq, su və atom nüvəsi tərəfindən qarşılanır. Eyni zamanda, qalıq yanacaqların tərkibində əhəmiyyətli miqdarda enerji,istilik şəklində istifadə olunur və onun yalnız bir hissəsi elektrik enerjisinə çevrilir. Bununla belə, hər iki halda, üzvi yanacaqdan enerjinin ayrılması yanma məhsullarının ətraf mühitə buraxılması ilə əlaqələndirilir. İstilik elektrik stansiyalarının ətraf mühitə təsiri əsasən yanacağın növündən asılıdır. Bərk yanacaq yandırıldıqda atmosferə uçucu kül buraxılır. Yanacağın yanması zamanı yanmamış yanacaq hissəcikləri, kükürdlü anhidridlər, azot oksidləri ilə, müəyyən miqdarda flüor birləşmələri, həmçinin natamam qaz halında olan məhsullar alınır.

Bəşəriyyət yeni ekoloji təmiz enerji mənbələrini getdikcə daha geniş miqyasda tətbiq edir. Bununla belə, ənənəvi enerji mənbələrinin yeni, ekoloji təmiz enerji mənbələri ilə əvəz olunması indiyədək öz həllini gözləyən məsələ kimi qalır. Dünyada nefti, qazı, kömürü, atom enerjisini hələlik heç nə ilə əvəz etmək mümkün deyildir. Yeganə ümid yeri təmiz enerjiyə şans verməklə bəşər sivilizasiyasının həyat üslubunu kökündən dəyişməkdir. Günəş istiliyinin toplanması və yığılıb saxlanması ən optimal variantlardan biridir.

Maye yanacağı (mazut) soba qazları ilə yandırarkən atmosferə kükürdlü anhidridlər, azot oksidləri, onların birləşmələri vanadium, natrium duzları, həmçinin təmizlənmə zamanı qazanların səthindən çıxarılan maddələr daxil olur.

Ekoloji baxımdan, maye yanacaq daha "gigiyenikdir", yəni tamamilə yox olur. Maye yanacaqların yanma məhsulları tərkibində uçan kül yoxdur. Maye yanacaqlara təbii qaz da daxildir.

İstilik energetikası sənayesində kütləvi atmosfer emissiyalarının mənbəyi iri tonajlı bərk tullantılar istilik elektrik stansiyaları, müəssisələr və buxar elektrik qurğuları və s. Həmçinin istilik energetikasında böyük miqdarda qaz emissiyaları ilə yanaşı bərk tullantılar (kül və şlak) daxildir.

Kömürlə işləyən istilik elektrik stansiyası üçün 3,6 milyon ton kömür, 150 m3 su və ildə təxminən 30 milyard m3 hava sərf olunur[1,2].

Enerji obyektlərinin qaz, maye və bərk fazalar şəklində çirklənməsi və tullantıları iki hissəyə bölünür: biri qlobal dəyişikliklərə səbəb olur, digəri - regional və yerli. Enerji və qalıq yanacağın yanması əsas qlobal problem olaraq qalır. Çirkləndiricilər atmosferə daxil olurlar və yığılmalarına görə dəyişirlər. O cümlədən atmosferin kiçik qaz komponentlərinin, istixana qazlarının konsentrasiyası konsentrasiyası durmadan artır.

Hal-hazırda istehsal olunan elektrik enerjisinin 80%-i üzvi yanacaqları yandırmaqla istilik elektr0ik stansiyalarında və atom elektrik stansiyalarında alınır. Qalan 20% elektrik enerjisi su elektrik stansiyalarının, külək elektrik stansiyalarının, dəniz qabarma-çəkilmə elektrik stansiyalarının və Günəş elektrik stansiyalarının hesabınadır. Sonuncu elektrik stansiyaların ətraf mühitə zərərli təsirləri az da olsa vardır: Məsələn su elektrik stansiyalarında, yığılan suyun tərkibindəki biogen elementlərin təsirindən suyun evtrofikasiyası baş verir ki, bu da sürətlə artan yosunların oksigeni mənimsəyib balıqlar üçün zərərli maddələrin suya buraxılması və özlərinin qırıldıqdan sonra əmələ gələn pis iy verməsi hesabınadır. Bundan əlavə su elektrik stansiyalarının altında qalan bitkilərin anaerob şəraitdə çürüməsi nəticəsində ətraf mühitə xeyli miqdarda pis iyli hidrogen sulfid qazının ayrılması ilə və parnik effektinə malik olan metanın və karbon qazının ayrılmasına səbəb olur. Alimlərin proqnozuna görə Günəş elektrik stansiyaları hal-hazırda, texniki çətin olsa da, yaxın 50 ildə dünya əhalisinin enerjiyə olan tələbatının 5-15%-ni verəcəkdir. Xüsusilə isti ölkələrdə və ildə ~300 gün günəş şüası düşən cənub ölkələrində günəş elektrik stansiyaları enerjiyə olan tələbatın 10-15%-ni ödəyəcəkdir[1].

Üzvi yanacaqlarla işləyən İstilik elektrik stansiyalarında 30 il ərzində (1990-2010) 550 milyard barel neft, 140 milyard ton daş kömür, 15 trilyon m^3 qaz yandırılmışdır. Bu yanacaqların yanması nəticəsində aşağıdakı cədvəldən göründüyü kimi ildə atmosferə 100 milyardlarla ton karbon qazı, kükürd qazı azot oksidləri, dəm qazı, mexaniki qarışıqlar, tam yanmayan karbohidrogenlər daxil olur.

Gücü 1000 mqvt olan elektrik stansiyasının atmosferə tullantıları (tonlarla)

Yanacağın növü	Karbohidrogen	Dəm qazı	NO_x	SO_2	Hissəciklər
Kömür	400	2000	2700	110000	3000
Mazut	470	700	2500	3700	1200
Təbii qaz	34	-	2000	20,4	500

Cədvəldən göründüyü kimi ətraf mühit üçün az tullantılı yanacaq növü qaz yanacaği hesab olunur. Kömür yanacağından atmosferə zəhərli dəm qazı tam yanmış karbohidrogenlər, mexaniki qarışıqlar çoxlu daxil olur. Bundan əlavə daş kömür yananda hər 6 ton kömürdən 1 ton bərk tullantı – kül əmələ gəlir [2]. Külün tərkibindəki civəni (2-3 qr) və kadmiumu ayırdıqdan sonra sulfat, nitrat turşuları ilə emal edib gübrə kimi istifadə etmək olar. Hər ton kömür yananda 3,6 ton qlobal istiləşməyə səbəb olan karbon qazı əmələ gəlir. Bundan əlavə istilik elektrik stansiyalarının axıntı suları ilə 82 ton sulfat turşusunun duzları, 26 ton xloridlər, 41 ton fosfat turşusunun duzları su tutarlara daxil olur. Istilik elektrik stansiyalarının enerjisindən istifadə əmsalı 30-40%-dən yuxarı deyildir. Yanacağın qalan hissəsini (60-70%) havaya yandırılıb biosferin qlobal istiləşməsinə səbəb olurlar.

Ədəbiyyat

1. Абрамов А.И. Повышение экологической безопасности тепловых электростанций: Учеб. пособие /А.И.Абрамов, Д.П. Елизаров, А.Н.Ремезов и др. М.: Изд-во МЭИ, 2001. 378 с.
2. Экология энергетики: Учебное пособие/Под общей редакцией В.Я.Путилова. М.: Издво МЭИ, 2003. 716 с.

РЕЗЮМЕ
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ И ИХ РЕШЕНИЕ
Ашурова Н.Д., Сеидова Г.М, Алиева А.Ш.

Ключевые слова*: органическое топливо, тепловые электростанции (СЭС), топочный газ, диоксид серы (SO2), тяжелые металлы, диоксид углерода (CO2), оксиды азота (NOx)*

В настоящее время энергозапас в основном удовлетворяется тремя видами: органическим топливом, водным и ядерным. В то же время ископаемые виды топлива содержат значительное количество энергии в виде тепла, и лишь часть ее преобразуется в электричество. Однако в обоих случаях выделение энергии из органического топлива связано с выбросом продуктов сгорания в окружающую среду. Воздействие тепловых электростанций на окружающую среду в основном зависит от вида топлива. При сжигании твердого топлива летучая зола выбрасывается в атмосферу. При сгорании топлива образуются его несгоревшие частицы, ангидриды серы, оксиды азота, некоторое количество соединений фтора и неполные газообразные продукты.

SUMMARY
ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF ENERGY AND THEIR SOLUTION
Ashurova N.D., Seyidova G.M , Aliyeva A.Sh.

Keywords: *thermal power plants (TPP), International Energy Agency (IEA), World Resources Institute (WRI), sulfur dioxide (SO2) heavy metals, carbon dioxide (CO2) nitrogen oxides (NOx)*

Currently, the energy reserve is mainly met by three types: - organic fuel, water and nuclear. At the same time, fossil fuels contain a significant amount of energy, in the form of heat, and only a part of it is converted into electricity. However, in both cases, the release of energy from the organic fuel is associated with the release of combustion products into the environment. The environmental impact of thermal power plants mainly depends on the type of fuel. When solid fuel is burned, fly ash is released into the atmosphere. During fuel combustion, unburned fuel particles, sulfur anhydrides, nitrogen oxides, a certain amount of fluorine compounds, and incomplete gaseous products are obtained.

SU OBYEKTLƏRİNİN TERMAL ÇİRKLƏNMƏSİ

Hacıyeva X.Ə., Quliyeva A.A., Avdunova A.M.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
haciyevaxeyale@mail.ru, aidaquliyeva1952@gmail.com , aynura_avdunova8787@mail.ru

Açar sözlər: *istilik elektrik stansiyası (İES), turbin, hidroloji, su elektrik stansiyası (SES), ekosistem, çirklənmə*

Su obyektlərinin termal çirklənməsi ilə onların vəziyyətində müxtəlif ekoloji fəsadlara səbəb olur. İstilik elektrik stansiyaları turbinlərdən qızdırılan buxarla idarə olunmaqla istifadə edərək enerji istehsal edilir. Turbinləri su ilə soyutmaq məqsədilə işlənmiş buxar, elektrik stansiyasından davamlı olaraq su axını axır, adətən 8-12 ° C-də qızdırılır və su anbarına axıdılır. Böyük su elektrik stansiyalarına ehtiyac var, çünki onlar qızdırılmış vəziyyətdə 80-90 m^3/s su buraxırlar. Belə su anbarının olmadığını bildirir.

Məlumdur ki, atmosferdə əvvəllər praktiki olaraq olmayan qazlar hal-hazırda yaranmağa başlamışdır. Onlardan xloroflorokarbonları misal göstərmək olar. Bunlar yüksək istixana effektinə malik qlobal çirkləndiricilərdir. Eyni zamanda stratosferin ozon ekranının məhv edilməsində iştirak edir. Beləliklə, qeyd etmək lazımdır ki, indiki mərhələdə istilik elektrik stansiyaları bütün təhlükəli tullantıların ümumi miqdarının təxminən 20%-ni atmosferə buraxır. Onlar yerləşdikləri ərazinin ətraf mühitinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərirlər və bütövlükdə biosferin ekoloji vəziyyətinə mənfi təsir göstərir.

İstilik elektrik stansiyalarının tullantı sularının və onların ərazilərindən tullantılarla çirklənmiş yağış sularının tərkibində vanadium, nikel, flüor, fenollar və neft məhsulları, su obyektlərinə atıldıqda suyun keyfiyyətinə təsir göstərir. Müəyyən maddələrin kimyəvi tərkibindəki

dəyişiklik pozuntuya səbəb olur, o cümlədən su anbarında yaradılmış yaşayış şəraiti suda yaşayan orqanizmlərin və bakteriyaların bolluğu, həmçinin sanitar vəziyyətinin su obyektlərinin çirklənmədən özünütəmizləmə proseslərinin pozulması və onların pisləşməsinə gətirib çıxara bilər.

Çayların qovuşduğu yerdə yaranan istilik zonası su tökmə məntəqəsində temperaturun maksimum olduğu anbarın özünəməxsus bölməsi və ondan uzaqlaşdıqca temperature fərqi azalr. Böyük istilik elektrik stansiyalarının bir neçə 102km ərazini tutur [1,2].

Qışda qızdırılan zonada polinyalar əmələ gəlir (şimal və orta enliklər). Yay aylarında suyun təbii temperaturu qızdırılan suqəbuledici zonalarda temperaturdan asılıdır. Bir su anbarında suyun temperaturu 20 ° C-dirsə, onda istilik zonası, 28-32°C-ə çata bilər.

Su anbarında temperaturun yüksəlməsi və onların təbiiliyinin pozulması nəticəsində hidrotermal rejim suyun "çirklənmə" proseslərini gücləndirir. Qazların suda həll olma qabiliyyəti azlır, suyun fiziki xüsusiyyətləri, kimyəvi və bioloji proseslər istilik zonasında suyun şəffaflığı azalır, pH artır, parçalanma sürəti asanlıqla artır. Oksidləşdirici maddələr olan suda fotosintez sürəti nəzərəçarpacaq dərəcədə azalır.

Su ehtiyatlarından əldə edilən enerjinin nisbətən ucuz olmasına baxmayaraq, onların enerji balansında payı getdikcə azalır. Bu, tükənmə ilə əlaqədardır. Su anbarları ucuz resursları və geniş ərazi tutumu ilə düzənlikləri əhatə edir. Güman edilir ki, gələcəkdə dünya su elektrik enerjisi istehsalı olunmayacaq çünki, ümumi məbləğin 5%-dən artıqdır.

Su elektrik stansiyalarında alınan enerjinin payının azalmasının ən mühüm səbəblərindən biri də hidrotexniki qurğuların tikintisinin və istismarının bütün mərhələlərinin ətraf mühitə güclü təsirdir. Müxtəlif araşdırmalara görə, hidroenergetikanın ən əhəmiyyətli təsirlərindən biri də ətraf mühitə münbit əhəmiyyətli sahələrin mənimsənilməsidir. Rusiya Federasiyasıda 6 milyon hektardan az torpaqlar su ehtiyatlarının istifadəsi səbəbindən elektrik enerjisinin 20%-dən çoxu istehsal olunmur. Onların yerində təbii ekosistemlər məhv edilib. Yeraltı suların səviyyəsinin qalxması nəticəsində su anbarlarının yaxınlığındakı əhəmiyyətli ərazilər su altında qalır.

Belə şəraitdə su basmış torpaqların 10%-i əhatə edir və daşqınlar daha çox olur. Torpaqların və onların ekosistemlərinin məhvi, həm də sahil xəttinin formalaşması zamanı onların su ilə məhv edilməsi (aşınması) nəticəsində baş verir. Aşındırıcı proseslər adətən onilliklərlə davam edir, nəticədə böyük torpaq kütlələrinin emalı, suyun çirklənməsi, su anbarlarının lillənməsinə səbəb olur. Belə ki, su anbarlarının tikintisi hidroloji vəziyyətin kəskin pozulması, çayların rejimi, onların ekosistemləri və hidrobiontların növ tərkibi ilə bağlıdır.

Su anbarlarında suların istiləşməsi kəskin şəkildə artır, bu da itkini gücləndirir oksigen və istilik çirklənməsi nəticəsində yaranan digər prosesləri sürətləndirir. Son olaraq biogen maddələrin toplanması ilə birlikdə su hövzələrinin çoxalmasına şərait yaradır və yosunların, o cümlədən zəhərli mavi-yaşılların intensiv inkişafını yaradır [1]. Eləcə də suların ləng yenilənməsi ilə əlaqədar olaraq onların özünü təmizləmə qabiliyyəti zəifləyir. Suyun keyfiyyətinin pisləşməsi onun bir çox sakininin ölümünə səbəb olur. Artan balıq ehtiyatının xəstələnməsi, xüsusilə helmintlərə qarşı həssaslıq yaranır. Dadın azalması və su hövzəsinin keyfiyyəti aşağı olur.

Balıqların miqrasiya yolları pozulur, qida torpaqları, kürü tökmə yerləri məhv edilir. Volqa Xəzər su hövzələri üzərində su elektrik kaskadının tikintisi nərə balıqlarının kürü tökmə yerini zəbt etdi və əhəmiyyətini itirdi. Nəhayət, çay sistemləri tranzitdən su anbarları tərəfindən bağlandı tranzit-akkumulyatora çevrilir. Burada qida maddələrinə əlavə olaraq ağır metallar, radioaktiv elementlər və bir çox pestisidlər toplayır uzun ömür dövr edir. edir. Su anbarları ləğv edildikdən sonra tutduğu ərazilərdən istifadə yığım məhsulları ehtimalı problemli edir. Su anbarları atmosfer proseslərinə əhəmiyyətli təsir göstərir. Məsələn,

quru (quraq) rayonlarda, su anbarlarının səthindən buxarlanma bərabər quru səthindən on dəfə buxarlanmadan artıqdır. Dumanlı hadisələrdən artan buxarlanma hava istiliyinin azalması ilə əlaqələndirilir.

Su anbarlarının yaxın ərazilərdəki torpaqların istilik balansları arasındakı fərq meh kimi yerli küləklərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Bu və digər hadisələr ekosistemlərin dəyişməsi (həmişə müsbət deyil), havanın dəyişməsi ilə nəticələnir. Bir sıra su anbarı zonasında kənd təsərrüfatının istiqamətini dəyişmək lazımdır. Məsələn, ölkəmizin cənub bölgələrində bəzi istiliksevər bitkilər (bostanlar) yoxdur yetişməyə vaxt tapır, bitkilərin tezliyi artır, məhsulların keyfiyyəti pisləşir.

Ətraf mühit üçün hidravlik tikinti xərcləri dağlıq ərazilərdə nəzərəçarpacaq dərəcədə aşağıdır. Su anbarları adətən kiçik ərazidə olur. Lakin seysmik dağlıq rayonlarda su anbarları zəlzələlərə səbəb ola bilər. Bəzən şans torpaq sürüşmələri və bəndlərin mümkün dağılması nəticəsində fəlakətlərin baş vermə ehtimalı artır.

Su enerjisindən, hidroenergetikadan istifadə texnologiyasının xüsusiyyətlərinə görə obyektlər təbii prosesləri çox uzun müddətə dəyişdirir. Misal üçün su elektrik anbarı (və ya hidroelektrik şəlaləsi vəziyyətində su anbarları sistemi) mövcud ola bilər. On və yüz illərlə, təbii su axınının yerində texnogen təbii proseslərin süni tənzimlənməsi ilə obyekt - təbii və texniki sistemi (PTS) əvəz olunur [2].

SES-lərin ətraf mühitə təsirini nəzərə alaraq, yenə də qeyd etmək lazımdır ki, su elektrik stansiyasının təhlükəsizlik dərəcəsi hər milyard kVt/saat elektrik enerjisi istehsalından asılıdır. İstilik elektrik stansiyaları (İES) ilə yanaşı əvəzinə Su elektrik stansiyaları (SES) ölüm hallarının ildə 100-226 nəfər azalmasına səbəb olur. Nüvə enerjisi hazırda ən çox ümidverici hesab edilə bilər Bu, həm nüvə yanacağının nisbətən böyük ehtiyatları, həm də ətraf mühitə yumşaq təsiri ilə əlaqədardır. Faydalı resurs yataqlarına bağlı olmadan atom elektrik stansiyasının tikintisi, onların daşınma kiçik həcmlərə görə əhəmiyyətli xərc tələb etmir.

Ədəbiyyat

1. Лахтин Ю. М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – 3-е изд. – М.: Машиностроение, 1990. – 528 с.
2. Любимов Б.В. Специальные защитные покрытия в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2005.– 324 с.

РЕЗЮМЕ
ТЕРМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ
Гаджиева Х.А., Гулиева А.А., Авдунова А.М.

***Ключевые слова**: тепловая электростанция (ГЭС), турбина, гидрологическая, гидроэлектростанция (ГЭС), экосистема, загрязнение.*

Термическое загрязнение водоемов вызывает различные экологические последствия в их состоянии. Тепловые электростанции производят энергию с помощью турбин, приводимых в движение нагретым паром. Для охлаждения турбин водой отработавший пар непрерывно поступает от электростанции, нагревается до 8-12°С и сбрасывается в водохранилище. Большие ГЭС нужны потому, что они выпускают 80-90 м3/с воды в нагретом состоянии.

SUMMARY
THERMAL POLLUTION OF WATER BODIES
Hajiyeva K.A., Guliyeva A.A., Avdunova A.M.

***Keywords**: thermal power plant (TPP), turbine, hydrological, hydroelectric plant (HPP), ecosystem, pollution.*

Thermal pollution of water bodies causes various environmental consequences in their condition. Thermal power plants produce energy using turbines driven by heated steam. In order to cool the turbines with water, the exhausted steam flows continuously from the power plant, heated to 8-12 °C, and discharged into the reservoir. Large hydroelectric plants are needed because they release 80-90 m3/s of water in the heated state. It says that there is no reservoir.

К ВОПРОСУ ОБ ИСКУССТВЕННОЙ ОБРАБОТКЕ ГРУНТА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕМОНТА НИЗКООМНЫХ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ

[1]Павлович И. А., [2]Скрипко А. Н., [2]Скрипко А. Н., [3]Шевчик Н. Е.
[1]Белорусский государственный аграрный технический университет, Минск, Беларусь,
[2]ООО «ТерраЦинк», Минск, Беларусь
[3]Институт энергетики НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь
mrchesel20@gmail.com , skripko32@gmail.com , neshevchik@gmail.com

***Ключевые слова**: смесь электролитическая, грунт, заземляющее устройство*

Приведены результаты исследований по перспективности искусственной обработки грунта электролитическими смесями для строительства и ремонта низкоомных заземляющих устройств. Выявлены рабочие параметры электролитической смеси, предназначенной для искусственной обработки грунта, определены практический и экономический эффект от ее применения, область использования.

Одним из проблемных вопросов в энергетике является обеспечение низкого и стабильного сопротивления заземляющего устройства в грунтах с высоким удельным сопротивлением. Сегодня в подобных грунтах для обеспечения соответствия сопротивления требованиям [1] зачастую применяют металлоемкий контур заземления, для которого необходимо использовать большое количество стальных вертикальных стержней и соединительной стальной полосы, такой контур заземления занимает полезную площадь, отведенную для строительства объекта.

Для снижения сопротивления заземляющих устройств в высокоомных грунтах литературой [1] рекомендуется применение глубинных заземлителей, вынос заземлителей, устройство заземлителей с большой площадью и специальная обработка грунта. По мнению авторов эффективным и экономически выгодным путем снижения сопротивления заземляющего устройства является искусственная обработка грунта. Снижение величины удельного сопротивления грунта повышает его проводимость и требуется меньше затрат и усилий на монтаж заземляющего устройства.

Из литературы [2-5] известно, что повысить электропроводимость грунта, например, возможно его трамбовкой, грунтзамещением на грунт с более низким удельным сопротивлением, искусственной обработкой грунта. Трамбовка считается одним из бюджетных способов. Однако на практике эффективность такого способа составляет всего 10-20% и, как следствие, не сильно влияет на уменьшение металлоемкости заземляющего устройства. Грунт замещение обеспечивает снижение сопротивления заземляющего устройства в среднем в 2,5 раза. Как оказалось, такой способ оказался экономически не выгодным из-за логистических расходов по доставке больших объемов грунтов с более низким удельным сопротивлением, применения большого количества специальной техники.

Широко известен способ введения в грунт раствора поваренной соли. Однако обработка солью дает краткосрочный сезонный эффект. Введение в грунт металлов в тонкоизмельченном виде в коллоидных растворах показало, что коллоиды не более устойчивы в грунте, чем соляные растворы, и постепенно вымываются из близлежащих к заземляющему устройству слоев.

В развитие способа искусственной обработки грунта на рынке существует масса примеров сухих электролитических смесей [6-8], в основе которых содержаться соль, глина, торф, бетонит, графит, шлак, зола и т.д. Однако в них не разрешен главный вопрос – обеспечение гидростабилизирующей функции, необходимой для долгосрочного поддержания высокой электропроводимости грунта, при относительно небольшой стоимости.

В республике искусственная обработка грунта получила развитие более 10-ти лет назад. До настоящего времени ведутся постоянные исследования, направленные на поиск оптимальных составов электролитических смесей, гарантировано обеспечивающих снижение удельного сопротивления грунта.

Так, известен опыт белорусских ученых по разработке смесей на основе гидролизованного полиакрилонитрила для уменьшения удельного электрического сопротивления грунта [3]. Авторы указанной работы провели ряд натурных экспериментов, связанных с обработкой смесью на основе гидролизованного полиакрилонитрила околоэлектродного объема заземлителя и установили, что применение смеси позволило до трех раз уменьшить сопротивление заземляющих устройств в сравнении с контрольными, сгладить сезонные колебания сопротивления заземляющего устройства и капитальные затраты на его монтаж. Разработанный продукт (смесь) не нашел промышленного внедрения, а натурные эксперименты проводились только вертикальных стрежневых заземлителях.

В развитие результатов работы [3] известен первый белорусский опыт опытного внедрения смеси для нормализации сопротивления заземления [8], который произошел в 2018 году. Ее применение позволило при строительстве заземляющего устройства по проекту заземления «ВЛ - 110 КВ Ивацевичи - 220 - Остров опора № 153» обеспечить сопротивление 1,3 Ома при сокращении количества материалов, а также земляных работ до 25%. Достигнутые положительные результаты по опытной эксплуатации, приведенные в работе [8], не были подтверждены последующим электрофизическим измерениями.

В 2021 году в республики произошел новый виток исследований в данном направлении. Целью исследований послужила необходимость разработки национального аналога электролитического заземления, для которого требовалась разработка новых видов

электролитических смесей. Авторами работы [9] рассмотрен вариант организации заземляющего устройства при помощи разработанного электролитического заземлителя [10]. Обоснована возможность использования электролитического заземлителя в высокоомных, в ограниченных условиях строительства заземляющего устройства. Было установлено, что применение электролитического заземлителя позволяет обеспечить снижение сопротивления растеканию тока контура заземления до 10-15 раз, в сравнении с контрольным контуром.

В рамках исследований [9] был разработан отличный от аналогов [3, 6, 8] состав электролитической смеси [11] на основе электролита, глинистого компонента и минеральных веществ с низким удельным сопротивлением. На смесь были получены необходимые гигиенические заключения. Натурные и лабораторные исследования смеси показали, что ее рабочее состояние – вязкая субстанция (12–25 % влажности в массовом соотношении), при котором смесь имеет удельное сопротивление 0,26 Ом×м, долгое время не вымывается и не теряет в объеме. Введение в около электродное пространство заземляющего устройства смеси [11] способно уменьшить удельное сопротивление грунта от 25 до 75,5%, в зависимости от объема смеси и свойств грунта. Смесь [11] не имеет сильной зависимости от воздействия низких температур, что актуально для ее применения на небольшой глубине либо вечномерзлых грунтов, обладает высокой влагоудерживающей способностью.

Применение смеси нашло двойное использование с вертикальным стержневым заземлителем. В ходе экспериментов было установлено, что ее применение сразу после монтажа позволяет до 1,7 снижать сопротивление заземляющего устройства по отношению к контрольному контуру. Через 30 дней после монтажа падение величины сопротивления заземлявшего устройства составило 2,1 раза, а через 115 дней – 2,9 раза. Таким образом, была доказана заявленная в технических условиях [11] эффективность применения смеси, а также установлена ее практическая значимость: продукт позволяет снизить капитальные затраты на строительство заземляющего устройства, обеспечивать ремонт заземляющих устройств, введенных в эксплуатацию ранее минимальными усилиями, Данное обстоятельство позволяет декларировать ресурсосберегающее значение смеси [11].

Смесь [11] совместно с электролитическим заземлителем прошла опытную апробацию в условиях Республики Беларусь, Армении. В результате апробации в пригороде г. Еревана в грунте с удельным электрическим сопротивлении свыше 300 Ом×м сопротивление заземляющего устройства через 60 дней показало 5,9 Ом. Экономический эффект составил 4,1 раза по отношению к модульно-стержневым вертикальным заземлителям и горизонтальной полосы. На опытной площадке в Минском районе одним электролитическим горизонтальным 3-х метровым заземлителем в грунте с удельным сопротивлением свыше 400 Ом при помощи электролитического заземления была достигнута величина заземляющего устройства 9,8 Ом. Эффект был выражен в малой металлоемкости заземляющего устройства и низкой стоимости монтажа.

В настоящее время результаты применения смеси [11] прошли публичное обсуждение на международных научно-практических конференциях, площадке Международного научного семинара им. Ю.Н.Руденко «Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики», К разработке проявили интерес специалисты из научной и промышленной области деятельности.

Выводы.

Исследования показали, что развитие в республике направления искусственной обработки грунта при строительстве и ремонте низкоомных заземляющих устройств имеет большую практичную значимость.

В рамках развития метода искусственной обработки грунта были созданы отечественные продукты для организации заземления, отличающиеся о аналогов лучшими эксплуатационными характеристиками, имеющие спрос за рубежом. Экспериментально была установлена возможность применения разработанной электролитической смеси с традиционными мерами заземления. Апробация показала, что замещение грунта в околоэлектродном пространстве на электролитическую смесь, имеющую низкое удельное сопротивление, дает заметный технический и экономический эффект.

Эти исследования проводятся при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований Т22УЗБ-057.

Литература

1. Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила и

защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемосдаточных испытаний: ТКП 339-2011(02230). – Введ. 23.08.2011. – Минск: Министерство энергетики Республики Беларусь, 2011. – 593 с.

2. Министерство связи СССР Главное управление международной телефонной связи. Руководство по проектированию, строительству и эксплуатации в установках проводной связи и радиотрансляционных узлов. Издательство «Связь», Москва, 1971.

3. Драко М.А., Барайшук С.М., Павлович И.А. О разработке смеси на основе гидролизованного полиакрилонитрила для уменьшения удельного электрического сопротивления грунта // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики 23 (1), 80–92.

4. Коструба, С.И. Измерение электрических параметров земли и заземляющих устройств / С. И. Коструба. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1983. - 166 с.

5. Бургсдорф В. В., Якобе А. И. Заземляющие устройства электроустановок. - М.: Энергоатомиздат, 1987. - 400 с.

6. Грибанов, А.Н. Бипрон – заземление электроустановок / А.Н. Грибанов // Экспозиция Нефть Газ. – 2016. – № 4. – С. 72-75.

7. Драко М.А., Барайшук С.М., Павлович И.А. О разработке смеси на основе гидролизованного полиакрилонитрила для уменьшения удельного электрического сопротивления грунта // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики 23 (1), 80–92.

8. Смесь для нормализации заземления «Поспех» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.zazemlenie.by/zazemlenie/smes-pospekh – Дата доступа: 22.07.2022.

9. Барайшук С.М., Павлович И.А., Муродов М.Х., Абдулхаев Х., Скрипко А.Н. Снижение сопротивления заземляющих устройств применением обработки грунта неагрессивными к материалу заземлителя стабилизирующими влажность добавками // Агропанорама. – 2021. – №5(147).– С. 28–33.

10. ТУ BY 691788197.005-2021 «Заземлитель электролитический «TERRAZN»». Регистр.№ 062198 от 18.05.2021 – ООО «ТерраЦинк», 2021. – 9 с.

11. ТУ BY 691788197.004-2021 «Смесь для нормализации заземления «TERRAZN» околоэлектродная». Регистр.№ 062197 от 18.05.2021 – ООО «ТерраЦинк», 2021. – 9 с.

XÜLASƏ
AŞAĞI MÜQAVİMƏTLİ TORPAQLAMA QURĞULARININ TİKİNTİSİ VƏ TƏMİRİ ÜÇÜN QRUNTUN SÜNİ TƏMİZLƏNMƏSİ MƏSƏLƏSİ HAQQINDA
Pavloviç İ.A., Skripko A.N., Skripko A.N., Şevçik N.E.

Açar sözlər: *elektrolitik qarışıq, torpaq, torpaqlama cihazı*

Aşağı müqavimətli torpaqlama qurğularının tikintisi və təmiri üçün qruntun elektrolitik qarışıqlarla süni təmizlənməsi perspektivlərinə dair tədqiqatların nəticələri təqdim olunur. Torpağın süni təmizlənməsi üçün nəzərdə tutulmuş elektrolitik qarışığın iş parametrləri aşkar edilir, onun tətbiqinin praktiki və iqtisadi effekti, tətbiq sahəsi müəyyən edilir.

SUMMARY
ON THE ISSUE OF ARTIFICIAL SOIL TREATMENT FOR THE CONSTRUCTION AND REPAIR OF LOW-RESISTANCE GROUNDING DEVICES
Pavlovich İ.A., Skripko A.N., Skripko A.N., Shevchik N.E.

Keywords: *electrolytic mixture, soil, grounding device*

The results of research on the prospects of artificial soil treatment with electrolytic mixtures for the construction and repair of low-resistance grounding devices are presented. The working parameters of the electrolytic mixture intended for artificial soil treatment are revealed, the practical and economic effect of its application, the scope of use are determined.

ПОЛИМЕРНЫЕ ГЕЛЬ-ЭЛЕКТРОЛИТЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ИОНОМЕРОВ

Низамов А.А., Насыбуллин Р.Р.
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация
nasybullin.ruzil@mail.ru

Ключевые слова: *полимерный электролит, ионы лития, фталевый ангидрид, гель-электролит, ионная проводимость.*

Синтезированы и исследованы новые полиуретановые гель-электролиты, полученные с использованием аминоэфиров орто-фосфорной кислоты (АЭФК) и полиизоцианата алифатической

природы. Показано, что транспорт ионов лития через полимерную матрицу обусловлен образованием кластеров фосфат-ионов и выстраиванием их в единый проводящий канал. Проводимость образцов полиуретановых тонкопленочных образцов с оптимальным содержанием полиизоцианата после их пропитки в растворе LiBF4 в γ-бутиролактоне достигает 0.6 мСм/см. При этом внедрение дополнительных ионогенных групп путем модификации АЭФК фталевым ангидридом (ФА) приводит к увеличению размеров катион-проводящих каналов. В результате введение структуру АЭФК фталевого ангидрида проводимость полиуретановых литий-ионных гель-электролитов возросла до значений 2.1 мСм/см.

Одним из способов улучшения комплекса характеристик литиевых источников тока (ЛИТ) является замена жидкого электролита на полимерный электролит (ПЭ). Применение ПЭ в ЛИТ нивелирует проблемы, возникающие при использовании жидких электролитов. В связи с этим создание ПЭ с высоким комплексом характеристик является актуальной задачей для исследователей, занимающихся разработкой таких электролитов.

Для того чтобы ионы лития могли перемещаться по полимерной матрице, необходимо наличие в составе основной или боковой цепи полимера гетероатомов с высокой электронной плотностью, которые несут на себе частичный отрицательный заряд и могут координировать ионы лития. При этом важным является периодичность расположения гетероатомов в цепи полимера, от которого зависит эффективность транспорта ионов лития. Перспективным здесь является новое направление - синтез и исследование сверхразветвленных полимеров в качестве полимерных электролитов.

В данном исследовании изучены полиуретановые иономеры, синтезированные на основе модифицированных фталевым ангидридом (ФА) аминоэфиров *орто*-фосфорной кислоты (АЭФК-ФА) [1] и полиизоцианата алифатической природы, как полимерная основа для гель-электролитов.

Для исследования надмолекулярной структуры полученных полиуретановых иономеров были проведены измерения температурных зависимостей тангенса угла диэлектрических потерь. Было обнаружено, что возможность переноса ионов лития с одного координированного звена на другое в полученных полиуретанах обусловлена выделением полиоксипропиленовой составляющей в собственную микрофазу и формирование мионогенных кластерных структур. Определено, что свободный объем и микрофазовое разделение полимеров напрямую зависят от природы и содержания используемых изоцианатов.

Методом спектроскопии электрохимического импеданса определена ионная проводимость разработанных полимерных электролитов в зависимости от содержания алифатического полиизоцианата и фталевого ангидрида. Установлено, что максимальная проводимость (~$6\cdot10^{-4}$ См/см) полиуретановых гель-электролитов достигается при соотношении между полиольной составляющей и полиизоцианатом, равной 1:1 масс. %. Результаты измерений показали, что гель-электролиты, полученные с использованием АЭФК-ФА проявляют более чем в 3 раза большую проводимость ($2\cdot10^{-3}$ См/см) в сравнении с электролитами на основе исходного АЭФК.

Литература

1. Davletbaeva I.M., Sazonov O.O., Fazlyev A.R., Davletbaev R.S., Efimov S.V., Klochkov V.V. RSC Adv. - 2019, №9 - P.18599-18608.

XÜLASƏ
POLİURETAN İONOMERLƏR ƏSASINDA POLİMER GEL ELEKTROLİTLƏR
Nizamov A.A., Nasybullin R.R.

***Açar sözlər**: polimer elektrolit, litium ionları, ftalik anhidrid, gel elektrolit, ionkeçiricilik.*

Amin efir fosfor turşusu (AEPA) və alifatik poliizosiyanatdan istifadə etməklə əldə edilmiş yeni poliuretan gel elektrolitləri sintez edilmiş və tədqiq edilmişdir. Litium ionlarının polimer matrisi vasitəsilə daşınmasının fosfat ionlarının çoxluqlarının əmələ gəlməsi və onların vahid keçirici kanalda düzülməsi ilə əlaqədar olduğu göstərilir. Poliizosiyanatın optimal tərkibinə malik nazik təbəqəli poliuretan nümunələrinin γ-butirolaktonda LiBF4 məhlulunda hopdurulduqdan sonra keçiriciliyi 0,6 mS/sm-ə çatmır. Bu halda AEPA-nı ftalik anhidridlə modifikasiya etməklə əlavə ionogen qrupların daxil edilməsi (PA) kation keçirici kanalların ölçüsünün artmasına səbəb olur. Nəticədə, AEPA strukturuna ftalik anhidridin daxil edilməsi poliuretan litium-ion gel elektrolitlərinin keçiriciliyini 2,1 mS/sm-ə qədər artırdı.

SUMMARY
GEL POLYMER ELECTROLYTES BASED ON POLYURETHANE IONOMERS
Nizamov A.A., Nasybullin R.R.

***Keywords:** polymer electrolyte, lithium ions, phthalic anhydride, gel polymer, ionic conductivity.*

New polyurethane gel-electrolytes obtained with the use of amino ether-phosphoric acid (AEPA) and polyisocyanate of aliphatic nature have been synthesized and studied. It is shown that the transport of lithium ions through the polymer matrix is due to the formation of clusters of phosphate ions and their alignment into a single conducting channel. The conductivity of polyurethane thin-film specimens with the optimum content of polyisocyanate after their impregnation in a solution of $LiBF_4$ in γ-butyrolactone reaches 0.6 mS/cm. In this case, the introduction of additional ionogenic groups by modifying AEPA with phthalic anhydride (PA) leads to an increase in the size of the cation-conducting channels. As a result, the introduction of the AEPA structure with phthalic anhydride increased the conductivity of polyurethane lithium-ion gel electrolytes to 2.1 mS/cm.

ПРОТОЧНЫЕ ТРУБЧАТЫЕ РЕЗОНАТОРЫ ВИБРАЦИОННО-ЧАСТОТНЫХ ПЛОТНОМЕРОВ С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ ОПОРАМИ

Гусейнов Т.К.
Сумгаитский государственный университет, Сумгаит, Азербайджан
huseynovturgay@mail.ru

***Ключевые слова**: вибрационно-частотный, плотномер, жидкость, резонатор, трубчатый, дополнительные опоры*

В статье рассматриваются конструкции трубчатых резонаторов вибрационно-частотных плотномеров жидкости с дополнительными опорами. Общим достоинством рассмотренных резонаторов является стабильные граничные условия за счет выноса мест крепления за пределы области колебаний трубок.

В современных поточных вибрационно-частотных плотномерах жидкости чувствительным элементом служат одно или двухтрубные резонаторы. Преимуществом однотрубных резонаторов является простота их изготовления и эксплуатации. Однако однотрубные резонаторы уступают двухтрубным по такому основному параметру как добротность механической колебательной системы, которая определяет точность преобразования плотности [1]. Среди известных конструкций двухтрубных резонаторов особое место занимают резонаторы с дополнительными опорами – упругими или жесткими.

Впервые подобные резонаторы нашли применение в серийных плотномерах типа АИП [2]. Схема резонатора показана на рис.1. Целью введения дополнительных опор было повышение разрешающей способности и стабильности резонатора плотномера.

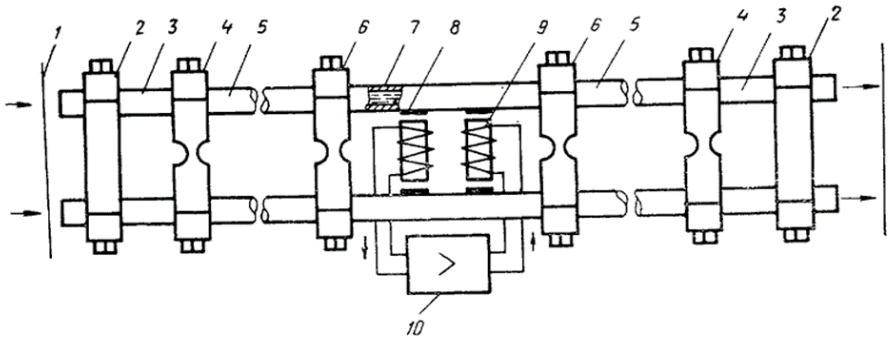


Рис.1 Резонатор плотномера типа АИП
1– ввод и вывод анализируемой жидкости; 2 – жесткие опоры; 3 – периферийные участки; 4 – упругие опоры; 5 – периферийные участки; 6 – центральные перемычки; 7 – центральный участок трубки; 8 – электромагнит, воспринимающий колебания; 9 – электромагнит – возбудитель колебаний, 10 – усилитель.

Точное значение резонансной частоты устанавливается путем регулирования положения центральных и периферийных опор, выполняющих функции упругих шарниров. В резонаторе амплитуда колебаний трубок последовательно уменьшается от максимальной в середине до приемлемой минимальной на концах. Дополнительные опоры противодействуют лишь определенной части момента, передаваемой трубкой, чтобы несколько уменьшить угловое перемещение последующего участка трубки. В предложенной конструкции значительно уменьшается дрейф

собственной резонансной частоты резонатора в результате снижения вероятности смятия со временем трубки из-за действия динамических моментов, приводящих к возникновению больших напряжений на стыке трубки и жесткой опоры.

Основным недостатком рассмотренного резонатора является отсутствие основ его расчета. Единственным критерием для определения параметров резонатора является то, что общая длина проточной части резонатора, состоящая из центрального и периферийных участков может составлять не более двух длин резонаторов с той же частотой колебаний, образованного из таких же трубок, защемлённых на концах.

В последующей модели плотномера – АИП-2 была использована упрощенная конструкция резонатора с одной парой упругих опор. В отличии от предыдущей конструкции в результате проведенных исследований были получены расчетные соотношения, связывающие между собой параметры упругих опор и трубок резонатора с величинами реактивных моментов и усилий, возникающих в жестких опорах во время колебаний, которые позволяют определять условия, при которых один из этих параметров или оба параметра становятся минимальными, ибо они являются основными источниками рассеяния колебательной энергии, а, следовательно, и добротности резонатора [3].

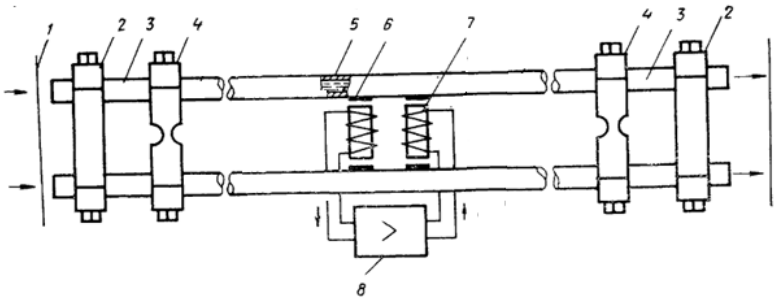


Рис.2 Резонатор плотномера типа АИП-2

1– ввод и вывод анализируемой жидкости; 2 – жесткие стяжки; 3 – периферийные участки; 4 – упругие перемычки 5 – центральный участок трубки; 6 – электромагнит, воспринимающий колебания; 7 – электромагнит – возбудитель колебаний, 8 – усилитель.

Аналогичная конструкция резонатора нашла применение в плотномере с кварцевыми трубками [4] (рис.3). В отличии от предыдущей конструкции вместо упругих использованы жесткие опоры. Настройка начальной частоты колебаний здесь осуществляется перемещением подвижных опор 3. Теоретические основы проектирования трубчатых проточных резонаторов из кварцевого стекла даны в работе [4], которые могут быть использованы и для расчета резонаторов из металлических трубок.

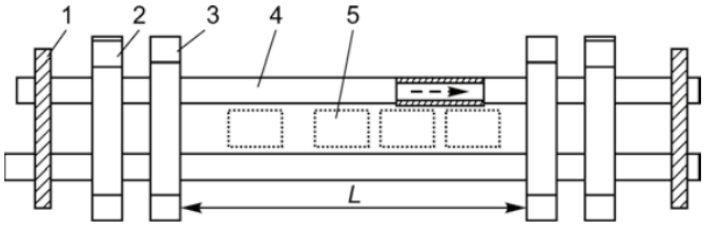


Рис.3 Резонатор с кварцевыми трубками
1 – основание корпуса; 2,3 – неподвижные и подвижные опоры, соответственно; 4 – трубки из кварцевого стекла; 5 – система возбуждения колебаний

Общим достоинством рассмотренных резонаторов является стабильные граничные условия за счет выноса мест крепления за пределы области колебаний трубок.

Литература

1. Жуков, Ю.П. Вибрационные плотномеры.- М.: Энергоатомиздат, - 1981 .- səh. 16
2. Абдуллаев, А.А., Бунятов, Г.С. Плотномер для нефтяной и нефтехимической промышленности // - Москва: Приборы и системы управления, - 1976 . №9 , səh. 27-28

3. Гусейнов, Т.К. Исследование и разработка поточного плотномера нефтепродуктов на основе камертонного резонатора . / Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. тех. наук . / Санкт-Петербург, 1993 .- 19 səh.
4. Тараненко, Ю.К., Олейник, О.Ю., Минакова, Н.А. , Титова, Е. В. Теоретические основы проектирования трубчатых проточных резонаторов из кварцевого стекла // - Москва: Измерительная техника, - 2018. №3, səh. 69-72

XÜLASƏ
VİBRASİYALI-TEZLİK SIXLIQÖLÇƏNLƏRİN ƏLAVƏ DAYAQLI BORUVARİ AXIN REZONATORLARI
Hüseynov T.K.

***Açar sözləri**: vibrasiya-tezlik, sıxlıq ölçən, maye, rezonator, boruvari , əlavə dayaqlar*
Məqalədə əlavə dayaqlarlı vibrasiya-tezlikli maye sıxlıq ölçənlərin boruvari rezonatorlarının konstruksiyaları müzakirə olunur. Nəzərdən keçirilən rezonatorların ümumi üstünlüyü bərkidilmə yerlərinin boruların rəqs sahələrindən kənara çıxalması səbəbindən sabit sərhəd şərtlərinin stabilliyi təmin olunur.

SUMMARY
FLOW TUBULAR RESONATORS OF VIBRATION-FREQUENCY DENSITY METERS WITH ADDITIONAL SUPPORTS
Huseynov T.K.

***Keywords**: vibration-frequency, density meter, liquid, resonator, tubular, additional supports*
The article discusses the design of tubular resonators of vibration-frequency liquid density meters with additional supports. The common advantage of the considered resonators is the stable boundary conditions due to the removal of the attachment points outside the region of tube oscillations.

MAŞINQAYIRMA İSTEHSALINDA SƏNAYE ROBOTUNUN KEYFİYYƏTİNƏ NƏZARƏT SİSTEMİNİN PROQRAM TƏMİNATI

Hüseynova Q. H.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
qenime_huseynova@mail.ru

***Açar sözlər**: sənaye robotu, keyfiyyətə nəzarət, icraetmə vasitələri, qeyri-səlis nəzəriyyə*

Texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılması üçün istifadə olunan sənaye robotunun (SR) mexatron hissələrinin sazlılıq vəziyyətinə nəzarət etmək və ümumilikdə istehsal olunan məhsulun keyfiyyətinə nəzarət etmək məqsədi qoyulmuşdur. Qeyri-səlis çoxluqlar nəzəriyyəsi üsulundan istifadə edilməklə SR-in enerji təchizatı parametrlərindən biri olan gərginliyin cari vəziyyətinin monitorinqi həyata keçirilir, gərginliyin idarəetmə prosesinin təhlili məsələlərinə baxılır.

Maşınqayırma istehsalatında məhsulun yüksək keyfiyyətini təmin etmək üçün onun avadanlıqlarının və sənaye robotlarının mexatron hissələrinə nəzarət etmək vacib məsələlərdən biridir. SR-in mexatron hissələrinin cari vəziyyətlərini monitorinqini aparmaqla, vizual şəkildə konkret olaraq SR-in elektrik enerji təchizatının, SR-in gövdə, qol, tutqac mexaniki hissələrinin, SR-in informasiya-ölçmə, kommunikasiya, oxuma, emaletmə, icraetmə, sənaye şəbəkəsinin dəyişən parametrlərini yoxlayır və dəqiq qərar qəbuletməyə imkan verir [1].

SR-in keyfiyyətinə nəzarət sisteminin (KNS) proqram interfeysi aşağıdakı alt menyu bloklarından ibarətdir:

1. SR-in elektrik təchizatı sisteminin vəziyyətini müəyyən edən menyu bloku;
2. SR-in idarəetmə sisteminin (informasiya-ölçmə, icraetmə, emaletmə, yaddaşda saxlama, tənzimləmə və s. elektron elementlər) vəziyyətini müəyyən edən menyu bloku;
3. SR-in mexaniki hissələrinin vəziyyətini müəyyən edən menyu bloku.

SR-in enerji təchizatı və mexatron hissələrinin çıxış parametrlərinin vizual qiymətləndirilməsi və qərarların qəbul edilməsi üçün giriş verilənlərin bazası qeyri-səlis linqvistik termlərlə təsvir olunur və kompüter eksperimentləri ilə yoxlanılır.

SR-in enerji təchizatının çıxış parametrlərini yoxlamaq üçün qeyri-səlis Mamdani alqoritmi istifadə olunur.

SR-in enerji təchizatı parametrlərindən biri onun gərginliyidir. Bu parametrin cari vəziyyətinin monitorinqi aşağıdakı ardıcıllıqla həyata keçirilir [2]:

1. Monitorinq etməklə SR-in elektrik gərginliyinin giriş və çıxış göstəricilərinin müəyyən edilməsi;

2. SR-in elektrik enerjisinin giriş və çıxış dəyişənlərinin hər biri üçün mənsubiyyət funksiyalarının təyin edilməsi;

3. Linqvistik qaydaların işlənilməsi;

4. Qeyri-səlis məntiqi çıxarış alqoritminin seçilməsi və realizə edilməsi;

5. SR-in elektrik gərginliyinin idarəetmə prosesinin təhlili.

SR-in elektrik enerjisinin cari vəziyyətinə görə diaqnostikanın mənsubiyyətlilik funksiyası üçbucaqlı şəkildə aşağıdakı düsturla təyin olunur [1, 2]:

$$\mu(x)=\begin{cases} 0, & x<a \\ \dfrac{x-a}{b-x}, & a<x<b \\ \dfrac{c-x}{c-b}, & b<x<c \\ 0, & c<x \end{cases}$$

Mamdani alqoritminə əsasən SR-in qeyri-səlis kontrollerinin girişinə elektrik gərginliyinin normadan fərqli aşağıdakı göstəricilər daxil edilir:

- *Gərginlik* – ***Voltage***. SR-i elektrik enerjisi ilə qidalandıran məmbəyin enerji göstəricisi;
- *Transformasiya* – ***trVoltage***. SR-in çıxışında alınan elektrik gərginliyinin dəyişməsinin dinamikası.

Bu halda SR-in elektrik enerjisi mənbəyinin (qida bloku) SR-in elektron hissələri (informasiya-ölçmə, icraetmə, qeyri-səlis kontroller və tənzimləyici vasitələr) ilə qeyri-səlis avtomatik diaqnostika kontrollerinin (QSADK) girişində aşağıdakı linqvistik dəyişənlər istifadə olunur:

1. SR-in elektrik gərginliyinin qiymətləri dəyişən şəkildə avtomatik diaqnostika sisteminin qeyri-səlis kontrollerin girişində qəbul edilir:

1.1. SR-in vericilərinin elektrik enerjisi ilə təmin edilməsi (SR_V_{EEi});

1.2. SR-in intiqalının elektrik enerji ilə təmin edilməsi;

1.3. SR-in qeyri-səlis kontrollerinin elektrik enerji ilə təmin edilməsi.

2. SR-in elektrik gərginliyinin qiymətləri dəyişən şəkildə avtomatik diaqnostika sisteminin qeyri-səlis kontrollerin çıxışında:

2.1. Gərginlik tənzimləyicisi;

2.2. Akkumulyatorun cari gərginliyi;

2.3. İntiqalların iş rejimi.

Ədəbiyyat

1. Yuniarto M.N., Labib A.W. Designing an online and real time simulation, control and monitoring of disturbances in an intelligent manufacturing system, IEEE International Conference on Industrial Informatics, 2003. INDIN 2003. Proceedings.

2. Масленникова, О.Е. Основы искусственного интеллекта. / О.Е. Масленникова, И.В. Попова. - Изд-во: Магнитогорск: Магнитогорский государственный университет, - 2008, - 230 с.

РЕЗЮМЕ

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ В МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Гусейнова Г.Г.

Ключевые слова*: промышленный робот, контроль качества, исполнительные механизмы, нечеткая теория.*

Цель тезиса является контроль состояния мехатронных частей промышленного робота (ПР), используемого для автоматизации технологических процессов, а также контроль качества выпускаемой продукции в целом. С помощью метода теории нечетких множеств осуществляется контроль текущего состояния напряжения, являющегося одним из параметров электроснабжения ПР, и рассматриваются вопросы анализа процесса управления напряжением.

SUMMARY

ALGORITHM FOR CONTROL OF INDUSTRIAL ROBOT ACTUATORS IN PRODUCTION

Huseynova G. H.

Keywords*: industrial robot, quality control, executive mechanism, fuzzy theory.*

The aim of the thesis is to control the condition of the mechatronic parts of the industrial robot (IR) used for the automation of technological processes and also to control the quality of the manufactured product in general. Using the method of fuzzy set

theory, the monitoring of the current state of the voltage, which is one of the power supply parameters of the IR, is carried out, and the issues of the analysis of the voltage management process are considered.

LM386 MİKROSXEM ƏSASINDA VİBRASİYA-AMPLİTUD SIXLIQ VERİCİSİ ÜÇÜN GÜCLƏNDİRİCİ

Abdulova N.A., İsmayılov F. B.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
abdulovanafise@gmail.com, farmayil1965@mail.ru

Açar sözlər: *gücləndirici, xarici müqavimət, kondensator, gərginlik, qida mənbəyi*

Məruzədə vibrasiya-amplitud maye sıxlıqölçəninin iş prinsipinə baxılmışdır. Sıxlığın dərəcələnməsi üçün sıxlıqları bəlli olan iki mayedən istifadə edilmiş, qəbuledicinin çıxışında alınan siqnalı gücləndirmək üçün isə elektron gücləndiricidən istifadə edilmişdir. Belə gücləndiricini LM386 mikrosxemi əsasında qurulmuşdur. Gücləndiricinin gücləndirmə əmsalının qiyməti daxili müqavimətlərə paralel olaraq xarici müqavimətlərin qoşulması asıllığına baxılmışdır. Gücləndiricinin gücləndirmə əmsalı hesablanmışdır.

Vibrasiyalı-amplitud maye sıxlıqölçəninin iş prinsipi aşağıdakı kimidir. Ucları sərt bərkidilmiş metal boru tezliyi 50 Hs olan şəbəkəyə qoşulmuş elektromaqnit təsirləndirici ilə rəqslər etməyə başlayır. Borunun uzunluğu elə seçilir ki, ondan etalon maye axdıqda, məsələn distillə edilmiş su, rezonans hadisəsi baş verir. Borunun yerdəyişməsinin mümkün olan maksimal qiyməti elektromaqnit qəbuledici vasitəsi ilə qeydə alınır. Bundan sonra borudan sıxlığı fərqli maye axdıqda onun yerdəyişməsinin qiyməti azalmış olur. Təcrübələr göstərir ki, yerdəyişmənin qiyməti mayenin sıxlığı ilə düz mütənasibdir. Bununla əlaqədar sıxlığın dərəcələnməsi üçün sıxlıqları bəlli olan iki mayedən istifadə etmək olar. Qəbuledicinin çıxışında alınan siqnalı gücləndirmək üçün elektron gücləndiricidən istifadə olunur. Belə gücləndiricini LM386 mikrosxemi əsasında qurmaq məqsədəuyğundur [1].

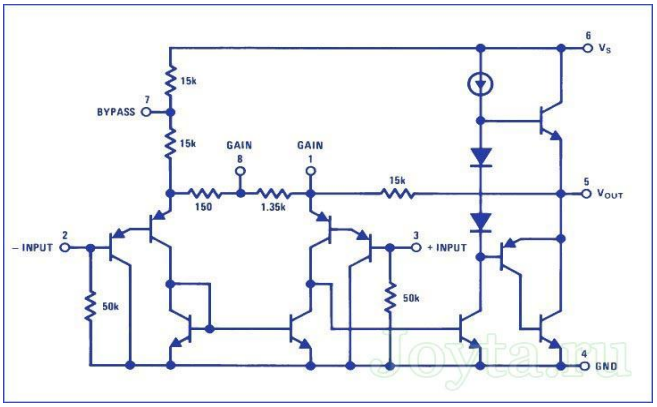
LM386 mikrosxeminin istifadəsinin sadəliyi ondadır ki, ona bir neçə xarici detal qoşmaqla tam, keyfiyyətli gücləndirici almaq mümkündür [2,3].

Şəkil 1. LM386 gücləndiricisi

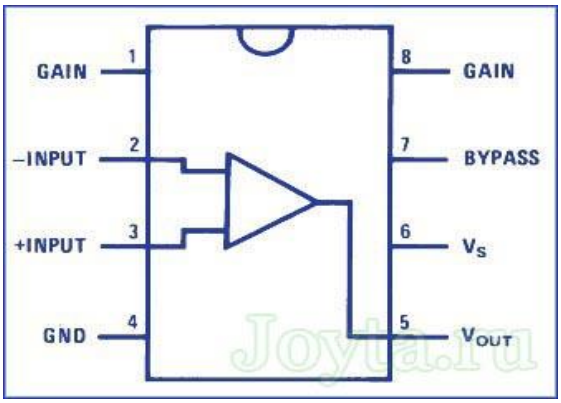
LM386 zəif səs dalğalarının aşağı qida gərginliyində gücləndirmək üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Adi halda onun gücləndirmə əmsalı 20-dir, lakin bu əmsalı mikrosxemin 1,8 çıxışlarına müqavimət və kondensatorun qoşulmasının köməyi ilə 200-ə qədər qaldırmaq mümükündür.

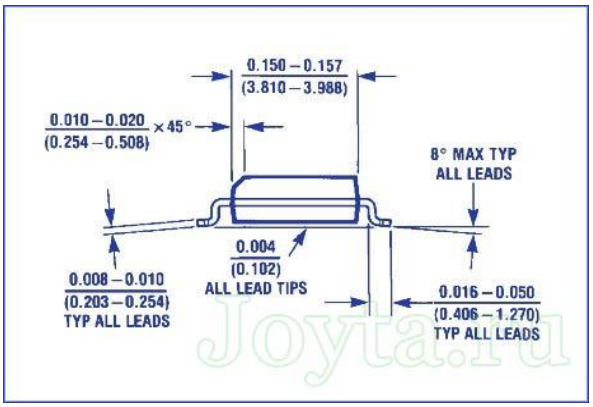
LM386 mikrosxeminin girişi yerə nəzərən işlədiyi halda çıxışı isə avtomatik olaraq qida mənbəyinin yarı qiymətinə tərəf sürüşür. Şəkil 2-də LM386 funksional sxemi şəkil 3-də isə LM386 mikrosxeminin çıxışlarının təyinatı verilmişdir.

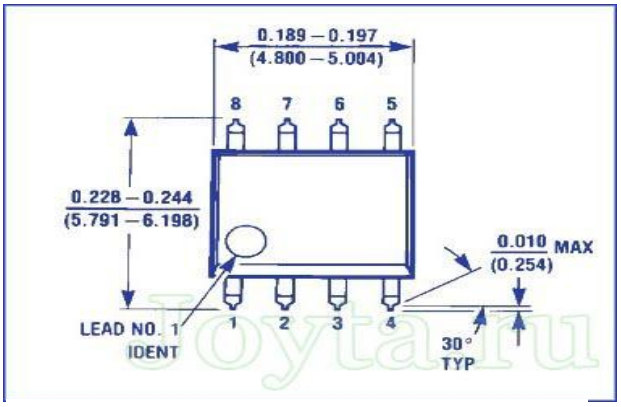


a)



b)





v) c)

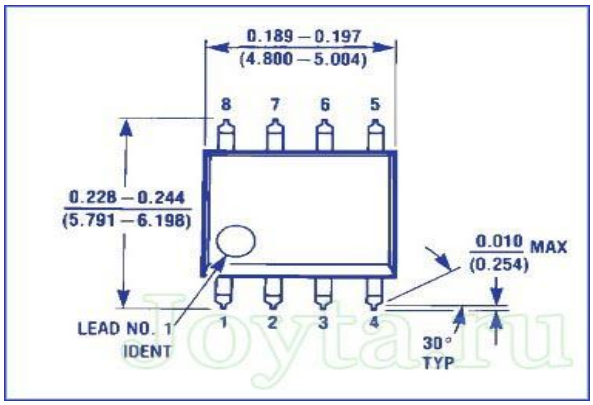
Şəkil 2. a) LM386 funksional sxemi; b) LM386 mikrosxeminin çıxışlarının təyinatı
v və c) LM386 mikrosxeminin ölçüləri

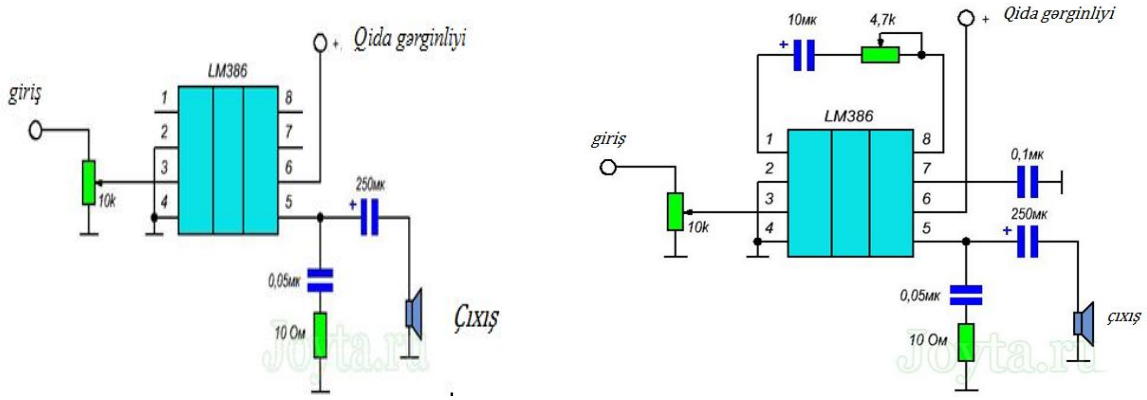
LM386 gücləndiricisi 4 modifikasiyada istehsal olunur.

3 tip, LM386 N-1, N-2, N-3, aşağı təhrifolunma əmsalına malikdir və 4-12 volt sabit işləyirlər. 4-cü tip LM386 N-4, isə 5-18 volt işçi sabit gərginliklə işləyir. 18 voltdan sonra bu mikrosxem ya işləmir ya da qızaraq sıradan çıxır.

LM386 texniki xarakteristikaları

- Gözləmə rejimində istifadə cərəyanı: 4 мА.-ə yaxın
- max. çıxıç gücü- 1,25 Вт (8 Ом.)
- Gərginliyə görə gücləndirmə əmsalı: 20 - 200 (26 дБ - 46 дБ).
- Tezlik buraxma imkanı: 300 кhs (v=6 volt)
- Təhrifolunma əmsalı: 0,2%
- Qida gəginliyinin geniş diapozonu: 4…12V və ya 5…18 v [2,3]





Şəkil 3. LM386 mikrosxeminin qoşulma sxemi

Bu sxemdə LM386 mikrosxemi aşağı tezlikli səs gücləndiricisi kimi istifadə olunur. Bu sxemin gücləndirmə əmsalı mikrosxemin 1 və 8 çıxışlarına xarici elementlər qoşulmadığından 20-yə bərabərdir.

Bu gücləndirmə əmsalı mikrosxemin 8,1 çıxışları arasında 1,35 kOm və 1,5 çıxışları arasında qoşulmuş 15 kOm əks əlaqə müqavimətlərinin hesabına tənzim olunur.

Yuxarıda qeyd edilən daxili müqavimətlərə paralel olaraq xarici müqavimətlərin qoşulması gücləndiricinin gücləndirmə əmsalı dəyişdirir.

Gücləndiricinin gücləndirmə əmsalının hesablanması üçün aşağıdakı düsturdan istifadə edilir.

$A = (2 \times R_{(1-5)}) / (150 + R_{(1-8)})$

Xarici müqavimətlərin qoşulmadığı halada:

$A = 2 \times 15000 / (150 + 1350) = 20$

Mikrosxemin 1və 8 çıxışlarına kondensatorun qoşulması 1,35 kOm daxili müqviməti nəzərə almamağa imkan verdiyindən gücləndiricinin gücləndirmə əmsalı aşağıdakı kimi dəyişər:

$A = 2 \times 15000 / (150) = 200$

Mikrosxemin 5-ci çıxışı gücləndiricidən sonrakı qurğulara siqnalı ötürür.

Cxemin girişindəki dəyişən müqavimət çıxışda lazım gələn gücləndirmə əmsalını almağa xidmət edir.

Aşağıdakı sxemdə baza güclənmə əmsalını 20-dən 200-ə qədər qaldırmaq mümkündür. Mikrosxemin 1 və 8-ci çıxışlarına kondensator ($\leq 10\ mkf$).

Sxemdə gücləndirmə əmsalının (20-200 arasında) dəyişdirilməsi kondensatora ardıcıl birləşdirilmiş 4,7кOm dəyişən müqavimətin köməyi ilə həyata keçirilir.

Sürüşmənin artıqlığının azaldılması işlənməyən çıxışların yerlə birləşdirilməsi yolu ilə baş verir. Əgər aktiv giriş kondensatorla birləşirsə sürüşmə problemi tam aradan qalxır.

Gücləndirmə əmsalının 200-ə bərabər variantında, sabit işin saxlanılması və qeyri-xətti təhriflərin qarşısının alınmasının üçün 0,1mkF tutumlu kondensatorun köməyi ilə 7-ci çıxışı yerlə birləşdirmək lazım olur.

Ədəbiyyat

1. Гусейнов Я. Ю., Гусейнов Т. К., Абдулова Н. А. Однотрубные резонаторы повышенной добротности для вибрационных плотномеров нефти // Труды Московского института нефтехимической и газовой промышленности им. И. М. Губкина, №: 4, 2012, с. 48-54
2. https://izobreteniya.net/usilitel-zvuka-na-baze-lm386-shema-i-rabota/
3. https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm386.pdf

РЕЗЮМЕ

УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ВИБРНАЦИОННО-АМПЛИУДНОГО ДАТЧИКА ПЛОТНОСТИ НА БАЗЕ ИС LM386

Абдулова Н.А., Исмаилов Ф.Б.

Ключевые слова: *усилитель, внешнее сопротивление, конденсатор, напряжение, источник питания.*

В докладе рассмотрен принцип работы виброамплитудного жидкостного плотномера. Для измерения плотности использовались две жидкости с известными плотностями, а для усиления сигнала, поступающего на выход приемника, использовался электронный усилитель. Такой усилитель построен на базе микросхемы LM386. Величина коэффициента усиления усилителя рассматривается в зависимости от включения внешних сопротивлений параллельно внутренним сопротивлениям. Рассчитан коэффициент усиления усилителя.

SUMMARY

AMPLIFIER FOR VIBRATION-AMPLITUDE DENSITY TRANSMITTER BASED ON LM386 IC

Abdulova N.A., Ismayilov F.B.

Keywords: *amplifier, external resistance, capacitor, voltage, power source*

The working principle of the vibration-amplitude liquid densitometer was considered in the report. Two liquids with known densities were used to measure the density, and an electronic amplifier was used to amplify the signal received at the output of the receiver. Such an amplifier is built on the basis of the LM386 chip. The value of the amplification factor of the amplifier is considered depending on the connection of external resistances in parallel with the internal resistances. The gain of the amplifier was calculated.

İNSAN–MAŞIN İNTERFEYSİ. ÜMUMİ TƏLƏBLƏR

Quliyeva T.S.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
taranagulieva@list.ru

Acar sözlər*: *insan- maşın, interfeysi, idarəetmə, informasiya sistemi, reaktivlik

Məruzədə insan- maşın interfeysi - texniki proqram vasitələri və Man-Machine Interface (MMİ) – nin reaktivliyi araşdırılmış, müstəqil professional proqram məhsulunu, informasiyanın mühafizəsini, elektroenergetikada avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri üçün spesifik olan "idarəetmə sistemlərində insan faktoru" problemləri həlli yollarına baxilmışdır.

Sistemin reaksiya müddətinə kifayət dərəcədə "sərt" tələbləri təmin edən insan - maşın interfeysi (Man-Machine Interface - MMI), müstəqil professional proqram məhsulu olmalı və interfeys elementlərinin maksimal standartlaşdırılması zərurliyini nəzərə almalı, istənilən baza verilənlərinə girişi və istənilən proqram vasitələri kompleksi ilə inteqrasiyanı təmin etməlidir. Unversal funksiyaları yerinə yetirərkən, o, informasiya verilənlərinə daxil olmağın standart üsullarından maksimal istifadə etməni, o cümlədən müasir ofis əlavələri standartlarından istifadə etməni təmin etməlidir. Digər tərəfdən MMİ sistemin texnoloji spesifikasını, aktual daxil olan informasiya verilənlərinin yüzlərlə informasiya vahidinə çatdığı (texnoloji prosesin "kritik" dinamikası isə bəzən saniyənin hissələri ilə ölşülür) elektroenergetikada avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri üçün spesifik olan "idarəetmə sistemlərində insan faktoru" problemlərini, nəzərə almalıdır.

İnsan – maşın interfeysi sistemi iki əsas texniki komponenti – istifadəçilərin avtomatlaşdırılmış iş yerlərini (işçi stansiyalar) və məntiqi və ya fiziki serverləri (MMİ serveri) əhatə edir. MMİ serveri işçi stansiyalarda operativ informasiyanın təsvirini və insan – maşın interfeysi sisteminin işini təmin etməlidir. Bu, MMİ sisteminin bütövlüyünə və onun mümkün modifikasiyasına imkan verir. MMİ serveri digər texnoloji – informasiya sistemi serverləri ilə yanaşı, bütün kompleksin işinin etibarlılığının yüksəldilməsi məqsədilə ehtiyatlanmalıdır [1].

İnsan – maşın interfeysi texniki – proqram vasitəsi aşağıdakıları təmin etməlidir:

- çoxməsələli, şəbəkə iş rejimi və tam qrafik informasiya təsviri rejimi;
- standart və qeyri – standart qrafik simvolların, sxem fraqmentlərinin və ekran formalarının (sxemlər, cədvəllər, qrafiklər, histoqramlar, dairəvi diaqramlar) genişləndirilmiş kitabxanalarının formalaşdırılması;
- standart qrafik əlavələrdən simvolların götürülməsi mümkünlüyü;
- təsvirin pəncərə redaksiyası standart imkanına dəstək (miqyaslaşdırma, pəncərənin ölçüsünün dəyişdirilməsi, "siçan" ilə manipulyasiya;
- müasir inkişaf etmiş ekran formalarının olması;
- ekran təsviri formaları üzrə yeniləşmələrin (keçidlər) mümkünlüyü;
- animasiya və multimediya effektlərindən istifadə mümkünlüyü;
- istifadəçi ilə operativ, yoldaşcasına və intuitiv anlaşıqlı dialoq.

MMİ – nin reaktivliyi. Çoxsaylı faktorlardan asılı olaraq (texniki vasitələr, MMİ – nin strukturu, sorğunun mürəkkəbliyi və s.), reaktivlik (təsvir üçün sorğunun yerinə yetirilmə müddəti) kifayət qədər geniş diapazona malik ola bilər (saniyənin hissələrindən bir neçə saniyəyə qədər). Müasir texniki və proqram vasitələrinin təşkili və ehtiyatları kifayət qədər yüksək sorğu reaktivliyi göstəricisinə çatmağa imkan verir. Digər tərəfdən, reaktivliyə qoyulan tələblər əhəmiyyətli dərəcədə texniki vasitələrin resurslarına olan tələblərin və onun təşkilinin seçilməsini təyin edir [2].

Verilənlərin tipindən və aktivləşdirilən məsələlərin növündən asılı olaraq, reaktivliyə qoyulan tələbləri 3 qrupa bölmək olar:

- real zamanda nəzarət və idarəetmə məsələləri ilə əlaqədar olan informasiya sorğuları;
- arxivə müraciyətlə əlaqədar olan informasiya sorğuları;
- real zaman üçün realizasiyası mümkün olmayan məsələlərin aktivləşdirilməsi ilə əlaqədar olan sorğular.

Birinci halda sorğunun reaktivliyi obyekt səviyyəsindən başlayaraq, bütün informasiya traktının reaktivliyinə qoyulan ümumi tələblərlə müəyyən olunur və 1 san müddətini keçməməlidir. İkinci halda reaktivlik 2 saniyədən artıq olmamalıdır. Üçüncü halda isə o, 2 san müddətini keçə bilər. Reaktivliyin 2

saniyədən artıq olan bütün hallarında istifadəçi onun sorğusunun yerinə yetirilməsi üzrə aydın və anlaşıqlı formada məlumatlandırılmalıdır. Bu zaman sorğunun sonunadək qalan vaxtın indikasiyası məsləhət görülür.

İnformasiyanın mühafizəsi. İnformasiyanın sanksiyalaşdırılmamış daxilolmalardan mühafizə vasitələri bir neçə səviyyədə mühafizənin təşkili mümkünlüyünü, müxtəlif səviyyələrdə istifadəçinin müəyyən növ operativ informasiyalara, təsvir formalarına, ayrı – ayrı əməliyyatlara girişinin məhdudlaşdırılmasını (məsələn, TÖ-ni əl ilə daxil etmə rejiminə keçirmə, sutkalıq verilənlərin çap olunması, məsələlərin məsafədən işə buraxilması), bəzi verilənlər və yerinə yetirilən funksiyalar üçün xarici şifrələmə vasitələrinin istifadə olunmasını (məsələn, səviyyələrarası maşınlararası mübadilə) təmin etməlidir.

Ədəbiyyat

1. Перевалов Я.М. Проблемы проектирования пользовательских интерфейсов SCADA-систем:Докл. На IV Всерос. конф. «Разработка АСУТП в системе “Трейс Моуд “: задачи и перспективы» // www.usability.ru
2. Сухов А.А. Проблема человека машинного интерфейса в информационных системах. Научно-технические ведомости СПбГПУ 5'2009

РЕЗЮМЕ
ИНТЕРФЕЙС ЧЕЛОВЕК-МАШИНА. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ
Гулиева Т.С.

Ключевые слова: *человек-машина, интерфейс, управление, информационная система, реактивность*

В докладе исследована реактивность человеко-машинного интерфейса - технических программных средств и Man-Machine Interface (MMİ), самостоятельный профессиональный программный продукт, защита информации, способы решения проблем "человеческий фактор в системах управления", специфичных для автоматизированного управления. систем в электроэнергетике.

SUMMARY
HUMAN – MACHINE INTERFACE. GENERAL REQUIREMENTS
Guliyeva T.S.

Key words: *man-machine, interface, management, information system, reactivity*

The report examines the reactivity of human-machine interface - technical software tools and human-machine interface (HMI), independent professional software product, information protection, ways to solve problems "human factor in control systems", specific for automated control. system in electric power industry.

BÜTÖV NÜVƏLİ MAQNİT İŞƏBURAXICISININ İŞLƏNMƏSİ

Teyyubova S.R.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
steyyubova@internet.ru

Açar sözlər: *maqnit işəburaxıcısı, elektrotexniki, dəyişən cərəyan, bütöv nüvə, sarğac*

Məqalədə bütöv nüvəli maqnit işəburaxıcısının işlənilməsi məsələsinə baxılmışdır. Tədqiqat prosesndə şixtələnmiş nüvəli ilə bütöv nüvəli maqnit işəburaxıcısının fərqli cəhətləri analiz edilmişdir.

Sənaye qurğularının elektrik avadanlıqlarının və elektrik intiqallarının avtomatik idarə sistemlərində, elektromaqnit işəburaxıcıları avtomatikanın əsas elementlərindən olub, elektrik maşınlarının işə buraxılmasında, müxtəlif mexanizmləri, o cümlədən elektrik intiqallarını hərəkətə gətirmək üçün dəyişən cərəyan maqnit işəburaxıcılarından geniş miqyasda istifadə edilir. Belə maqnit işəburaxıcılarının köməkliyi ilə gücü (0.8÷100) kVt-a qədər olan asinxron mühərriklərini işə salmaq mümkün olur.

Mövcud maqnit işəburaxıcılarının maqnit nüvəsi nazik vərəqli elektrotexniki, qalınlığı (0.35÷0.5) 10^{-3} m olan nazik poladdan vərəqələrdən yığılır və “Ш” şəkilində ştamplanır. Onların bir üzünə nazik təbəqəli izoləedici lak çəkilir, sonra lak qurudulur. Lakı qurudulmuş vərəqlər bir-biri üzərinə elə yığılır ki, vərəqlər arasında lak örtüyü yerləşmiş olsun. Yığılmış vərəqlər toplusu sarğacın pəncərəsinin qalınlığına çatdırılıb, bir-birinə metal çubuqlar vasitəsilə bərkidilir. Nüvənin bu cür vərəqələrdən yığılması aşağıdakı çatışmamazlıqların meydana gəlməsinə səbəb olur: a) nüvənin hazırlanma texnologiyasının mürəkkəb olması; b) maqnit selinin yolunda əlavə qısa qapalı dolaqların olması; v) nüvənin nisbətən bahalı poladdan hazırlanması; q) nüvənin materiallarının parametrlərinin böyük diapozonda dəyişən olması və bununla əlaqədar eyni markalı polad nüvədən müxtəlif xarakteristikalı işəburaxıcısının alınması; d) nüvənin həndəsi

formasının və ölcülərinin lazımı, əlverişli formada seçilməsinin mümkün olmaması; e) nüvənin gövdəyə montajının çətinliyi; t) nüvənin aktiv en kəsiyinin kiçik olması[2].

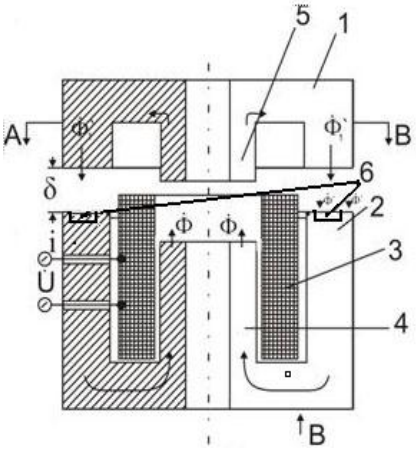
Yuxarıda göstərilən çatışmamazlıqları qismən aradan qaldırmaqdan ötrü maqnit buraxıcısının nüvəsinin bütöv konstruksion poladdan «Ш» şəklində hazırlamaq lazım gəlir .

Təqdim olunan nüvə iki hissədən ibarətdir. Sarğac yerləşdirilən hissə tərpənməz (nüvə), ona induksiya hesabına dartılana tərpənən (lövbər) hissə deyilir. Statiki halda nüvə və lövbər arasında δ hava məsafəsi vardır. Qurğunun statiki vəziyyətdə təsvirindən görünür ki, nüvə ilə lövbər arasında ancaq maqnit əlaqəsi vardır və ayrılıqda bir-birindən asılı olmayan hissələrdir. İfrat sıxılmadan nasazlıq alınmasın deyə nüvə altında yay yerləşdirilir

Qarşıya qoyulan məsələnin həlli üçün maqnit işəburaxıcının nüvəsini bütöv, silindrik formada sarğac pəncərəsinin ölçüsünə (qalınlıq, hündürlük və s.) uyğun yüksək maqnit nüfuzluğuna malik olan "Ш" şəkilli, konstruksion poladdan torna dəzgahında kəsilir. Tərpənməz silindrik nüvə maqnit qüvvə xətlərinə paralel, ensiz (1.5 ÷ 2) 10^{-3} m mərkəzi oxa qədər kəsilir və bura mis həlqələrin geydirilməsi nəzərdə tutulur. Silindrik nüvədə maqnit qüvvə xətləri axımlı olduğundan səpələnmə maqnit seli nəzərə alınmaya da bilər. Dartı qüvvəsi sarğacda dolaq naqillərinin doldurma əmsalından çox asılıdır. Silindrik sarınmada doldurma əmsalı dolaq naqillərinin sınması, qırılması minimumdur və demək olar heç baş vermir. Metalda maqnit induksiyasının keçid müqaviməti az olduğundan sarğacdan cərəyan keçdikdə nüvənin qızması prototipdən çox fərqlənir. Texnoloji mühitə zərərli təsir göstərən heç bir səs-küy vermir və hazırlanma texnologiyası sadədir [1].

Bütöv nüvəli maqnit işə buraxıcısının şəkil 1-da yandan və şəkil 2-də isə onun A-A kəsiyi üzrə üstdən görünüşü verilmişdir. Burada,

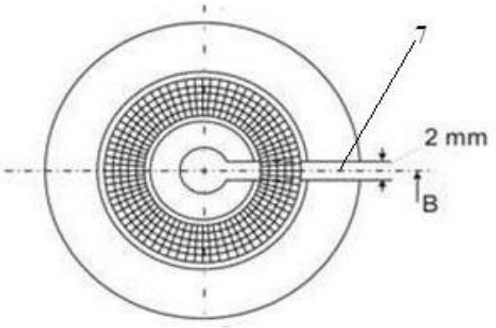
1- hərəkət edə bilən silindrik "Ш" şəkilli lövbər;
2- tərpənməz silindrik "Ш" şəkilli nüvə;
3- təsirlənmə dolağı;
4,5 - silindrik içliklər;
6 - qısa qapalı həlqələr;
7 - nüvənin mərkəzi oxuna qədər eni 2 mm olan kəsikdir.



Şəkil 1. Bütöv nüvəli maqnit işəburaxıcısının yandan kəsik görünüşü

Silindrik nüvənin mərkəzi ox kəsiyi "Ш" şəkilində görünür, fərq isə arxadan görünən yarım dairə pəncərəsinin açıq hissəsi xətlə məhdudlaşır. Nüvədə ensiz zolaq (7) cərəyan kəsildikdən sonra qalığı maqnitsizim prinsipini zəiflədir və maqnit işəburaxıcısında lövbərin nüvədən tez aralanmasına səbəb olur.

MİB aşağıdakı prinsipdə işləyir: Təsirlənmə dolağı tezliyi 50 Hs olan dəyişən cərəyan mənbəyinə qoşulur, bu dolaqdan axan i_t cərəyanı nüvədə $\dot{\Phi}$ dəyişən maqnit selini yaradır və bu maqnit seli nüvənin konsentrik qolları ($\dot{\phi}_1$ və $\dot{\phi}_1'$) arasında budaqlanır. $\dot{\phi}_1$ və $\dot{\phi}_1'$ maqnit selləri öz növbəsində hava məsafəsindən keçərək fiqur 1a.-da göstərilən formada qapanır. Qısa qapalı dolağın daxilindən qapanan maqnit seli $\dot{\phi}_1'$, onun kənar hissəsindən qapanan maqnit seli isə $\dot{\phi}_{12}'$ ilə işarə olunur. $\dot{\phi}_1'$ maqnit seli dolağı kəsərək onda $\dot{E}_6$ elektrik hərəkət qüvvəsi yaradır. Bu elektrik hərəkət qüvvəsi isə öz növbəsində həmin dolaqda induksiya cərəyanını yaradır. Yaranmış induksiya cərəyanı əsas maqnit selini zəiflətməyə çalışan maqnit selini yaradır və bu da 1 və 2 nüvələri arasındakı mexaniki zərbələri zəiflədir.



Şəkil 2. Bütöv nüvəli maqnit işəburaxıcısının A-A kəsiyi üzrə üstdən görünüşü

Sənayenin müxtəlif sahələri üçün buraxılan maqnit işəburaxıcılarının öz etibarlığına görə üzün müddətli və istismar rejimində normal işləməsi həmişə nəzərdə tutulur. Bütöv nüvəli maqnit işəburaxıcılar, onun

komplektinə daxil olan istilik relesi və düymələri ilə birlikdə asinxron mühərrikinin işə salınması, dayandırılması, fırlanma istiqamətinin dəyişdirilməsi və qeyri-normal rejimlərin mühafizə olunması rotorun tormozlanmasını yerinə yetirir.

Ədəbiyyat

1. Məmmədov F. İ., Dadaşova R. B., Hüseynov R. A., Teyyubova S.R. Bütöv nüvəli maqnit buraxıcısının elektromaqnit parametrinin təyini məsələlərinə dair. Fizika - 2005, Məqalələr toplusu, AMEA fizika institutu, fizika-riyaziyyat və texniki elmləri bölməsi, Bakı "Elm" 2005, c. 498-501.
2. Чунихин А.А. Электрические аппараты, М.: Энергия, -1975, 313-318с.

РЕЗЮМЕ

РАЗРАБОТКА МАГНИТНОГО ПУСКАТЕЛЯ СО СПЛОШНЫМ МАГНИТОПРОВОДОМ

Тейюбова С.Р.

***Ключевые слова**: магнитный пускатель, электротехника, переменный ток, сплошной магнитопровод, катушка*

В статье рассматривается вопрос разработка магнитного пускателя со сплошным магнитопроводом. В процессе исследование дается сравнительный анализ магнитного пускателя с шихтованным и сплошным магнитопроводами.

SUMMARY

MINING OF A MAGNETIC CONTACTOR WITH SOLD MAGNETIC CIRCUITS

Teyyubova S.R.

***Key words**: magnetic starter, electrical engineering, alternating current, whole core, coil*

In the article is regarded an issue minings a magnetic contactor with a solid magnetic circuit. In process the research is given the comparative analysis of magnetic contactors with shichtovannym and with a solid magnetic circuit.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ БОЛЬШИХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

[1]Байрамалиева Э.Н., [1]Адыгезалов В.С., [2]Некрасова Т.Н.

[1]Сумгаитский государственный университет

[2]Волгоградский государственный аграрный университет, Российская Федерация

bayramaliyeva@bk.ru, adigezalzade.vuqar@mail.ru; tnnecrasova@mail.ru

***Ключевые слова**: индуктивные преобразователи, оптические преобразователи, измерительная техника, подвижной элемент, индуктивный датчик*

В статье дана информация о преобразователях больших перемещений, их сравнительные характеристиках, условиях работы, а так же преимуществах и недостатках при их эксплуатации.

Первичные преобразователи физических параметров воспринимают и преобразовывают параметр, характеризирующий протекание регулируемого процесса, которые являются одним из важнейших элементов систем автоматического регулирования и контроля. Огромное разнообразие технологических процессов приводит к необходимости иметь в наличии весьма широкий выбор преобразователей реагирующих на различные величины.

Специфические условия работы преобразователей часто находящихся в непосредственном контакте с объектом регулирования, заставляют выбирать из всех возможных принципиальных решений и конструкций только те, которые удовлетворяют требованиям диапазона измерения, точности, прочности, надежности, стойкости против действия атмосферы и агрессивных веществ. С ростом автоматизации к преобразователям физических параметров предъявляются все более высокие требования. Далеко не все применяемые в настоящее время преобразователи достаточно полно удовлетворяют этим требованиям, что обуславливают усовершенствование имеющихся и создание новых конструкций преобразователей.

Преобразователи перемещений являются наиболее универсальными, поскольку они используются и как самостоятельные преобразователи, и как составные элементы многих других более сложных преобразователей. Так, большинство датчиков давления содержат чувствительные элементы, преобразующие давление в перемещение и выходные преобразователи преобразующие перемещения в выходной сигнал. Аналогичное устройство имеют многие измерители уровня, расхода, температуры и др.

Бесконтактное измерение перемещений оказывается возможным радиационными, акустическими, термическими, электромагнитными и др. преобразователями. В основу работы радиационных преобразователей положено воздействие входного перемещения на интенсивность потока электромагнитной энергии, заряженных частиц, акустической волны или теплового потока. В зависимости от конкретных условий используют различные виды лучистой энергии и разные способы изменения ее интенсивности. Наиболее широкое применение получили устройства работающие в видимом участке спектра электромагнитных волн (оптические преобразователи, фотодатчики, фотореле). В тех случаях, когда на пути излучения находятся не прозрачные стенки, используют гамма лучи рентгена или бетта излучения. Значительно реже применяют потоки гамма частиц.

Известны различные схемы радиоизотопных датчиков перемещений. Метод основанный на поглощении или значительном ослаблении контролируемым материалом потока гамма лучей, которым просвечивается контролируемый объект, получил практическое развитие. Радиоизотопный метод в большинстве случаев, является единственно возможным. При монтаже, эксплуатации и ремонте радиоизотопных приборов необходимо соблюдать специальные меры безопасности, выполнение которых в условиях некоторых производств, представляет некоторые затруднения.

В промышленно-измерительной технике требуются очень точные методы определения уровня, расхода, скорости потока и т.д. При этом допустимые погрешности не должны превышать одного процента, а иногда одной десятой процента. При таких требованиях к точности применяют чаще всего преобразователи содержащие подвижные элементы взаимодействующие с объектом контроля. Магнитомодуляционные преобразователи содержат магнитную систему и элемент чувствительный к изменению магнитного поля. При взаимном перемещении этих элементов меняются напряженность магнитного поля пронизывающего чувствительный элемент и соответственно величина выходного сигнала. Преимущество данных устройств является отсутствие трения, простота конструкции и возможность в некоторых случаях отделить подвижный элемент от чувствительного элемента герметической перегородкой.

Литература

1. Виглеб Г. Датчики.М.: «Мир»,1989,196 с.,Ил
2. Агейкин Д.И., Костина Е.Н., Кузнецова Н.Н. Датчики контроля и регулирования. М., Машиностроение,1965. 628 с.

XÜLASƏ
BÖYÜK YERDƏYİŞMƏ ÇEVİRİCİLƏRİ
Bayraməliyeva EN., Adıgözəlov V.S., Nekrasova T.N.

***Açar sözlər**: induktiv çeviricilər, optik çeviricilər, ölçü avadanlığı, hərəkət edən element, induktiv verici.*

Məqalədə böyük yerdəyişmə çeviriciləri, onların bir-birindən fərqləndirici xarakteristikaları iş şəraiti, eləcə də istismarının üstünlükləri və çatışmazlıqları haqqında məlumat verilir.

SUMMARY
LARGE DISPLACEMENT TRANSDUCERS
Bairamalieva E.N., Adygezalov V.S., Nekrasova T.N.

***Key words**: inductive transducers, optical transducers, measuring equipment, moving element, inductive sensor.*

The article provides information about large displacement transducers, their comparative characteristics, working conditions, as well as the advantages and disadvantages of their operation.

ELEKTROMAQNİT TİPLİ ALÇAQ MEXANİKİ TEZLİKLİ VİBROTƏSİRLƏNDİRİCİLƏR

Səttarov V.Q., Abdullayeva Ü.R.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

***Açar sözlər**: vibrotəsirləndirici, döyünən qüvvə, dəyişən cərəyan*

Aparılan nəzəri və praktiki tədqiqatların nəticələrindən aşkar edilmiışdir ki, göstərilən çatışmamazlığı yox etmək üçün kondensatorlu üçfazlı vibrotəsirləndiricilərin yaradılması lazım gəlir.

Xalq təsərrüfatının bir çox sahələrində, o cümlədən, avtomatlaşdırılmış texnoloji xətlərdə, robototexniki komplekslərdə, məhsulların nəql edilməsinə, yerdəyişməsinə, yerinin müəyyənləşdirilməsinə, növlərə ayrılmasına böyük ehtiyac duyulur. Belə məsələlərin həllinin həyata keçirilməsidə vibrasiya texnikası böyük rol oynayır və onun tətbiqi məhsuldarlığın artırılmasına, texnoloji xətlərin avtomatlaşdırılmasının sadələşdirilməsinə, texnoloji prosesin intensivləşdirilməsinə, texnoloğiyanın iqtisadi göstəricilərinin yüksəldilməsinə müsbət təsir göstərir.

Göstərilən amillərə nal olmaq üçün vibrasiya-nəqliyyat maşınları, vibrasiyon konveyerlər, vibrasiyon qaldırıcılar, vibrasiyon bunkerlər kimi qurğular böyük inkişaf yolu tapmışdır. Belə qurğulardan vibrasion konveyerlər çox əhəmiyyətli qurğu hesab olunur ki, bunların köməkliyi ilə zəhərli, radioaktiv, aqressiv materialların yerdəyişməsi əldə edilir.

Mövcud vibrotəsirləndirici qurğular içərisində elektromaqnit tipl mexaniki rəqs yaradan qurğular istehsalatda geniş tətbiq sahəsi tapmışdır. Onlar öz konstruksiyalarının sadələyinə, etibarlı idarə olunmasına və məhsuldarlığına görə başqalarından fərqlənirlər.

İşlənilmiş vibrotəsirləndiricilərdə elektromaqnitin lövbərinin rəqsi hərəkəti döyünən qüvvə təsirindən onu dəyişən cərəyan dövrəsinə qoşduqda alınır ki, burada lövbər nüvəyə 100 Hs tezliklə dartılır.

Belə elektromaqnitlərin yaradılması böyük çətinliklərlə rastlaşır. Onların tezliyini iki dəfə azaltmaq üçün vibrotəsirləndiriciləri bir yarım periodlu düzləndirici qurğudan qidalandıtmaq lazım gəlir. Bu halda vibrotəsirləndiricidə mexaniki rəqsin tezliyi 50 hs-ə bərabər olur. Müasir dövrdə sənaye tərəfindən gücü 10 Vt-dan 8 kVt-dək olan vibrotəsirləndiricilər vibrointiqal kimi buraxılır.

Göstərilən vibrotəsirləndiricilərdə aşağıdakı çatışmazlıq mövcuddur.

1. Mexaniki rəqsin tezliynin yüksək olması (50 Hs)
2. Rəqsin amplitudasının kiçik olması (3-5 mm)
3. Lövbərin hərəkətinin tənziminin təsirlənmə dolağının gərginliyinin amplitudasının dəyişməsi ilə əldə edilməsi
4. Mexaniki rəqsin tezliyinin belə vibrotəsirləndiricilərdə şəbəkənin tezliyinə uyğun dəyişməz qalması.

Beləliklə gücü böyük olan birtaktlı elektromaqnit təsirləndiricilərin yaradılması bir problem kimi qarşıda durur.

Ədəbiyyat

1. Бабичев А.П. Основы вибрационный технологии, Ч.1, Теоретические основы вибрационный технологий, М., 1993, 97 с.
2. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии, Ч.2, Технология вибрационной обработки, М., 1994, 88 с.
3. Гусейнов Р.А., Мамедов Ф.И. Аналитическое исследование электромагнитных систем однофазных низкочастотных вибровозбудителей со сплошным магнит проводом. Автоматизация и современные технологии, 1997, № 10 , с.3-5

РЕЗЮМЕ

НИЗКОЧАСТОТНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ ВИБРАТОРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ТИПА.

Саттаров В.Г., Абдуллаева У.Р.

Ключевые слова*: вибратор, сила биения, переменный ток.*

В результате проведенных теоретических и практических исследований было выявлено, что для устранения указанного недостатка необходимо создание трехфазных вибраторов с конденсаторами.

ELECTROMAGNETIC TYPE LOW MECHANICAL FREQUENCY VIBRATORS

Sattarov V.G., Abdullayeva U.R.

Key words: *vibroeffector, beating force, alternating current*

From the results of the conducted theoretical and practical studies, it was revealed that in order to eliminate the indicated deficiency, it is necessary to create three-phase vibrators with condenser.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ ВАКУУМНОЙ ТЕРАПИИ

Ломакин И.В., Самохвалова К.Ю.
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация,
lomakin_igor@mail.ru , kristina.samokhvalova.00@mail.ru

***Ключевые слова**: мехатронный модуль, датчик давления, вакуумная терапия, микроконтроллер, вакуумметр*

На основе анализа современных аппаратов для вакуумной терапии определены требования к измерительному каналу мехатронного модуля, обеспечивающему контроль и управление вакуумом. Разработан алгоритм работы вакуумного канала контроля и управления и на его основе предложена схема устройства. Для выбранного процессора и датчика давления разрабатывается программный код, реализующий заданный алгоритм канала контроля и управления. Работоспособность прибора проверялась на существующей модели измерительного канала мехатронного модуля .

В настоящее время все большее распространение получают устройства вакуумной терапии, так как процедуры вакуумной терапии есть безболезненный и высокоэффективный метод лечебного воздействия на организм человека по сравнению с другими способами решения проблем со здоровьем. **Вакуумный массаж** осуществляется при помощи специализированных аппаратов, с помощью которых достаточно быстро и безболезненно разрушаются значительные жировые отложения под кожей, а также активизируется лимфоотток и как следствие вывод из организма накопившихся за долгое время шлаков и устранения отечности [1].

Целью работы является совершенствование канала контроля и управления вакуумом непосредственно в насадке аппарата вакуумного массажа.

Актуальность данной темы заключается в том, что необходимо повышение качества новых способов вакуумного лечения и повышение степени универсальности аппаратных средств за счет совершенствования информационного измерительного канала.

В исследовании используются методы современной теории программирования микроконтроллеров, математического и компьютерного моделирования.

Анализ аппаратов для вакуумной терапии показал, что в настоящее время они специализируются по двум основным направлениям: устройства для лечения ран отрицательным давлением и, собственно, устройства для стимулирующий массажа.

Например, устройство для лечения инфицированных и гнойных ран содержит корпус, на с сенсорным экраном, являющимся средством управления прибором. Плата управления, подключенная к средству управления прибором размещается внутри корпуса. Вакуумный насос позволяет удалять воздух или жидкость из раны. Датчик давления подключен к плате управления и дает возможность измерять давление в области раны. Электромагнитный клапан служитдля сбрасывания излишнего давления в системе. [2].

В приборе для лечения ран отрицательным давлением для создания отрицательного давления над раной используется покровный слой. Покровный слой имеет отверстие, через которое могут удаляться из раны газы и экссудат. Устройство также содержит вакуумный порт с разъемами для подключения к вакуумному устройству и к покровному слою. Вакуумный порт содержит внутреннюю полость для сглаживания скачков давления. [3].

Таким образом устройства для лечения ран обеспечивают поддержание заданного давления и отсос экссудата из раны. Различные режимы управления давлением отсутствуют.

В устройстве для вакуумного массажа, также имеется вакуумный насос, подключенный с помощью вакуумных шлангов к коллектору, связанному гибкими вакуумными шлангами с аппликаторами. Устройство имеет электронный блок управления параметрами воздействия, позволяющий задавать значения амплитудных и временных параметров воздействия. Однако датчики давления и регуляторы скорости изменения разрежения, установлены в коллекторе, что снижает точность регулировки давления под аппликаторами. Регуляторы скорости изменения разрежения предлагается выполнить в виде клапанов с регулируемым проходным сечением [4].

Мобильный переносной вакуумный аппарат для баночного массажа используется для проведения баночного массажа (оздоровительного, спортивного, лечебного, косметического и гигиенического). Этот аппарат содержит блок управления, подключенный к системе вакуумирования и коллектору с отсечными и регулирующим клапанами. [5]. Однако регулировка давления осуществляется путем дросселирования, что приводит к повышенному расходу энергии.

Рассмотренные аппараты являются либо громоздкими, не применимыми для работы в полевых условиях, либо не обеспечивающими различные режимы управления давлением. Проблема в том, что данные аппараты очень мощные, поскольку пытаются дать возможность заживлять раны в короткие сроки. А при использовании давления высокой мощности и устаревших стеклянных банок вместо заживления оказывают на организм негативные последствия, такие как: кровоизлияние, дополнительные микротравмы, синяки, отёки.

Для получения оптимального результата и лучшего эффекта от использования данных устройств необходимо, чтобы в приборах были предусмотрены регулировка давления вакуумного массажа и несколько уровней интенсивности воздействия на кожу пациента [6].

Поэтому создание мехатронного модуля для вакуумной терапии на отдельные части тела является необходимым. Суть действия аппарата вакуумной терапии сводится к тому, что он создает над поверхностью кожи вакуум, тем самым способствует расширению капилляров, увеличивает приток крови и улучшает лимфоотток. То есть, он исполняет роль своеобразного насоса, который восстанавливает нормальный метаболизм в клетках. Необходимо, чтобы прибор работал периодически, то есть воздействовал на организм попеременно отрицательным и атмосферным давлением, а также мог воздействовать на отдельные части тела, соответственно применяться местно [6].

На основе анализа современных аппаратов для вакуумной терапии, определены требования к измерительному каналу мехатронного модуля, обеспечивающего контроль и управление вакуумом под присоском.

1. Регулировка давления в пределах от -13 до -267 гПа.

2. Необходимо, чтобы модуль обеспечивал два режима работы: постоянный и переменный.

3. Должен обеспечивать несколько уровней подачи вакуума:

1) от 107 гПа. до 127 гПа.

2) от 127 гПа. до 147 гПа.

3) от 147 гПа. до 167 гПа.

4. При постоянном режиме должен обеспечивать длительную аспирацию из раны с уровнем вакуума от 107 гПа. до 160 гПа.

5. При переменном режиме работы необходим контроль времени воздействия отрицательным давлением на рану. Аппарат должен работать циклично: работа в течение 40 секунд (активный вакуум), затем пауза на 20 секунд (атмосферное давление).

Разрабатываемый мехатронный модуль должен объединить в едином корпусе датчик давления, два пневмоклапана (или один трехпозиционный), процессор небольшой дисплей и три микрокнопки управления. Корпус модуля предполагает возможность смены элластичных насадок. Пониженное давление обеспечивается любым внешним вакуумным насосом.

Для решения данных задач нужно произвести поиск доступных на рынке деталей, необходимых для реализации проекта. Следует подобрать программную среду и язык программирования для написания прошивки под выбранный микроконтроллер.

Разрабатываемый мехатронный модуль будет осуществлять поддержание изменяющегося отрицательного давления в области раны.

Разработанный макет устройства состоит из микроконтроллера на основе микроконтроллера Arduino, датчика давления давления BMP280, имеющего достаточно широкий диапазон измерений (от 30 до110 кПа) для серии Arduino и ее аналогов, клапанного элемента для избирательного обеспечения связи между рессивером и областью раны. Для поддержания отрицательного давления в области раны работает внешний откачивающий насос и емкость отрицательного давления. Когда отрицательное давление в указанной емкости превышает пороговое значение отрицательного давления, и обеспечивая тем самым заданного отрицательного давления в области раны, причем в ответ на снижение давления в указанной емкости до порогового значения отрицательного давления предусмотрено приведение в действие откачивающего насоса с целью восстановления в указанной емкости начального отрицательного давления.

Устройство также может содержать контроллер, выполненный с возможностью управления откачивающим насосом так, чтобы обеспечивать начальное отрицательное давление в емкости отрицательного давления в зависимости от давления на датчике давления.

Задача заключается в создании устройства, обеспечивающего подачу отрицательного давления в область раны в течение длительного периода без необходимости приведения в действие механизированного источника отрицательного давления. Также необходима регулировка подачи отрицательного давления. К регулируемым характеристикам относятся: продолжительность и интенсивность процедуры, режим воздействия, уровень давления. Для каждого

случая возможен подбор особых параметров, с учётом мышечного тонуса, состояния венозной стенки, других индивидуальных особенностей [2],[3]

В результате исследования на основе подробного изучения объекта управления был получен алгоритм функционирования канала контроля вакуумметрического давления и на его основе предложена схема устройства. На основе алгоритма функционирования разработана структурная схема канала контроля давлением и управления мехатронным модулем.

Проведен поблочный анализ структурной схемы. На основе этого анализа была разработана функциональная схема канала контроля. Для выбранных процессора и датчика давления разработан программный код реализующий заданный алгоритм функционирования канала контроля и управления. Работоспособность устройства проверена на действующем макете измерительного канала мехатронного модуля. [6].

Литература

1. Академия Красоты «Butterfly». Вакуумный массаж: сайт. Минск: https://www.kosmetologiya.by/vakuumnuj_massaj/ (дата обращения 10.08.2022)

2. Патент № RU 2 687 567 C1 Устройство для лечения инфицированных и гнойных ран: № 2018124920,: заявл. 09.07.2018: опубл. 15.05.2019 Бюл. № 14 / П.Л. Федоров; заявитель, патентобладатель П.Л. Федоров. – 6 с.

3. Патент № RU 2 582 866 C2 Устройство и способ лечения ран отрицательным давлением: № Заявка: 2013133169/14: заявл. 22.06.2011: опубл. 27.04.2016 Бюл. № 12 / Армстронг Эд (US), Блэкбёрн Иэн Майкл (GB), Эммерсон Роберт (GB), Мосхолдер Майкл Б. (US); заявитель, патентобладатель СМИТ ЭНД НЕФЬЮ, ИНК. (US). – 48 с.

4. Патент № RU 2 454 215 C1 Устройство для вакуумного массажа: № 2011106005/14: заявл. 18.02.2011: опубл. 28.06.2018 / В.В. Шкитин, С.В. Грекова; заявитель, патентобладатель С.В. Грекова. – 10 с.

5. Патент № RU 177 250 U1 Вакуумный аппарат для баночного массажа : № 2017123313,: заявл. 30.06.2017 : опубл. 14.02.2018 Бюл. № 5 / А.Ю. Петров; заявитель, патентобладатель А.Ю. Петров. – 6 с.

6. Самохвалова К.Ю. Разработка и исследование информационного измерительного канала мехатронного модуля для вакуумной терапии / К.Ю. Самохвалова // Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения – 2022 «Энергетика и цифровая трансформация»: электронный сборник статей по материалам конференции (Казань, 27-29 апреля 2022 г.): – Казань: КГЭУ, 2022. – Т. 3. С. 224- 227.

XÜLASƏ
VAKUUM TERAPİYA MEXATRONİK MODULUNUN ÖLÇMƏ KANALI
Lomakin İ.V., Samoxvalova K.Yu.

***Açar sözlər**: mehatron modulu, təzyiq sensoru, vakuum terapiyası, mikrokontroller, vakuum metr*

Vakuum terapiyası üçün müasir aparatların təhlili əsasında vakuumun nəzarətini və idarə olunmasını təmin edən mexatron modulunun ölçü kanalına dair tələblər müəyyən edilmişdir. Vakuumun nəzarət və idarəetmə kanalının fəaliyyəti alqoritmi hazırlanmış və onun əsasında qurğunun sxemi təklif edilmişdir. Seçilmiş prosessor və təzyiq sensoru üçün nəzarət və İdarəetmə kanalının verilmiş alqoritmini həyata keçirən proqram kodu hazırlanmışdır. Cihazın iş qabiliyyəti mexatron modul ölçü kanalının mövcud maketində yoxlanılıb.

SUMMARY
MECHATRONIC VACUUM THERAPY MECHATRON MODULE
Lomakin I.V., Samokhvalova K.Yu.

***Keywords:** mechatronic module, pressure sensor, vacuum therapy, microcontroller, vacuum meter*

Based on the analysis of modern devices for vacuum therapy, the requirements for the measuring channel of the mechatronic module providing control and control of the vacuum under the suction cup are determined. An algorithm for the functioning of the vacuum monitoring and control channel has been developed and a device scheme based on it has been proposed. For the selected processor and pressure sensor, a program code has been developed that implements a given algorithm for the functioning of the monitoring and control channel. The operability of the device was tested on the current layout of the measuring channel of the mechatronic module.

ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОММУНИКАЦИЙ

Якупова И.Д.
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация
26764@mail.ru

***Ключевые слова**: энергетические коммуникации, диагностика, неразрушающий контроль, виброакустические колебания, теплоноситель, дефект.*

Одним из важнейших вопросов надежности энергетических коммуникаций является организация правильной и своевременной оценки их технического состояния. Рассмотрены различные трубопроводы, являющиеся неотъемлемой частью энергетических систем и комплексов, а также энергетических коммуникаций. Внедрение неразрушающего контроля виброакустическим методом позволит значительно снизить аварийность при эксплуатации трубопроводов, оценить их работоспособность и спрогнозировать остаточный ресурс с целью оптимизации сроков ремонта или замены.

Современные условия разработки, эксплуатации и ремонта энергетических систем и комплексов требует тщательной разработки необходимых мероприятий, направленных на повышение надежности и безаварийности эксплуатации энергетического оборудования, среди которого различные энергетические трубопроводы являются одним из основных элементов.

Одним из наиболее востребованных элементов теплоэнергетического оборудования выступают различные энергетические коммуникации. Оценка технического состояния средств транспортировки тепловых носителей проводится различными методами, основанными на разных физических явлениях с разнообразным приборным обеспечением [1]. К основным методам относятся: проведение внутренней диагностики трубного пространства, проведение шурфовок, тепловой контроль с помощью контактного или бесконтактного термографирования, диагностика магнитометрическими методами, оценка прочностных характеристик и т.д. Однако необходимо отметить, что в этом случае происходит контроль только локальных участков, ограниченных конструктивными особенностями применяемых методов, при этом также существенными недостатками является необходимость вывода оборудования из режима эксплуатации наряду с высокой стоимостью применяемого оборудования, необходимости привлечения специально обученного технического персонала и длительного процесса получения результатов контроля [2].

Все это обусловливает актуальность проблемы диагностирования применением перспективных методов неразрушающего контроля, к которым относится анализ виброакустических колебаний стенок трубопроводов [3].

В процессе эксплуатации одной из возможных причин колебаний элементов и узлов энергетических коммуникаций могут быть различные динамические нагрузки. При этом вследствие взаимодействия внутреннего слоя трубопровода при относительном скольжении теплоносителя относительно микро-шероховатой неподвижной поверхности, возникает усталостный износ, который приводит к увеличению микротрещин в материале и увеличению уровня вибрации [4]. Оценка параметров этой вибрации позволяет оценить наличие и размер внутренних дефектов поверхности исследуемого трубопровода.

При проведении виброакустической диагностики вибрации в объекте являются не только помехой, которую необходимо подавить, но и источником полезной информации. В связи с этим возможно измерение параметров как акустических, так и вибрационных колебаний. Учитывая сказанное, измерению и анализу возможно подвергать и те и другие виды колебаний.

Вибрационные колебания стенок энергетических трубопроводов регистрируют с помощью вибродатчика, установленного непосредственно на объекте контроля. Возможна установка нескольких датчиков на определенном расстоянии, обеспечивающем нормальное прохождение вибрационного сигнала по стенкам трубопровода. Здесь все необходимые параметры извлекается из зарегистрированного упругого колебания оболочки трубопровода, которое распространяется во всей длине объекта во время вибрационного воздействия. Таким образом обеспечивается достаточно протяженная область диагностики [5].

Регистрация параметров колебаний производится с помощью различных вибрационных датчиков, записанные сигналы обрабатываются различными методами.

Если полезный сигнал, получаемый с датчика, имеет слишком низкую амплитуду, необходимо его усилить. Для этого необходимо использовать различные усилители, такие как дифференциальные, основным преимуществом которого является в компенсации помех, в том числе синфазных. В настоящее время широко распространено применение вибрационных регистраторов со встроенным предусилителем, источником питания которого является сигнальный провод, что значительно упрощает работу с таким датчиком.

Что касается способов обработки полезного сигнала, то наиболее распространенным и хорошо изученным является спектральный анализ параметров вибрационных колебаний. Здесь под спектром вибрационных колебаний подразумевается временная совокупность зависимостей изменения частоты и амплитуды колебания в порядке возрастания собственных частот исследуемого колебания.

В тоже время под энергетическим спектром понимают спектр колебаний, в котором величинами, характеризующими гармонические составляющие колебаний, являются квадраты амплитуд скорости, характеризующие удельную энергию указанных составляющих. В итоге спектр образуется из собственных частот анализируемой линейной системы.

Возможно применение гармонического анализа взамен спектрального. В этом случае анализ параметров вибрации производится в построении суммы гармонических колебаний. При этом применяют понятие номера гармоники – как целое число, получаемое отношением частоты этой гармоники к анализируемой частоте.

В частном случае проведения диагностических операций при отдельных неисправностей применяют построение и анализ огибающей вибрационного сигнала. Здесь для надежного определения огибающей необходимо применять фильтрацию высокочастотной составляющей полезного сигнала и детектирования сигнала в области низких частот.

К информативным параметрам виброакустических сигналов, получаемым с помощью вибродатчика, относятся частота, амплитуда и фаза колебаний. В нашем случае используются первые два параметра, фаза не используется в связи с отсутствием эталонного сигнала [6].

Экспериментальные исследования проводились на трубопроводе диаметром 72 мм и толщиной стенки 4 мм. В результате получена зависимость изменения собственной частоты нагруженного дефектного и бездефектного трубопроводов. Наличие дефекта привело к снижению собственной частоты в диапазоне от 1500 до 6000 Гц на таких основных модах, как 3860 Гц и 4890 Гц.

В результате можно сделать вывод, что виброакустическая диагностика трубопроводов является одним из наиболее приемлемых способов неразрушающего контроля и оценки технического состояния протяженных энергетических коммуникаций.

Литература

1. Оценка технического состояния подшипников качения виброакустическим методом / М. В. Акутин, Ю. В. Ваньков, А. Е. Кондратьев, Ю. Я. Петрушенко // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2009. – № 2. – С. 55-57. – EDN KPZDLZ.

2. Загретдинов, А. Р. Разработка прибора и методики ударно-акустического контроля многослойных композиционных конструкций / А. Р. Загретдинов, А. Е. Кондратьев, Ю. В. Ваньков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2013. – № 9-10. – С. 97-104. – EDN RUHUDR.

3. Vankov Yu V and Kondrat'ev A E, 2004 Pribory i Sistemy Upravleniya (2) 45-53

4. Разработка методики определения размера коррозионного поражения оболочек акустическим методом / Ш. Г. Зиганшин, Ю. В. Ваньков, А. Е. Кондратьев, С. П. Кузнецов // Энергосбережение и водоподготовка. – 2009. – № 1(57). – С. 36-38. – EDN JWBVZB.

5. Improving the methodology for assessing the technical condition of equipment during the transportation of energy carrier in energy systems and complexes / S. O. Gaponenko, R. Z. Shakurova, A. E. Kondratiev, R. Dimova // E3S Web of Conferences : 2019 International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems, SES 2019, Kazan, 18–20 сентября 2019 года. – Kazan: EDP Sciences, 2019. – P. 01021. – DOI 10.1051/e3sconf/201912401021. – EDN UXIYTB.

6. Загретдинов, А. Р. Аппаратно-программное обеспечение ударно-акустического контроля композиционных конструкций / А. Р. Загретдинов, А. Е. Кондратьев, Ш. Г. Зиганшин // Инженерный вестник Дона. – 2014. – № 4-1(31). – С. 27. – EDN TPMSOV.

XÜLASƏ
ENERJİ RABİTƏLƏRİNİN TEXNİKİ VƏZİYYƏTİNİN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ ÜÇÜN VİBROAKUSTİK METOD
Yakupova İ.D.

Açar sözlər: *enerji kommunikasiyaları, diaqnostika, qeyri-dağıdıcı nəzarət, titrəmə-akustik tərəddüdlər, istilik daşıyıcısı, defekt.*

Enerji kommunikasiyalarının etibarlılığının ən vacib məsələlərindən biri onların texniki vəziyyətinin düzgün və vaxtında qiymətləndirilməsinin təşkil edilməsidir. Enerji kommunikasiyaları kimi enerji sistemlərinin və komplekslərinin ayrılmaz hissəsi olan müxtəlif boru kəmərlərinə baxılır. Titrəmə-akustik üsulla qeyri-dağıdıcı nəzarətin həyata keçirilməsi boru kəmərlərinin istismarı zamanı qəzanı əhəmiyyətli dərəcədə azaltmağa, onların iş qabiliyyətini qiymətləndirməyə və təmir və ya dəyişdirmə müddətlərinin optimallaşdırılması məqsədilə qalıq resursu proqnozlaşdırmağa imkan verəcək.

SUMMARY
VIBROACOUSTIC METHOD FOR ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION OF ENERGY COMMUNICATION
Yakupova I.D.

Key words: *energy communications, diagnostics, non-destructive testing, vibroacoustic oscillations, coolant, defect.*

One of the most important issues of reliability of energy communications is the competent and timely organization of the assessment of their technical condition. Various pipelines that are an integral part of energy systems and complexes are considered as energy communications. Conducting non-destructive testing by the vibroacoustic method will significantly reduce the accident rate during the operation of pipelines, assess their operability and predict residual life in order to optimize the timing of repair or replacement.

TEXNOLOJİ PROSESLƏRDƏ FİZİKİ PARAMETRLƏRİN ÖLÇMƏ DƏQİQLİYİNİN YÜKSƏLDİLMƏSİ ÜSULLARI

Ağayeva F.Ş., Məmmədova R.C., Məhərrəmova A.M.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
Agayeva.feride71@mail.ru

Açar sözlər: *dəqiqlik, ölçmə xətası, sistematik xəta, mütləq xəta, fiziki kəmiyyət.*

Ölçmə dəqiqliyinin yüksəldilməsi texnoloji proseslərin çatışmazlıqlarını müəyyən etməyə və bu çatışmazlıqları aradan qaldırmağa imkan verir ki, bu da məhsul keyfiyyətinin yüksəlməsinə, enerji və istilik resurslarına, xammalın qənaətinə gətirib çıxarır. Bu baxımdan konfrans materialında ölçmə dəqiqliyinin yüksəldilməsi üsulları araşdırılmış və təsnifatlaşdırılmışdır.

Ölçmələrin dəqiqliyini yaxşılaşdırmaq texnoloji proseslərin çatışmazlıqlarını müəyyən etməyə və bu çatışmazlıqları aradan qaldırmağa imkan verir ki, bu da məhsul keyfiyyətinin yüksəlməsinə, enerji və istilik resurslarına, xammalın qənaətinə gətirib çıxarır.

Dəqiqlik keyfiyyətli bir anlayışdır və ədədi olaraq ifadə edilməməlidir. Həqiqət konsepsiyasını ifadə edərkən dəqiqlik, yüksək dəqiqlik və ya aşağı dəqiqlik kimi terminlər istifadə olunmalıdır. Dəqiqliyi doğru ifadə etmək üçün ən yaxşı üsul ölçmə xətasını və ya xəta limitini bilməkdir.

Ölçmə xətası ölçülmüş dəyərlə əsl dəyər arasındakı fərqdir. Dəqiqlik mütləq və nisbi xəta göstəriciləri ilə müəyyən edilir. Ölçülən gücün faktiki dəyəri təkrarlanabilmə şəraitində yerinə yetirilən ölçülmənin sonsuz saydakı ölçüsünün ortalamasından çıxarılan dəyərdir [1].

Sistematik xəta ölçüdə yanlışlıqlardır, bu da bir çox ölçmələrin faktiki dəyərini əhəmiyyətli dərəcədə fərqləndirir. Bütün ölçülər sistematik xətalara, əksər hallarda bir neçə müxtəlif istiqamətlərə meyillidir. Sistematik xətaların mənbələri ölçü alətlərinin qeyri-dəqiq kalibrlənməsi və ölçmə prosesinə müdaxilə edən ətraf mühitin dəyişməsi ola bilər.

Ölçmədə birdən çox sistematik xəta daxil ola bilər və bu xətalar bir-birini ləğv edə bilər, lakin hər biri yalnız bir formada dəyişilir. Dəqiqlik sistematik xətaların ölçüsüdür. Bir sınaq dəqiq və ya etibarlı olduqda sistematik xəta çox az olur. Sistematik xəta, bir sıra ölçülər üzərində sabit və ya proqnozlaşdırılan dəyişiklikləri göstərən bir ölçmə xətasıdır.

Daha dəqiq ölçmələr əldə etmək üçün ən yaxşı üsullardan biri, birbaşa miqdarın ölçülməsi əvəzinə fərq üsulundan istifadə etməkdir. Kalibrləmə zamanı, alətin kalibrlənməsi məlumat alınmadan əvvəl yoxlanılmalıdır. Bir kalibrləmə standartı mövcud deyilsə, alətin düzgünlüyü ən azı dəqiq formada və ya istehsalçı tərəfindən verilmiş texniki məlumatlara uyğun yoxlanılmalıdır.

Mütləq xəta aşağıdakı formula ilə müəyyən edilir:

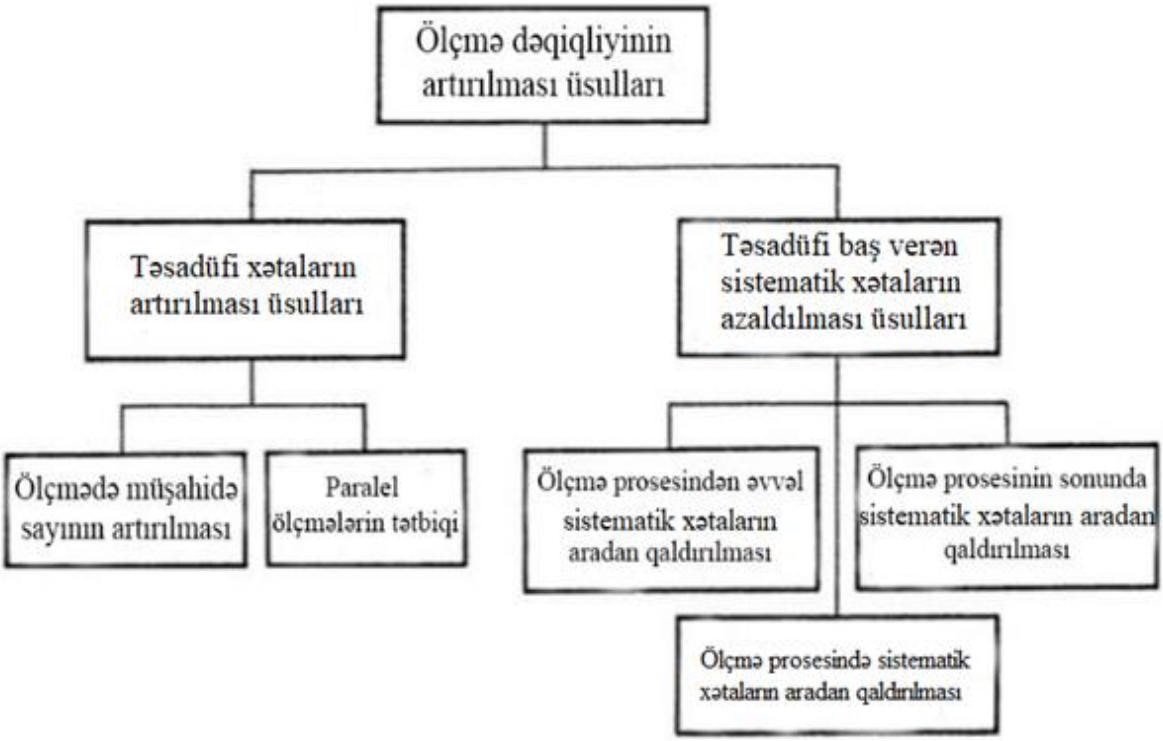
$$X = X_n - X_0$$

burada: X - mütləq xəta; X_n - Sİ-də istifadə olunan dəyər; X_0 - müqayisə üçün əsas kimi qəbul edilən real dəyərdir.

Mütləq xəta ölçmə alətlərinin dəqiqliyini nisbətən daha çox dərəcədə xarakterizə edir. Sİ-nin məlumatları tərəfindən ölçülmüş miqdarın faktiki dəyəri mütləq xətanın faizi kimi ifadə edilmişdir. Standartlar digər xətalarla bağlı dəqiqlik xüsusiyyətlərini normallaşdırır.

Texnoloji ölçmələr üçün, ölçmə dəqiqliyinin artırılması avtomatlaşdırılmış proseslərdə idarəetmə sistemlərinin geniş istifadəsi ilə bağlıdır. Bu problemi həll etmək üçün müxtəlif üsullar istifadə olunur [2].

Sistematik xətaların azaldılması ilə əlaqədar birgə və ya kumulyativ (əlavə və ya təkrar) ölçülərə əsaslanan üsulların mahiyyəti, bu ölçmələr zamanı sistematik xətaların baş verməsinə cavabdeh olan parametr dəyişikliyindən və ya fiziki miqdarın bir-birilə bir neçə yardımçı tədbirlə birlikdə ardıcıl olaraq ölçülməsindən ibarətdir. Nəticədə, ölçülmüş fiziki kəmiyyətin dəyərləri, artıq sistematik xəta nəzərə alınaraq müəyyənləşdirilmiş müstəqil tənliklər sistemi kimi əldə edilir. Sistematik xətaların azaldılması ilə əlaqədar birgə və ya kumulyativ ölçmələrə əsaslanan üsulların mahiyyəti, bu ölçmələr zamanı sistematik xətaların baş verməsinə cavabdeh olan parametr dəyişikliyindən ibarətdir. Nəticədə ölçülmüş fiziki kəmiyyətin dəyərləri artır. Şəkil 1-də ölçmə dəqiqiliyinin artırılması üsullarının təsnifatı verilmişdir.



Şəkil. Ölçmə dəqiqliyinin yüksəldilməsi üsullarının təsnifatı

Ədəbiyyat

1. İsayev, M.M. Ölçmə sistemlərinin dəqiqliyinin yüksəldilməsinin alqoritmik-test üsulları / M.M.İsayev. – Bakı: Elm, – 2018. – 206 s.
2. Иванников, Д.А., Основы метрологии и организации метрологического контроля. Учебное пособие. / Д.А.Иванников, Е.Н.Фомичев –Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет, – 2001. – 116 с.

РЕЗЮМЕ

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Агаева Ф.С, Мамедова Р.Д., Магеррамова А.М.

Ключевые слова: *точность, погрешность измерения, систематическая погрешность, абсолютная погрешность, физическая величина.*

Повышение точности измерений позволяет выявлять недостатки технологических процессов и устранять их, что приводит к повышению качества продукции, экономии энергетических и тепловых ресурсов, сырья. С этой точки зрения методы повышения точности измерений исследованы и классифицированы в материалах конференции.

SUMMARY
METHODS FOR INCREASING THE ACCURACY OF MEASUREMENTS PHYSICAL PARAMETERS IN TECHNOLOGICAL PROCESSES
Agayeva F.S., Mamedova R.D., Magerramova A.M.

***Key words**: accuracy, measurement error, systematic error, absolute error, physical quantity.*

Improving the accuracy of measurements makes it possible to identify the shortcomings of technological processes and eliminate them, which leads to an increase in product quality, saving energy and heat resources, raw materials. In this regard, methods for improving the accuracy of measurements were investigated and classified in the materials of the conference.

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ И ОБРАБОТКИ МГНОВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Ахмедов Р.М. , Алиева Х.Р.
Азербайджанский технический университет, Баку, Азербайджан
r_ahmadov@mail.ru, phd.khadija@gmail.com

***Ключевые слова:** система контроля, промышленные процессы и объекты, интегральные параметры сигналов, измерение.*

Рассматривается принцип построения информационно-измерительной системы контроля промышленных процессов и объектов на основе измерения интегральных параметров сигналов переменного тока. В качестве метода измерения предлагается использование метода внутрипериодных измерений и цифровой обработки мгновенных значений сигналов с применением микропроцессорных средств. Использование сочетания аппаратных и программных средств позволяет обеспечить реализацию единого алгоритма функционирования устройств для построения системы контроля.

В процессе производства, эксплуатации или хранения самых разнообразных объектов возникает задача их контроля. Высокий уровень развития вычислительной техники, связи, ИКТ, а также методов автоматического измерения и обработки информации обеспечили возможность создания информационно-измерительных систем контроля (ИИСК). В настоящее время находят применение как специализированные ИИСК, пригодные для контроля одного типа объектов, так и универсальные, способные производить количественный и допусковый контроль нескольких типов промышленных процессов и объектов.

Одним из перспективных направлений автоматизации контроля сложных объектов является построение универсальных ИИСК на базе микропроцессорных средств. Чтобы определить состояние контролируемого процесса и объекта необходимо выбрать некоторые характеристики - параметры его состояний, которые в дальнейшем следует контролировать. Но, учитывая необычайно широкое распространение электрических методов контроля и измерения неэлектрических величин, высокую степень совершенства и гибкости этих методов, большинство ИИСК базируется на электрических принципах с широким использованием достижений современной электроники, информационно-измерительной и вычислительной техники.

Основой функционирования таких систем является измерительная информация, получаемая непосредственно или косвенно от контролируемого процесса или объекта.

В основу решения задачи контроля промышленных процессов и объектов положены следующие принципы [1].

- максимальная степень автоматизации процесса контроля и сведение к минимуму числа ручных операций, повышения достоверности результатов контроля, автоматическая выдача протокола результатов испытаний;
- высокая надежность системы, основанная на использовании микропроцессорных средств (МПС) и модульной структуры;
- максимальная простота и доступность программного обеспечения.

При построении ИИСК решающее значение имеет их эффективность и универсальность, определяющие пригодность системы для осуществления контроля различных промышленных объектов при неизменной структуре с соответствующим программным обеспечением. Кроме того, важное, а подчас решающее влияние на принцип действия системы оказывают определение

параметров, подлежащих измерению и обработке; выбор методов контроля и измерения этих параметров; а для упрощения устройств преобразования информации целесообразным представляется сведение всех контролируемых параметров к минимальному числу их разновидностей при обеспечении достаточно высокой эффективности ИИСК.

Выбор рациональной совокупности контролируемых параметров возможен на основе тщательного изучения и исследования класса процессов и объектов в различных отраслях промышленности.

Как показал проведенный анализ, имеется довольно обширный класс процессов и объектов в нефтяной, машиностроительной, энергетической, электротехнической и других отраслях промышленности, контроль и управления которыми весьма эффективно можно осуществлять на основе измерительной информации, представленной в виде сигналов переменного тока (СПТ) [2].

Эти сигналы поступают в систему непосредственно от контролируемых объектов, или от соответствующих датчиков информации. В обоих случаях принципиальным является определение рациональной совокупности параметров СПТ, преобразованием и обработкой которых можно получить достаточный объем информации о качественных и количественных показателях контролируемого процесса и принимать правильное решение. Важной задачей является контроль качества электроэнергии (КЭ), которое существенно сказывается на экономические показатели и надежность работы электрических сетей и промышленных предприятий.

На крупных металлургических, машиностроительных, химических и т.п. предприятиях среди показателей КЭ, большое значение имеет контроль отклонений напряжения, несимметрии и несинусоидальности формы кривой напряжения, которые оцениваются измерением действующего значения напряжений. Основным параметром, фиксируемым в системах противоаварийной автоматики, является активная мощность.

В ИИСК технологических процессов в нефтяной промышленности наиболее широкое применение находят методы контроля с измерением параметров электрических сигналов. Так, при эксплуатации скважин глубинными насосами определенный объем информации о работе этой установки получается по значению потребления мощности двигателя станка качалки из сети. По ней определяется неуравновешенность станка-качалки, неисправности клапанной системы насоса и т.п.

В процессе бурения скважин электробурами вращающий момент и число оборотов определяются по измеренным на поверхности току, мощности и напряжению питания электробура.

При эксплуатации скважин погружными электронасосными установками, важными контролируемыми электрическими параметрами при их испытании являются действующее значение тока статора в режиме холостого тока и напряжения разгона без нагрузки на валу.

При определении качества асинхронных электродвигателей в серийном производстве важными контролируемыми параметрами являются потери и токи в режимах холостого хода и короткого замыкания.

Как показывает анализ, задачи, решаемые в приведенных выше ИИСК, и основные качественные и количественные показатели контролируемых процессов весьма разнообразны. Для повышения эффективности процесса обмена информацией в этих ИИСК целесообразны преобразование и обработка интегральных параметров сигналов (ИПС). Это объясняется тем, что обработкой результатов этих параметров легко получать информацию и о других параметрах СПТ.

В докладе предлагается новый подход к созданию ИИСК промышленных процессов и объектов, обладающих высокими показателями по эффективности контроля, гибкости структуры и универсальности по классу решаемых задач.

Показано, что минимальное число первично преобразуемых параметров, обеспечивающее сбалансирование сочетание устройств преобразования и обработки информации достигается при измерении ИПС, а совокупность других контролируемых параметров объектов могут быть определены обработкой результатов измерений.

Далее в докладе рассматриваются вопросы измерения ИПС с применением микропроцессорных средств. Показано, что существенная универсализация методов и технических средств цифровых измерений этих параметров, а также упрощения структур и алгоритмов функционирования измерительных систем (ИС) рассматриваемого назначения обеспечиваются при использовании метода цифровой обработки результатов прямых измерений мгновенных значений СПТ. В последнее время интерес к этому методу значительно возрос, что объясняется возможностью введения вычислительной мощности в измерительные каналы при решении такого рода измерительных задач. Данная проблема еще более усложняется при цифровых измерениях ИПС электрических сигналов сложной формы (несинусоидальных сигналов) .

Приводится обобщенная структура цифровых ИС ИПС с применением МПС.

При построении ИИСК промышленных процессов и объектов важным моментом является организация сравнительно большого числа каналов преобразования с обеспечением их временного или пространственного разделения.

При цифровых измерениях ИПС необходимо решать вопросы, связанные с дискретизацией процесса преобразования (определение количества и моментов времени измерения мгновенных значений за период) и разработкой рациональных методов и средств измерения и обработки мгновенных значений.

Если СПТ имеет синусоидальную форму кривой, то измерение их параметров может быть осуществлено преобразованием и цифровой обработкой ограниченного набора характерных значений соответствующей совокупности напряжений и токов [3].

Однако форма СПТ во многих случаях отличается от синусоидальной. Показано, что в этом случае что для обеспечения минимальной методической погрешности преобразования ИПС необходимое количество внутрипериодных измерений мгновенных значений должно быть определено на основе спектрального анализа кривых подынтегральных функций [4]. Осуществление дискретизации по предложенной методике позволяет значительно уменьшить количество внутрипериодных измерений и тем самым, облегчает выбор преобразователей для измерения и обработки мгновенных значений.

В докладе анализируются принципы построения ИС ИПС с применением таких преобразвателей, которые осуществляют функциональное преобразование и предварительную обработку мгновенных значений СПТ, разгружая тем самым, МПС от выполнения операций квадратирования и умножения.

Далее в докладе в соответствии с принятым подходом рассматриваются вопросы создания ИИСК с применением МПС на основе таких преобразователей.

В заключение показано, что рациональный выбор совокупности контролируемых параметров и реализация разнообразных функциональных задач с помощью ограниченного набора средств преобразования и обработки информации позволяют достигнуть существенного упрощения и универсализации структур и алгоритмов функционирования ИИСК различных промышленных процессов и объектов.

Литература

1. Ахмедов Р.М. Подход к решению задачи автоматического контроля технологических процессов механообработки – Материалы международной н/т конференции «Интеллектуальные технологии в машиностроении», Баку, 2016.
2. Ахмедов Р.М. Системы автоматического контроля электрических параметров промышленных объектов – Канд. дисс., Баку, 1983.
3. Казанцев С.Ю., Королева Т.Н. Измерение электрических параметров судовых электростанций с применением микро-ЭВМ – Известия ЛЭТИ им. В.И. Ульянова (Ленина), вып. 295, Ленинград, 1981.
4. Исмаилов Ш.Ю., Абдуллаев И.М., Ахмедов Р.М. К вопросу дискретизации процесса преобразования интегральных характеристик сигналов переменного тока произвольной формы – Ученые записки АзИНЕФТЕХИМа, №1, 1975.

XÜLASƏ

ELEKTRİK SİQNALLARININ ANİ QİYMƏTLƏRİNİN ÖLÇÜLMƏSİ VƏ EMAL EDİLMƏSİ ÜSULU ƏSASINDA PROSES VƏ OBYEKTLƏRİN NƏZARƏT EDİLMƏSİ ÜÇÜN İNFORMASİYA-ÖLÇÜ SİSTEMİ

Əhmədov R.M., Əliyeva X.R.

Açar sözlər: nəzarət sistemi, sənaye prosesləri və obyektləri, siqnalların inteqral parametrləri, ölçmə.

Sənaye proseslərinə və obyektlərinə dəyişən cərəyan siqnallarının inteqral parametrlərini ölçməklə informasiya-ölçmə nəzarət sisteminin qurulma prinsipinə baxılır. Ölçmə metodu kimi mikroprosessor vasitələrindən istifadə etməklə siqnalların ani qiymətlərinin perioddaxili ölçmə və rəqəm emalı metodundan istifadə təklif olunur. Aparat və proqram vasitələrinin birgə istifadəsi nəzrət sisteminin qurulmasında qurğuların vahid alqoritm üzrə fəaliyyətini təmin edir.

SUMMARY

INFORMATION-MEASURING SYSTEM FOR CONTROL OF PROCESSES AND OBJECTS BASED ON THE METHOD FOR MEASURING AND PROCESSING INSTANT VALUES OF ELECTRIC SIGNALS

Akhmedov R.M., Alieva Kh.R.

Keywords*: control system, industrial processes and objects, integral parameters of signals, measurement.*

The principle of constructing an information-measuring system for monitoring industrial processes and objects based on measuring the integral parameters of AC signals is considered. As a measurement method, it is proposed to use the method of intraperiod measurements and digital processing of instantaneous signal values using microprocessor tools. The use of a combination of hardware and software makes it possible to ensure the implementation of a unified algorithm for the functioning of devices for building a control system.

BİNALARDA İSTİLİK ENERJİSİ SƏRFİNİN KOMMERSİYA UÇOTU SİSTEMİ ÜZRƏ VİRTUAL CİHAZ MODULLARININ APARAT VƏ PROQRAM TƏMİNATININ İŞLƏNMƏSİ ÜÇÜN ƏSAS TEXNİKİ ŞƏRTLƏR

Mənsurov Q.M., Quliyeva L.İ.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
dr.ing.mansurov@mail.ru

Açar sözlər: *istilik enerjisi, kommersiya uçotu, texniki şərtlər, istilik sayğacı, virtual cihaz*

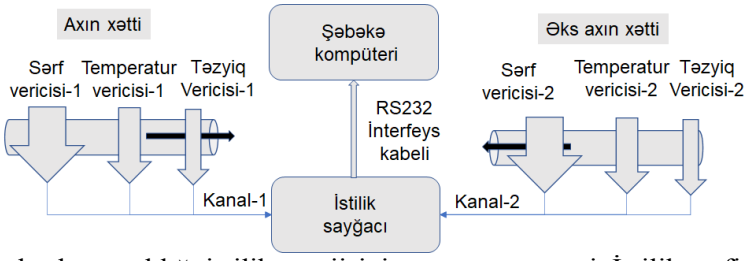
Təqdim olunan materialda istehlakçının aldığı istilik enerjisinin uçotunun aparılmasının sxem variantı əsasında istilik sərfi sayğacının komponentlərinin seçilməsi, onların birləşdirilməsi, sayğac kontrollerinin işləmə alqoritmi və verilənlərin ötürülməsi üzrə texniki şərtlər müəyyənləşdirilmişdir. Sistemin şəbəkə kompüterinə yüklənmiş virtual cihaz modullarından istifadə olunmaqla verilmiş ünvana məxsus istilik sayğacının işinə nəzarət olunması və kənar müdaxilənin aşkarlanması təklif olunur. İstifadə olunan virtual cihaz modulları Labview proqram mühiti vasitəsi ilə işlənmişdir.

İstilik enerjisinin uçotunun aparılması üçün istilik sayğaclarından istifadə olunur. İstilik sayğacları üçün əsas texniki tələblər bunlardır: istifadə olunan istilik enerjisinin miqdarının ölçülməsi; istilik daşıyıcısının miqdarının ölçülməsi; ölçmə nəticəsinin rəqəmsay formada göstərilməsi; ölçmə nəticəsi və istilik enerjisindən istifadə edən sistemin digər parametrləri haqqında informasiyanın xarici qurğulara ötürülməsi; sayğacın idarə olunmasının dialoq rejimdə və avtomatlaşdırılmış aparılmasının mümkünlüyü; sayğacdan istilik məntəqələrində, istilik enerjisinin fərdi və qruplarla istehlakçısı tərəfindən istifadə olunmasının mümkünlüyü [1,2,3].

Təqdim olunan işdə qeyd olunan tələblər əsasında binalarda istilik enerjisinin kommersiya uçotu sistemində istifadə olunan istilik sayğacına uyğun virtual cihaz modullarının yaradılması məqsədi ilə texniki şərtlər müəyyənləşdirilir. Sayğacın tərkibində sərfin ölçülməsinin ilkin çeviricisi, istilik hesablayıcı qurğu, temperatur vericisi (termometrlər) və təzyiq vericisi kimi texniki qurğular istifadə olunur.

Sərfin ilkin çeviricisi istilik daşıyıcı boruda axın və (və ya) əks axın xəttində, temperatur çeviricisi isə həm axın, həm də əks axın xəttində yerləşdirilir. İstifadə olunan texniki vasitələrin komplektindən asılı olaraq istilik sayğacları müxtəlif variantlarda işlənilir. Bəzi variantlarda təzyiq vericisindən istifadə olunmur.

İstehlakçının aldığı istilik enerjisinin uçotunun aparılması üzrə ölçmə sisteminin mümkün variantlarından birinin blok sxemi şəkil 1-də göstərildiyi kimidir. Ölçmə sistemi iki kanallıdır və açıq sistemdir. Vericilər axın və əks axın xətlərində tam komplektdə yerləşdirilib. Hər iki kanalda təzyiq vericisi də yerləşdirilib. İstilik hesablayıcı qurğudan alınan nəticələr RS232 interfeysi vasitəsi ilə lokal şəbəkənin kompüterinə ötürülür.



Şəkil 1. İstehsalçının aldığı istilik enerjisinin uçotunun sxemi. İstilik sərfi sayğacının komponentlərinin birləşdirilməsinin sxemi

İstilik sayğacı istismara verildikdə və işə salındıqda aşağıdakıların qeyd olunmasının vacibliyi də mümkün olmalıdır: cari vaxt – saat və dəqiqə, təqvim – gün, ay və il, istiliyik enerjisinin hesablanmasına uyğun istifadə olunan sayğacın variantı, istilik təchizatı təşkilatı tərəfindən razılaşdırılmış soyuq istilik

daşıyıcısının temperaturu, komplektdə təzyiq vericisinin olması, lokal şəbəkədən istifadə olunduqda abonentin (sayğacın) identifikatoru (kodu), sanksiya olunmamış müdaxilədən mühafizə parolu.

Praktikada istilik sayğaclarının müxtəlif sistem variantlarından istifadə olunur [2]. Variantlar biri-birilərindən axın və əks axın xətlərində hansı vericilərin və necə yerləşdirilməsi ilə fərqlənirlər. Variantlara uyğun istilik uçotunun aparılması üçün hesablamalarda istifadə olunan ifadələr cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl .

Variant	Kanalın tipi		
	Axın kanalı	Əks axın kanalı	Kommersiya istiliyi
1	$Q_1=V_1(\rho_1h_1-\rho_3h_3)$ $M_1=\rho_1\cdot V_1$	$Q_2=V_2(\rho_2h_2-\rho_3h_3)$ $M_2=\rho_2\cdot V_2$	$Q_0=Q_1-Q_2$
2	$Q_1=V_1\cdot\rho_1(h_1-h_2)$ $M_1=\rho_1\cdot V_1$	—	$Q_0=Q_1$
3	—	$Q_2=V_2\cdot\rho_2(h_1-h_2)$ $M_2=\rho_2\cdot V_2$	$Q_0=Q_2$

Cədvəldə verilən ifadələrdə 1- indeksi axın xətti, 2- indeksi əks axın xətti, 3- indeksi isə soyuq (ətraf mühitin temperaturunda) istilik daşıyıcısı üçündür. Q- istilik enerjisinin miqdarı, M-istilik daşıyıcısının kütləsi, V-istilik daşıyıcısının həcmi, ρ- istilik daşıyıcısının sıxlığı, h-istilik daşıyıcısının entalpiyasıdır.

Cədvəldə qeyd olunan düsturlar vasitəsi ilə hesablamalar istilik sayğacının kontrollerinə yüklənmiş proqram əsasında yerinə yetirilir. Kontroller aşağıda qeyd olunan alqoritm üzrə işləyir:

Hər bir kanal üzrə verilmiş anda istilik gücü hesablanır:

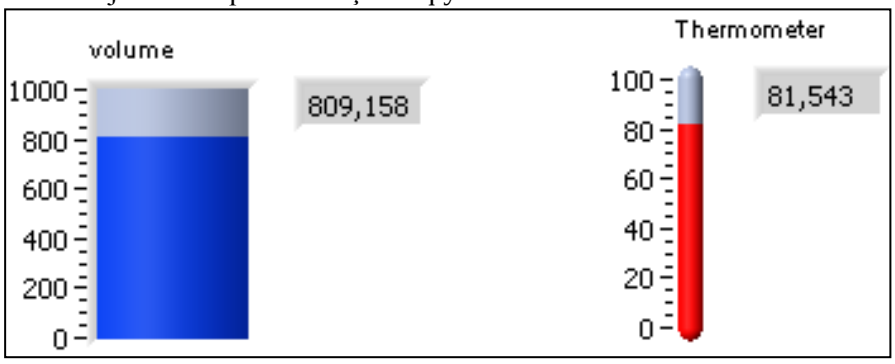
$$q_i = d_{vi}\rho_i h_i \quad [HC/saat],$$

burada d_{vi} - kanalda istilik daşıyıcısının həcmi sərfi ($m^3/saat$); ρ_i - kanalda temperaturun verilmiş anda qiyməti üçün istilik daşıyıcısının sıxlığı (ton/m^3); h_i - kanalda istilik daşıyıcısının xüsusi entalpiyası (HC/ton); $i=1,2$ - indeksi kanalın nömrəsidir.

İstilik daşıyıcısının verilmiş anda kütlə sərfi hesablanır:

$$m_i = d_{vi}\rho_i, ton/saat.$$

Axın və əks axın kanallarında istilik enerjisinin miqdarına əsasən istehlakçının sərf etdiyi istilik enerjisinin miqdarı ("kommersiya istiliyi") hesablanır: $Q_0 = Q_1 - Q_2$, burada Q_1, Q_2 - uyğun olaraq, axın və əks axın xətlərində istilik enerjisinin miqdarının ölçülən qiymətləridir.



Şəkil 2. Virtual cihaz modulunun ön panelinə nümunə

Hesablama bitdikdən sonra nəticələrin rəqəmsay formada massivi tərtib olunur və kontrollerin tablosuna çıxarılır. Tələb olunarsa aşağıdakı parametrlərin də tabloya çıxarılması təmin oluna bilər:

- cari zaman, vaxt və işləmə müddəti;
- cari zamandakı istilik gücü - q_1, q_2;
- kanallarda istilik daşıyıcısının kütlə sərfinin ani qiyməti - m_1,m_2;
- kanallardakı temperaturların cari qiymətləri - t_1,t_2;
- kanallardakı təzyiqlərin cari qiymətləri - p_1,p_2,

Hesablanan parametrlərin daimi yaddaşa interfeys vasitəsi ilə ötürülməsi avtomatik baş verir. Ehtiyac olduqda, operator tərəfindən müəyyən zaman intervalı üçün yaddaşda saxlanılan verilənlər tabloya çıxarıla bilər, printerdə çap oluna bilər, kompüterə ötürülə bilər və digər məqsədlər üçün istifadə oluna bilər. Belə ötürmə prosesi zamanı əsas proqram vasitəsi ilə yerinə yetirilən iş prosesi – ölçmə və hesablama dayandırılmır. Qida gərginliyi kəsildikdə, gərginliyin kəsilmə müddətinə qədər olan müddətdəki nəticələrin kontrollerin yaddaşında saxlanılması da təmin edilir.

Kontrollerdə qeyd olunan parametrlər və hesablamaların nəticələri RS232 interfeys kabeli vasitəsi ilə şəbəkə kompüterindən verilən sorğu əsasında şəbəkə kompüterinə ötürülür. Şəbəkə kompüterinə yüklənmiş virtual cihaz modullarından istifadə olunaraq ünvana uyğun olaraq istilik sayğacının işinə nəzarət olunur və kənar müdaxilənin olması aşkar oluna bilər. İstifadə olunan virtual cihaz modulları Labview proqram mühiti vasitəsi ilə işlənmişdir. Nümunə olaraq temperaturun dəyişməsini və daşıyıcı sərfini (daşıyıcının həcmini) təsvir edən virtual cihaz modulunun paneli şəkil 2-də verilmişdir.

Ədəbiyyat

1. Бутузов В.А. Тенденции развития приборов учёта тепловой энергии / Энергосбережение, № 3, 2000
2. Ильин В.К. Обзор проекта Правил коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя.- Энергосовет, Информационный электронный журнал, №1(20), 2012, стр.25-27.
3. Проблемы коммерческого учета энергоносителей. Материалы 1-й международной научно-практической конференции "ТЕПЛОСИБ - 2002", 19-20 марта 2002 г. , Новосибирск. Под редакцией профессора Б.М. Рогачевского, Новосибирск, агенство "Сибпринт", 2002, стр. 133.

РЕЗЮМЕ

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЙ РАЗРАБОТКЕ МОДУЛЕЙ ВИРТУАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В СИСТЕМЕ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В ЗДАНИЯХ

Мансуров Г.М., Кулиева Л.И.

Ключевые слова: *тепловая энергия, коммерческий учет, технические условия, тепловой счетчик, виртуальный прибор*

В представленном материале технические условия по выбору составных частей счетчика теплопотребления, их подключению, алгоритму работы органов управления счетчика и передачи данных определены исходя из варианта схемы учета полученной тепловой энергии потребителем. Предлагается контролировать работу теплосчетчика заданного адреса и обнаруживать внешние помехи с помощью модулей виртуальных устройств, загружаемых на сетевой компьютер системы. Используемые модули виртуальных устройств были разработаны с использованием программной среды Labview.

SUMMARY

BASIC TECHNICAL REQUIREMENTS FOR HARDWARE AND SOFTWARE DEVELOPMENT OF VIRTUAL DEVICE MODULES ON COMMERCIAL ACCOUNTING SYSTEM OF HEAT ENERGY CONSUMPTION IN BUILDINGS

Mansurov G.M., Gulieva L.I.

Keywords: *thermal energy, commercial accounting, technical specifications, heat meter, virtual device.*

In the presented material, the technical conditions for the selection of the components of the heat consumption meter, their connection, the algorithm for the operation of the meter's controls and data transmission are determined based on the variant of the metering scheme for the received thermal energy by the consumer. It is proposed to control the operation of the heat meter of a given address and detect external interference using virtual device modules loaded on the network computer of the system. The virtual device modules used were developed using the Labview software environment.

ÇOXMODLU DİFRAKSİYA VERİCİSİNİN TƏDQİQİ

[1]Namazov A.M., [1]Nağıyeva S.F. , [2]Qaraxanov M.N.

[1]Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan

[2]Azərbaycan Texniki Universiteti, Bakı, Azərbaycan

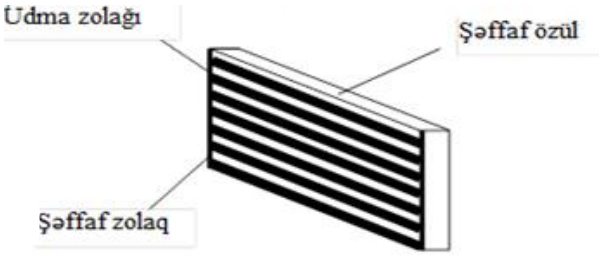
namazovanar@mail.ru

Açar sözlər: *lifli-optik verici, çoxmodlu, difraksiya, udma zolağı, intensivlik modulyasiyası,*

Çoxmodlu difraksiya vericisinin tədqiqi üzrə difraksiya vericisisinin xüsusyyətləri öyrənilmiş, yaxın və uzaq məsafəli difraksiya vericisinin iş prinsipi nəzəri tədqiq olunmuşdur. Difraksiya qəfəsinin qarşı-qarşıya nisbi yerdəyişməsinə və difraksiya qəfəsinin periodunun modulyasiyasına əsaslanan vericilərin çatışmayan cəhətləri qeyd olunmuş, onların aradan qaldırılma yolları təhlil olunmuşdur.

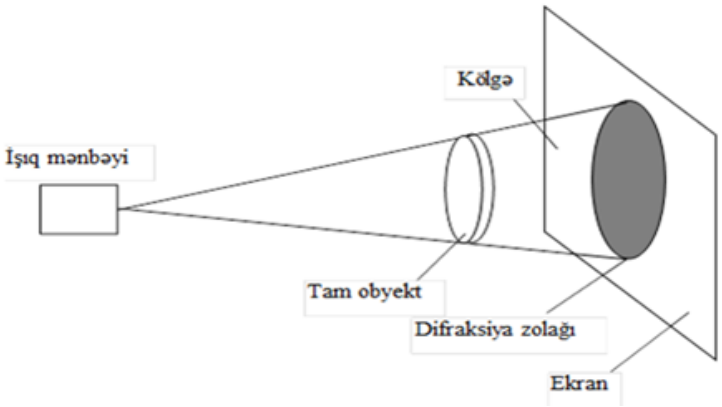
Lifli-optik vericiləri 2 sinfə ayırmaq olar. Birincisi işığa həssas olan elementli vericidir. Burada işıq optik lifdən keçərək siqnal emal edən bloka ötürülür.

İkincisi çoxmodlu lifli optik vericidir ki, bu halda polyarlı modulyasiyadan istifadə edilir. Ən əlverişli çoxmodlu lifli-optik verici qəfəsli vericidir. Qəfəsli verici şəffaf və udma zolaqlı qəfəsdən ibarətdir. Tam obyektdən bu cür qəfəsdən bir çox parametrlərin məsələn: intensivliyin və dalğa uzunluğunun ölçülməsi zamanı istifadə edilir.Qəfəsin baza strukturu şəkil 1-də göstərilmişdir [5].



Şəkil 1. Qəfəsin baza strukturu

Qəfəsin iş prinsipi modulyasiyaya əsaslanır. Optik qəfəsin xüsusiyyələrini analiz etmək üçün difraksiyanı öyrənmək lazımdır. Difraksiyanın meydana gəlməsi işığın baş verməsinin xüsusiyyətlərindən asılıdır. Ən sadə difraksiya obyektin ideal (tam) dairəvi olmasıdır. Tam obyektdən difraksiya şəkil 2-də göstərilmişdir.



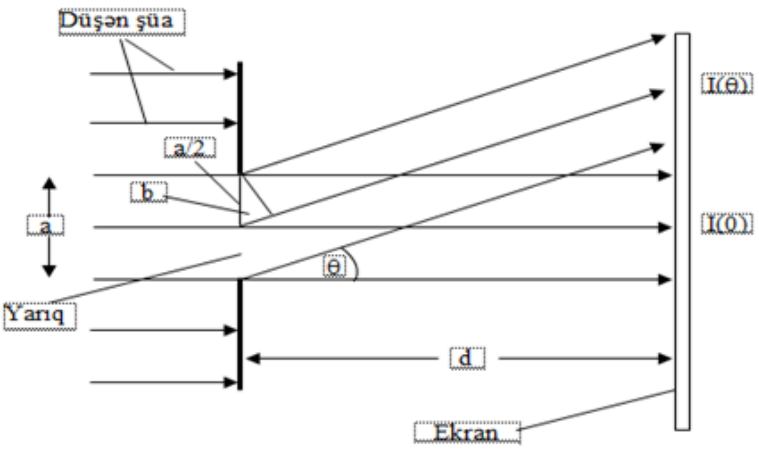
Şəkil 2. Tam obyektdən difraksiya

İki növ difraksiya mövcuddur.

1. Yaxın məsafələr difraksiyası. Buna Frenel difraksiyası deyilir.
2. Uzaq məsafələr difraksiyası. Franqofer difraksiyasıdır.

Difraksiyanın ən sadə növü bir yarıqdan difraksiyasıdır (şəkil 3).

Bu halda işıq ekrana ensiz (dar yarıqdan), yəni bir yarıqdan düşür. Şəkildən göründüyü kimi işığın (J_0) mərkəzdən düz istiqamətdə ekrana düşən maksimum qiyməti $\frac{a}{2}$-dir. $\frac{a}{2}$ yarıqdan keçən şüanın yarısıdır. $J_0 = \frac{a}{2}$; b- isə uzaq məsafəyə düşən $\frac{\lambda}{2}$-nin qiymətidir, yəni $b = \frac{\lambda}{2}$-dir.



Şəkil 3. Bir yarıqdan difraksiya

Burada λ - dalğa uzunluğunun qiymətidir. Qayıdan şüanın qiyməti (θ) $\theta = b/a/2$ olacaq.

$$a\sin(\theta) = m \cdot \lambda \tag{1}$$

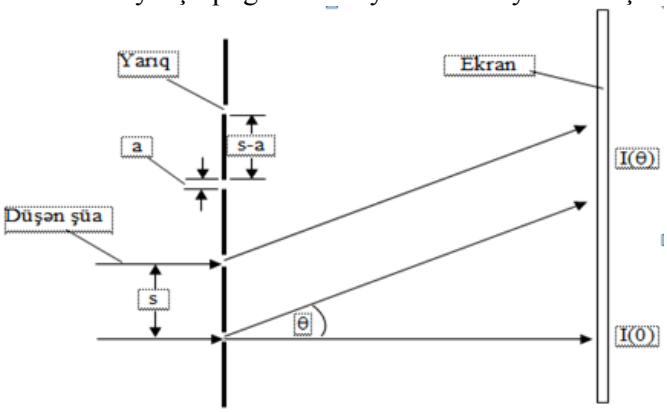
m-mütləq qiymətdir m≥1-dir.

(1) bərabərliyi bir yarıqdan Fraunqfer difraksiyasının minimum qiymətidir, iki cür əhəmiyyət kəsb edir. Birincisi yarığın daralmasıdır, bu halda qayıtma bucağı (θ) böyük qiymət alır, ikincisi yarığın sabit (dəyişməyən) qiymətində $a\theta$ dalğa uzunluğu (λ) ilə mütənasib olaraq artır [5].

Çox yarıqan difraksiyanın sxemi şəkil 4-də göstərilmişdir. Əgər ekranın diametri D olarsa və işıq şüasının hamısı ekrana düşərsə, onda düşmə bucağının minimum qiyməti

$$\theta_{\min} = 1{,}22\frac{\lambda}{D} \text{ olar.} \tag{2}$$

Təcrübi nöqteyi-nəzərincə ən yaxşı qurğu difraksiya əsasında yaradılmış difraksiya qəfəsidir.



Şəkil 4. Çox yarıqdan difraksiya

Difraksiya qəfəsi işığı yarığın eni (a) boyunca toplayaraq buraxır. İşıq qəfəsə perpendikulyar olaraq düşdükdə

$$S\sin\theta = m\lambda \tag{3}$$

Optik gücün normal paylanması aşağıdakı formula ilə təyin edilir.

$$I(\theta) = \frac{\sin^2 A_1 \cdot \sin^2 NA_2}{A_1^2 \sin^2 A_2} \tag{4}$$

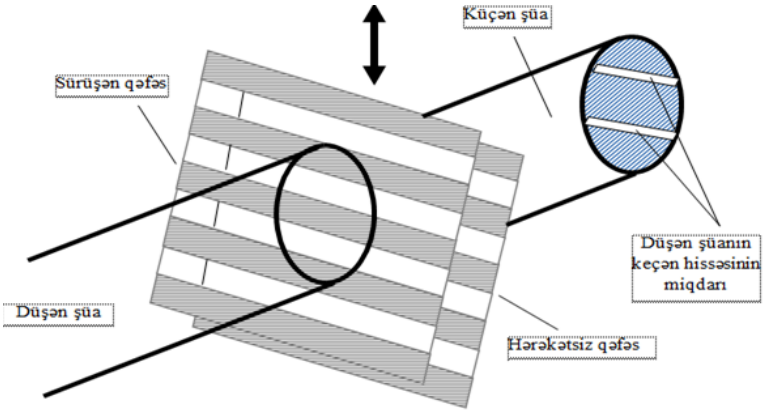
Burada N – yarıqların sayıdır. A_1 – bir yarıqdan ifraksiya. A_2 - çox yarıqdan interferensiyadır.

$$A_1 = \frac{\pi\sin\theta}{\lambda}; \qquad A_2 = \frac{\pi\sin\theta}{\lambda} \tag{5}$$

a və s sabit kəmiyyətlərdir.

Difraksiya qəfəsinin qarşı-qarşıya nisbi yerdəyişməsinə əsaslanan verici

Çoxmodlu lifli-optik verici dikfrasiyalı qəfəsdən və bu qəfəs əsasında intensivliyin dəyişməsini təyin etmək üçün istifadə edilir. Bu zaman həssas elementli iki eyni qəfəs götürülür. Onlardan biri hərəkətsiz qalır, digəri isə sürüşkən qəfəsdir (Şəkil 5).



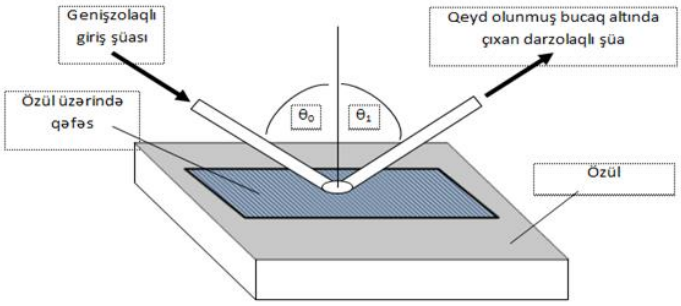
Şəkil 5. İki qəfəsli intensivlik modulyasiyası

Əgər qəfəslər bir-birinə müəyyən qədər yaxın qoyulubsa, işıq düşən zaman onlar bir qəfəs kimi özünü göstərir və modulyasiyanın periodu sabit qalır. Qəfəs bir-birindən 0÷0,5 arasında sürüşdürülərsə, modulyasiyanın intensivliyi 100%-ə çatar. Bu halda həssaslıq və dinamik diapazon birlikdə tənzimlənir. Yüksək həssaslıq dinamiki diapazonun hesabına və yaxud əksinə alınır [4].

Sürüşkən qəfəsli vericilər vasitəsilə istənilən parametri ölçmək olur. Bu prinsiplə işləyən qurğuların ən birincisi lifli-optik hidrofondur (hidrofon hidro+fon) – su mühitində səs və ultrasəs rəqslərini qəbul edib elektrik rəqslərinə çevirən qurğudur.

Difraksiya qəfəsinin periodunun modulyasiyasına əsaslanan vericilər

Əvvəllər qəfəs təyin olunmuş və yaxud ona bərkidilmiş materialdan hazırlanırdı. Material dartıldıqda və sıxıldıqda ölçüsü həssaslıqla dəyişirdi. Əgər material istidən genişlənmə əmsalına malikdirsə, verici şəkil 6-da göstərildiyi kimi altlıq temperaturun dəyişməsi ilə dalğanın uzunluğu θ_1 bucaq altında difraksiyaya uğrayır. Əgər material yüksək sıxılma əmsalına malikdirsə, altlıq θ_1 bucaq altında fırlanır, dalğa uzunluğu genişlənir və təzyiqi ölçmək mümkün olur. Hal-hazırda sürüşməni ölçmək üçün difraksiya qəfəsinin həssas elementinin yeni metodu qəfəsin modulyasiya periodunu əsaslanan lifli optik vericinin mexanizmi öyrənilir. Bu metodla istənilən parametri ölçmək mümkündür [4].

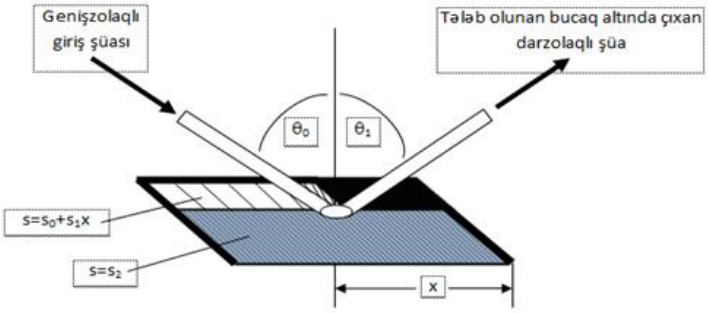


Şəkil 6. Darzolaqlı difraksiyanın difraksiya qəfəsi ilə alınması sxemi

Tətbiq edilən metod "xətti modulyasiyalı" qəfəsdən istifadədir. "Xətti modulyasiyalı" qəfəsin istifadə üsulundan vəziyyətin birbaşa təyini üçün istifadə edilir. Qəfəsin uzunluğu $S = S_0 + S_1 x$ olduqda qəfəsin işıqlı hissəsi aşağıdakı formula ilə təyin edilir [1].

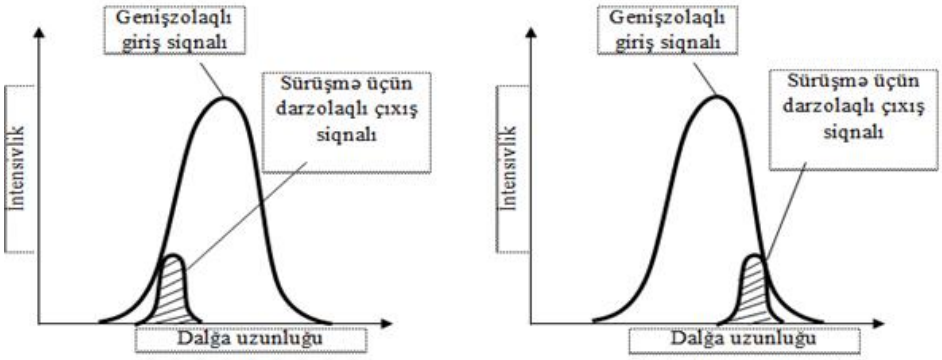
$$x = \frac{\lambda}{S_1(\sin\theta_0 + \sin\theta_1)} - \frac{S_0}{S_1}$$

Xətti yerdəyişən periodlu difraksiya qəfəsi ilə yerdəyişmənin ölçülməsi sxemi şəkil 7-də göstərilmişdir.



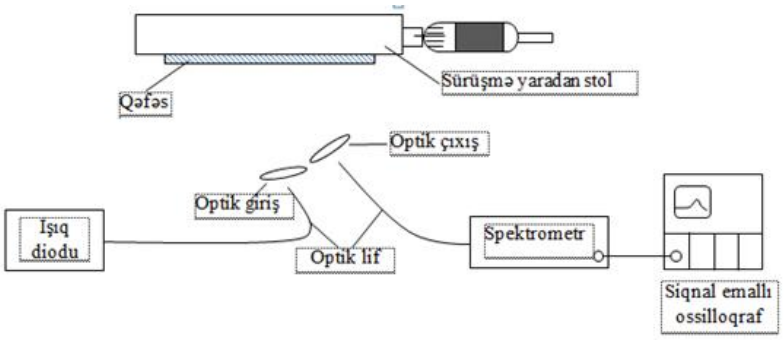
Şəkil 7. Xətti yerdəyişən periodlu difraksiya qəfəsi ilə yerdəyişmənin ölçülməsi sxemi

Yerdəyişməyə görə xətti dəyişən qəfəsli vericinin darzolaqlı siqnalının intensivliyinin dalğa uzunluğundan asılılığı şəkil 8-də göstərilmişdir [3].



Şəkil 8. Yerdəyişməyə görə xətti dəyişən qəfəsli vericinin darzolaqlı siqnalının
Intensivliyinin dalğa uzunluğundan asılılığı

Kontaktsız qurğu vasitəsilə yerdəyişmənin ölçülməsi isə şəkil 9-da göstərilmişdir.



Şəkil 9. Yerdəyişməni kontaktsız ölçmək üçün qurğu

Düşən şüanın 11° təşkil edən hissəsi qəfəsin giriş bucağı, 43° təşkil edən hissəsi isə çıxış bucağını göstərir. Hər iki bucaq eyni tərəfdə yerləşdirilir. Giriş və çıxış optik lifləri qəfəsdən 2,5 və 3,7 sm məsafədə yerləşir. Şüalanmanın eni 45 nm və gücü 225mkVt, lifin mərkəzi 100 mkm, istifadə edilən optik mənbə 835 mm-dir. Giriş və çıxış optik verici qəfəsə 4 mm dəstənin təmin edilməsi üçün quraşdırılır. Çıxış lifinin şüası spektrometrin girişinə düşür. Spektrometr 256 həssas elementli fotodiodlu matrisdən ibarətdir. Spektrometr siqnalı emal edən ossilloqrafa qoşulmuşdur [2].

Ədəbiyyat

1. Meyer J.R.– Arendt, Introduction to Classical and Modern Optics, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.,1984.

2. W.B.Spillman, Jr., Multimode Fiber-optic Hydrophone Based on a Schlieren Technigue, Appl. Opt. 20 (3), 465 (1981).
3. Соколов Е.А., Соколов В.А. Волоконно-оптические датчики и системы: принципы построения возможности и перспективы // Light wave Russian Edition, 2006, № 4, 95 с.
4. Удд. Э. Волоконно-оптические датчики /под. Ред. Э. Удда-М:Техносфера, 2008, 520 с.
5. Волоконно-оптические датчики: Вводный курс для инженеров и научных работников, под редакцией Эрика Удда. 1991. John Wiley & Cons İnc.

РЕЗЮМЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОМОДОВОГО ДИФРАКЦИОННОГО ДАТЧИКА
Намазов А.М., Нагиева С.Ф, Гараханов М.Н.

Ключевые слова: *волоконно-оптический датчик, многомодовый, дифракция, полоса поглощения, модуляция интенсивности.*

При исследовании многомодового дифракционного передатчика были изучены особенности дифракционного передатчика, теоретически изучен принцип работы дифракционного передатчика ближнего и дальнего действия. Были отмечены недостатки передатчиков, основанные на относительном смещении дифракционной решетки по отношению друг к другу и модуляции периода дифракционной решетки, проанализированы пути их устранения.

SUMMARY
INVESTIGATION OF A MULTIMODE DIFFRACTION SENSOR
Namazov A.M., Nagieva S.F., Qarakhanov M.N.

Keywords*: fiber optic sensor, multimode, diffraction, absorption band, intensity modulation.*

In the study of a multimode diffraction transmitter, the features of a diffraction transmitter were studied, the principle of operation of a short- and long-range diffraction transmitter was theoretically studied.The shortcomings of the transmitters based on the relative displacement of the diffraction grating relative to each other and the modulation of the period of the diffraction grating were noted, ways to eliminate them were analyzed.

ВИБРАЦИОННО-АМПЛИТУДНЫЙ ПЛОТНОМЕР

Гадирова Т.Т.
Военный институт имени Гейдара Алиева, Баку, Азербайджан
turan_huseynova@mail.ru

Ключевые слова: *вибрационно-амплитудный, плотномер, резонатор, настройка, добротность*

В статье рассматривается новая конструкция вибрационно-амплитудного плотномера жидкости, представляющего собой жестко закрепленную в опорах прямоточную трубку с двумя парами массивных цилиндрических колец опор симметрично расположенных относительно вертикальной оси симметрии трубки. При этом одна пара колец располагается до опор и служит для грубой настройки в резонанс механической колебательной системы и удаления узлов колебаний от мест крепления трубки, а вторая пара колец – для точной настройки в резонанс и демпфирования колебаний участков трубки за опорами.

Резонансные или вибрационно-амплитудные плотномеры жидкости хотя и уступают по точности вибрационно-частотным, однако благодаря простоте изготовления и эксплуатации продолжают применяться в различных отраслях промышленности [1]. Принцип действия вибрационно-амплитудных плотномеров основан на зависимости амплитуды вынужденных колебаний трубки с жидкостью от плотности последней [2].

Нами предложена новая конструкия вибрационно-амплитудного плотномера, отличающаяся легкостью настройки механической колебательной системы в резонанс и повышенной добротностью.

На рис.1 показана схема плотномера. Чувствительным элементом плотномера служит прямоточная трубка 1, жестко защемленная в опорах 2, которые крепятся к основанию 3.

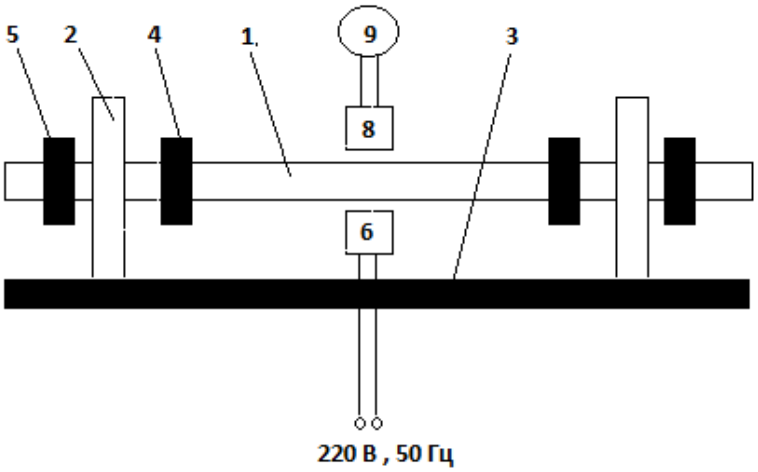


Рисунок. Схема вибрационно-аиплитудного плотномера

На трубке слева и справа от опор симметрично относительно вертикальеой оси симметрии жестко крепятся две пары массивных цилиндрических колец 4 и 5. Трубка приводится в режим вынужденных колебаний посредством электромагнита 6, подключенного непосредственно к электрической сети (220 В, 50 Гц). Амплитуда колебаний измеряется с помощью электромагнита 7, выход которого подключен к вольтметру 8. Длина колеблющейся части трубки выбирается таким образом, чтобы при ее заполнении эталонной жидкостью, например дистиллированной водой, в системе установился резонанс. В этом случае вольтметром фиксируется максимально возможная амплитуда колебаний. При заполнении трубки жидкостью с плотностью отличной от плотности дистиллированной воды ($\rho = 1000$ *кг/м*^{3}) показание вольтметра уменьшается. Отличительной особенностью рассматриваемого плотномера является введение в конструкцию его резонатора массивных цилиндрических колец. Первая пара колец 4 предназначена для удаления узлов колебаний от мест закрепления трубки – опор, а также грубой настройки в резонанс. Вторая пара колец – для точной настройки в резонанс и демпфирования колебаний участков трубки, выступающих за опоры, тем самым снижая рассеяния механической колебательной энергии в корпус плотномера.

Литература

1. Гусейнов Т.К. Обобщенная математическая модель трубчатых резонаторов для вибрационно-частотных плотномеров жидких продуктов / Т.К. Гусейнов, Б.К. Амирасланов // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2009. – № 4(8). – С. 11-14.

2. Гусейнов Т.К., Абдулова Н.А. Однотрубный резонатор с точечными массами для вибрационно-амплитудного плотномера жидкости // Современные технологии в нефтегазовом деле – 2017 , Октябрьский, 31 марта 2017 года

XÜLASƏ
VIBRASİYALI-AMPLİTUD SIXLIQ ÖLÇƏN
Qədirova T.T.

Açar sözlər*: vibrasiyalı-amplitud, sıxlıqölçən, resonator, sazlanma, keyfiyyət əmsalı*

Dayaqlarda bərkidilmiş və üzərində şaquli oxa nəzərən simmetrik yerləşdirilmiş iki cüt massiv silindrik halqa yerləşdirilmiş düzxətli boru şəkilində yerinə yetirilmiş rezonatorlu vibrasiyalı-amplitud maye sıxlıqölçənin yeni konstruksiyasına baxılır. Bu zaman bir cüt halqa dayaqlaradək yerləşdirilir və mexaniki rəqs sistemini ilkin olaraq rezonansa sazlamaq və rəqslər düyünlərini borunun bərkidilmə yerlərindən uzaqlaşdırmaq üçün, ikinci cüt halqalar isə rezonansa dəqiq sazlanması üçün və borunun dayaqlardan sonrakı hissələrinin dempferləşdirilməsi üçün qulluq edir.

SUMMARY
VIBRATION-AMPLITUDE DENSITY METER
Gadirova T.T.

Key words*: vibration-amplitude, density meter, resonator, tuning, quality factor*

The article discusses a new design of a vibration-amplitude liquid density meter, which is a direct-flow tube rigidly fixed in supports with two pairs of massive cylindrical support rings symmetrically located relative to the vertical axis of symmetry of the tube. In this case, one pair of rings is located before the supports and serves to roughly tune the mechanical oscillatory system into

resonance and remove vibration nodes from the places where the tube is attached, and the second pair of rings - to fine-tune to resonance and dampen oscillations of the tube sections behind the supports.

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ВИБРАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ МАСЛЯНЫХ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

[1.2]Юсупов Д.Т., [3]Кадыров Х.М.
[1]Институт проблем энергетики Академии наук Узбекистана.,Ташкент, Узбекистан,
[2]Ферганский политехнический институт, г. Фергана, Узбекистан,
dilmurod85@list.ru, xusanxonqodirov231@gmail.com

Ключевые слова: *трансформатор, масло, виброизоляция, механические соединения.*

Повышение эксплуатационной надежности масляных силовых трансформаторов является одной из актуальных проблем. Одним из наиболее удобных способов диагностики силовых масляных трансформаторов в рабочем состоянии является метод испытаний. С помощью виброиспытания на частоте выше 1 кГц можно контролировать показатель механических примесей в трансформаторном масле.

Спрос на электроэнергию в мире растет. Обеспечение бесперебойного питания потребителей электроэнергии является сложной задачей. Основным элементом линий электропередачи является возможность обновления масляных силовых трансформаторов. Для этого необходимо заблаговременно выявить неисправности в трансформаторе и исследовать причины их развития. Существует множество методов диагностики силовых масляных трансформаторов, а контролировать техническое состояние в процессе эксплуатации сложно. Среди методов контроля технического состояния масляных силовых трансформаторов метод виброконтроля является одним из развивающихся на сегодняшний день. Метод контроля вибрации: подразделяется на такие методы, как измерение общего уровня вибрации на стенке бака трансформатора, спектральная вибродиагностика трансформаторов и частотный контроль [1]. Из-за отсутствия четкого стандарта или шаблона проверок, проводимых существующими методами, метод контроля вибрации трудно применять на практике в больших масштабах. Метод контроля вибрации ограничивается контролем ее механической части. Исследуется только 700 Гц часть уровня вибрации на стенке бака трансформатора [2-3]. В диапазоне от 100 Гц до 700 Гц можно обнаружить только механическую часть трансформатора. Трансформатор разделен на активную и вспомогательную части: активная часть состоит из ферромагнитного сердечника и катушек, а основная часть вспомогательной части - масло. Трансформатор разделен на активную и вспомогательную части: активная часть состоит из ферромагнитного сердечника и катушек, а основная часть вспомогательной части - масло. Контроль уровня вибрации на стенке бака трансформатора выше 1 кГц позволяет изучить некоторые неисправности.

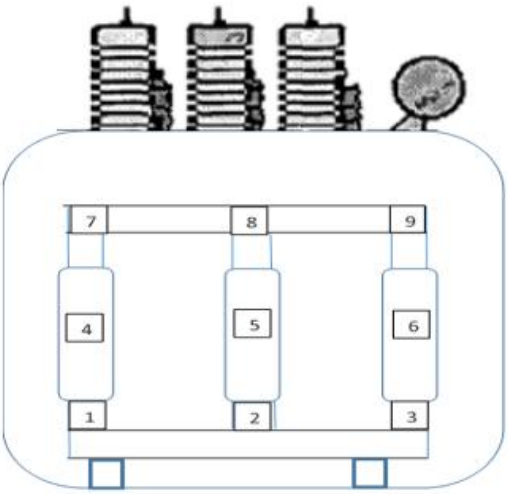


Рис.1. Рекомендуемые места установки датчиков контроля виброускорения на стенке бака трансформатора

Механические части трансформатора исчезают в масле по мере того, как амплитуда вибрации увеличивается с частотой. При увеличении контролируемой частоты с 1 кГц до 10 кГц значения уровня вибрации меняются.

Силовые маслонаполненные трансформаторы были испытаны на вибрацию в различных точках их наружной оболочки во время работы.

Таблица .

Результаты измерения виброускорения на стенке бака трансформатора 10/0,4кВ	
Точка измерения	10 кГц, α = м/с^2
1	0.7
2	1.5
3	1.5
4	1.7
5	2.1
6	2.0
7	2.7
8	2.7
9	2.4

Результат исследования, наблюдения, проведенные на частоте от 1 кГц до 10 кГц, показывают, что уровень виброускорения увеличивается по мере продвижения точек измерения вверх. Это показывает, что результаты не зависят от величины вибрации активных частей, поскольку они получены с поверхности бака трансформатора. В связи с тем, что активные части трансформатора расположены на основании, при неисправности в них значения уровня вибрации будут больше в нижних точках. Колебания с частотой выше 1 кГц генерируются мелкими элементами, не связанными с активными частями трансформатора [3].

Элементы, колеблющиеся с высокой частотой 1 кГц, указывают на то, что они происходят из элементов в масле, и они считаются механическими соединениями. Для надежной работы масляного силового трансформатора показатель качества масла должен быть в пределах заданного значения. Механические примеси в масле снижают его теплопроводность. Для этого необходимо постоянно контролировать техническое состояние силовых масляных трансформаторов путем вибродиагностики. По результатам контроля требует очистки от механических примесей.

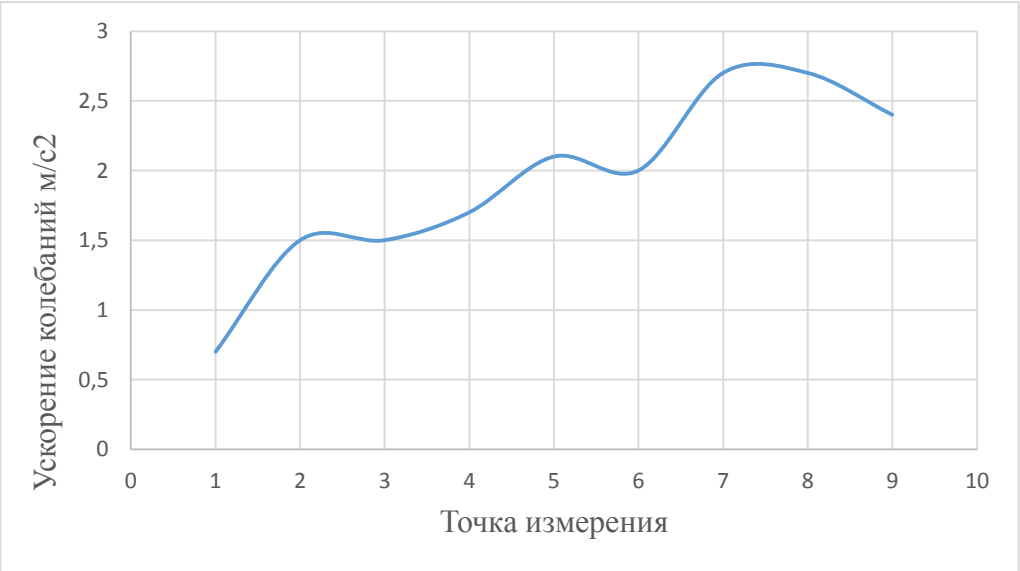


Рис.2. Скорость распространения вибрации по поверхности трансформатора

Выводы

1. Необходимо контролировать показатель механических примесей в масле с помощью виброиспытания масляных силовых трансформаторов на частоте выше 1 кГц.

2. Чтобы активные части трансформатора надежно работали длительное время, необходимо очищать масло от механических примесей.

Литература

1. Гавриленко А.В., Долин А.П.// Методика вибрационного обследования силовых трансформаторов. 2004.

2. Голышев С.В., Емельянов В.И., Комар С.С., Пыхов Д.Н., Тукачев И.Г. Патент RU 2643940 C1 // Способ вибрационного безразборного диагностирования трансформатора. 06.02.2018 Бюл. №4

3. Русов В.А, Софьина Н.Н. «Вибрационное обследование и диагностика состояния трансформаторов» // Методы и средства оценки состояния Энергетического оборудования. Выпуск 11. Спб.: ПЭИПК, 2000. С. 38-53.

XÜLASƏ
GÜC YAĞ TRANSFORMATORLARINA YÜKSƏKTEZLİKLİ VİBRASİYALI NƏZARƏT
Yusupov D.T., Kadırov X.M.

***Açar sözlər**: transformator, yağ, vibrasiya izolyasiyası, mexaniki birləşmələr.*

Yağ güc transformatorlarının əməliyyat etibarlılığının artırılması aktual problemlərdən biridir. Güc yağ transformatorlarının işlək vəziyyətdə diaqnozunun ən əlverişli yollarından biri test metodudur. 1 kHz-dən yuxarı bir tezlikdə vibrasiya testindən istifadə edərək, transformator yağındakı mexaniki çirklərin Göstəricisini idarə edə bilərsiniz.

SUMMARY
HIGH-FREQUENCY VIBRATION CONTROL OF OIL POWER TRANSFORMERS
Yusupov D.T., Kadyrov H.M.

***Keywords:** transformer, oil, vibration isolation, mechanical connections.*

Increasing the operational reliability of oil power transformers is one of the urgent problems. One of the most convenient ways to diagnose power oil transformers in working order is the test method. Using vibration testing at a frequency above 1 kHz, you can control the indicator of mechanical impurities in the transformer oil.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Семин Д. И.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация
piligrim.10@inbox.ru

***Ключевые слова**: техническое обслуживание, имитационная модель, энергетика, автоматизация, возобновляемые источники энергии, цифровой двойник.*

Одним из основных трендов цифровизации в отрасли является цифровой двойник предприятия. Эта технология уже применяется крупными компаниями с целью увеличения количества дистанционно управляемых устройств для повышения энергоэффективности производственных процессов. Значительная часть цифровых двойников представляет собой имитационную модель реального промышленного объекта,

В статье охарактеризовано понятие «имитационная модель» и показан процесс создания простой имитационной модели обслуживания ветроустановок в ветропарке, а также предложены дальнейшие шаги по совершенствованию этой модели.

Под имитационным моделированием понимается процесс создания виртуальной модели реальной системы и постановки экспериментов на этой модели с целью оценки поведения системы или расчета стратегий, призванных развить данную систему.

Имитационное моделирование позволяет работать с системами, которым свойственны нелинейное поведение, большое количество параметров и неочевидные зависимости переменных [1].

По уровню детализации модели можно выделить три уровня ее абстракции. Характеристики каждого уровня и примеры областей применения таких моделей приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Уровни абстракции моделей

Уровень абстракции	Характеристика	Область применения
Высокий уровень абстракции	Стратегический и обобщенный уровень, на котором рассматривают ся множества объектов, а не объекты в частности	- модель рынка; - моделирование демографических процессов; -модель распространения эпидемий;
Средний уровень абстракции	На этом уровне уже представляются отдельные объекты, однако их индивидуальное поведение не затрагивается.	- модели движения транспорта; -моделирование систем массового обслуживания
Низкий уровень абстракции	Этот уровень призван решать задачи отдельных физических объектов и учитывает их индивидуальные особенности и связи такие как точные размеры и время.	- модели оборудования на предприятиях; - модели движения пешеходов;

Успешность проекта моделирования зависит от верного выбора уровня абстракции [5]. Следует понимать, что существуют модели, принадлежащие к разным уровням абстракции, поэтому определиться с выбором может быть трудно. Однако в современном программном обеспечении можно решить эту проблему, используя агентный подход моделирования [2]. Преимущество данного подхода в том, что он может применяться на любом уровне абстракции, ведь под агентом может подразумеваться как отдельный физический объект, так и множество конкурирующих компаний в моделях рынка (рис. 1).

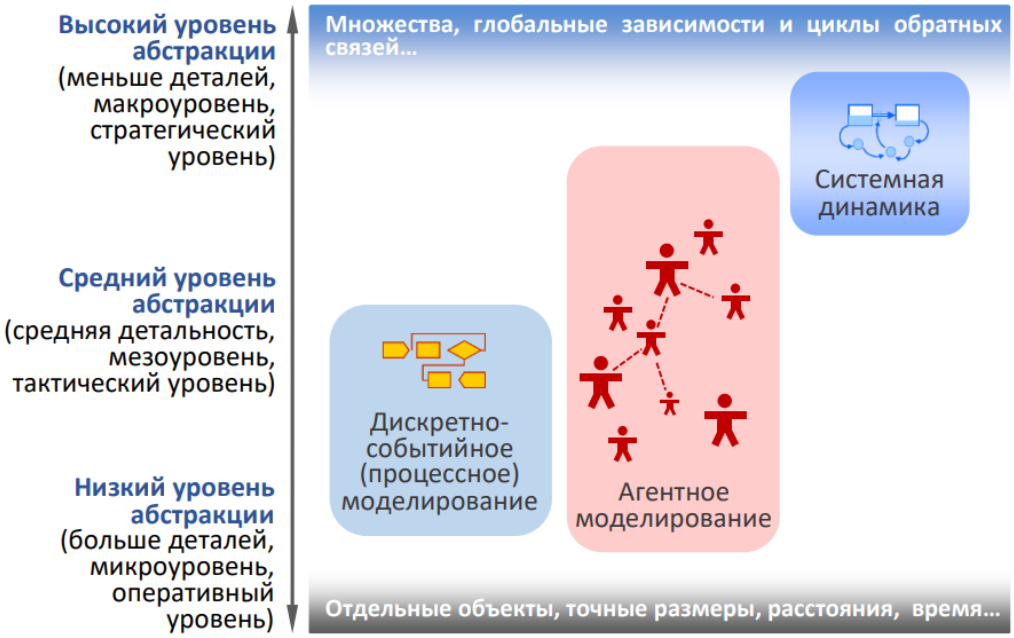


Рис. 1 – методы имитационного моделирования

Имитационное моделирование является частью технологии цифрового двойника, и может применяться на любых этапах производства. Сейчас актуальна тема перехода от планово-предупредительных ремонтов на предприятиях к ремонтам по состоянию [3]. Эту задачу можно решить с помощью датчиков, контролирующих основные узлы и имитационной модели, на которой будут отображаться изменения в состоянии в режиме онлайн [4].

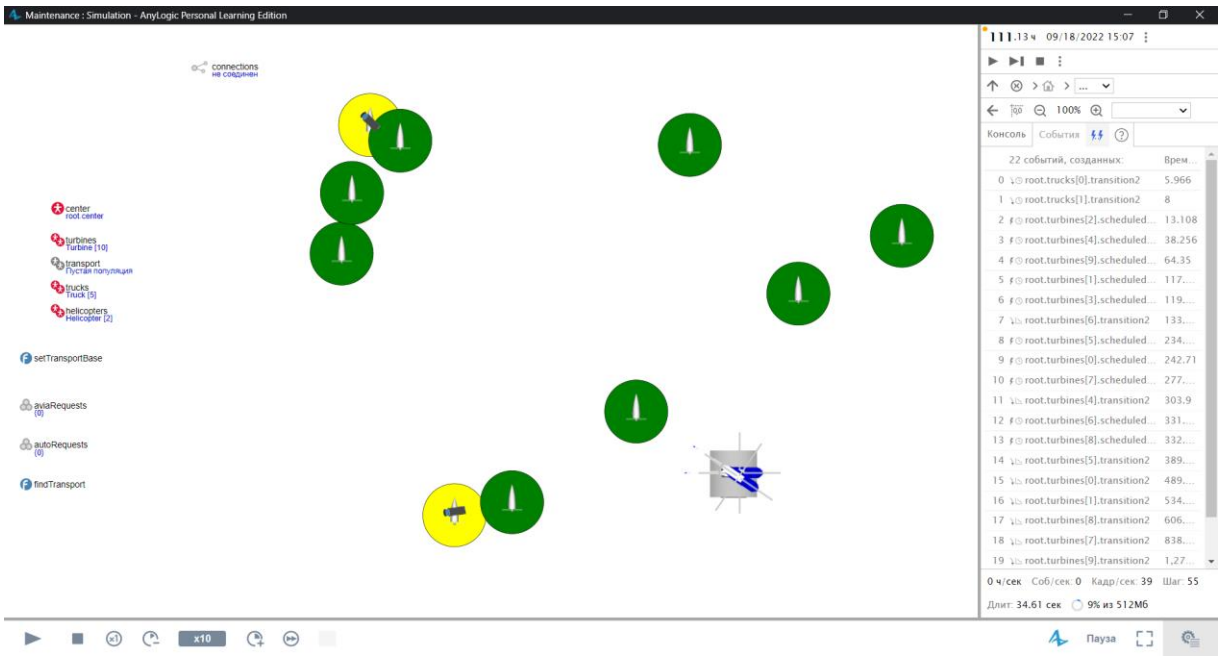


Рис. 2 – Интерфейс программы

Было решено создать имитационную модель ветряной электростанции и технического обслуживания ветряных турбин. Для моделирования был выбран программный продукт “AnyLogic”, поскольку он имеет версию для обучения, совместим с основными ОС и наиболее понятен для изучения.Модель состоит из 10 ветряных турбин, имеющих три режима работы: нормальный, предотказный и неисправный. Для поддержания турбин в работоспособном состоянии создан сервисный центр, реагирующий на каждое из состояний в зависимости от заданного условия. Сейчас логика работы сервисного центра при предотказном состоянии и при состоянии неисправности отличается лишь скоростью отправления ремонтной бригады к нужной турбине (рис. 2). В правой части интерфейса программы выводятся все события, произошедшие с системой и время ее работы.

Логика работы турбин и сервисного центра задана с помощью диаграмм состояний. Суть этого метода в том, что произошедшее событие влияет на работу системы в зависимости от заданных условий. Например, при переходе турбины в предотказное состояние, в сервисный центр передается один тип сигнала, а при отказе – другой. На рисунке 3 изображены диаграммы состояний турбины.

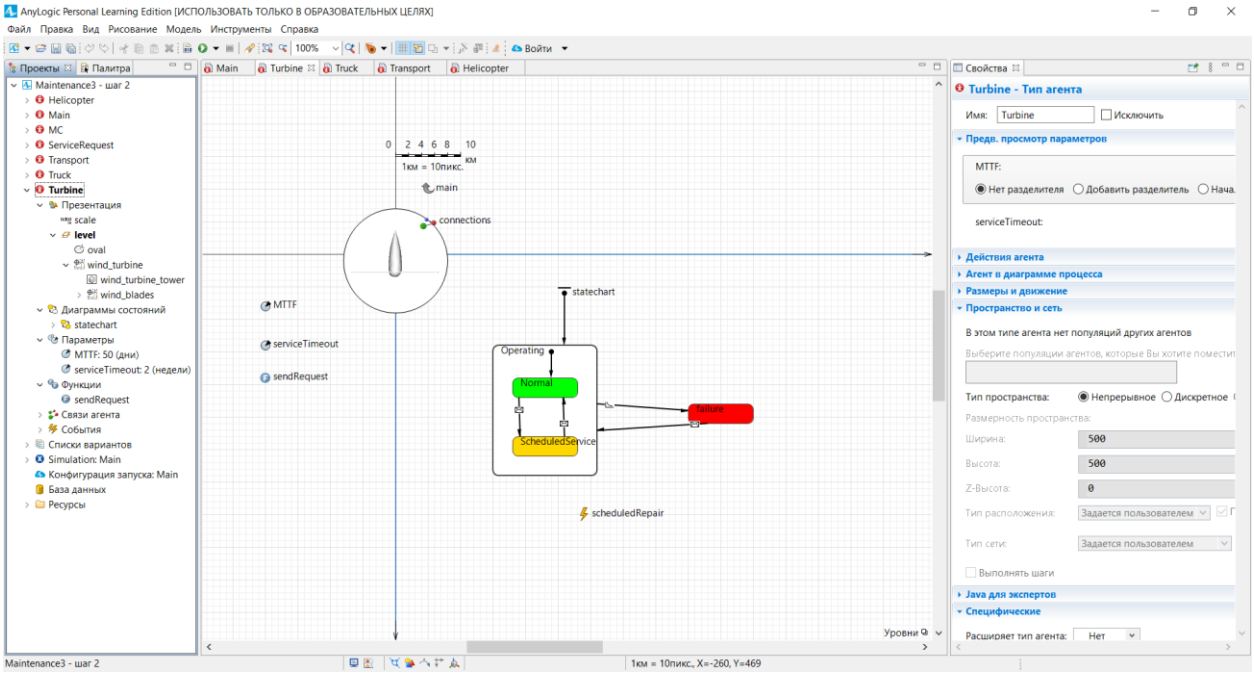


Рис. 3 – Диаграммы состояний ветряной турбины

В дальнейшем планируется создать логику влияния конкретного повреждения на время простоя турбины и, соответственно, на генерацию энергии. В модели будут учитываться повреждение конкретных элементов, влияние на отказ будет зависеть от уровня ухудшения состояния, а время простоя от уровня сложности обслуживания данного элемента (табл. 2).

Таблица 2.

Начальный этап задания логики влияния повреждения элементов оборудования на время простоя

№	Неисправность	Время до полного отказа, ч	Время ремонта/ простоя, ч
1	Повреждение лопастей	0	20
2	Вибрация генератора	32	15
3	Перегрев генератора	24	10
4	Отказ генератора	0	20
5	Отказ редуктора	0	20
6	Вибрация редуктора	24	10
7	Перегрев редуктора	32	15

Так, например, отказ будет наступать моментально при критических неисправностях, а при остальных будет запускаться таймер до отказа турбины. Время, указанное в таблицах взято условно.

Таким образом, имея в своем распоряжении гибкость модели и необходимое программное обеспечение, можно внедрить его в техническое обслуживание оборудования с целью продления его жизненного цикла.

Несмотря на сложность овладения навыком такого моделирования, затраченные усилия дадут хороший результат в виде высококачественного анализа сложной детализированной динамической системы.

Литература

1. Бочаров, Е.П., Алексенцева, О.Н., Ермошин Д.В. Имитационная модель производственного процесса как элемент системы управления промышленным предприятием. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnaya-model-proizvodstvennogo-protsessa-kak-element-sistemy-upravleniya-promyshlennym-predpriyatiem/viewer.

2. Григорьев, И. AnyLogic за три дня. Практическое пособие по имитационному моделированию: практическое пособие: https://www.anylogic.ru/resources/books/free-simulation-book-and-modeling-tutorials.

3. Кокорев, Д.С., Юрин, А.А Цифровые двойники: понятие, типы и преимущества для бизнеса. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-dvoyniki-ponyatie-tipy-i-preimuschestva-dlya-biznesa/viewer.

4. Кораблев, А.В. Ключевые функциональность и преимущества использования цифровых двойников в промышленности: http://digital-economy.ru/images/easyblog_articles/481/DE-2019-02-01.pdf.

5. Цехла С.Ю., Симченко Н.А. Цифровой двойник в системе управления промышленнм объектом. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoy-dvoynik-v-sisteme-upravleniya-promyshlennym-obektom/viewer.

XÜLASƏ
İMİTASİYA MODELLƏŞDİRİLMƏSİ ELEKTRİK AVADANLIĞI TEXNİKİ QULLUQ ALƏTİ KİMİ

Syemin D.İ.

Açar sözlər: *texniki xidmət, simulyasiya modeli, enerji, avtomatlaşdırma, bərpa olunan enerji, rəqəmsal əkiz.*

Sənayedə rəqəmsallaşmanın əsas tendensiyalarından biri müəssisənin rəqəmsal əkiz texnologiyasıdır. İstehsal proseslərinin enerji səmərəliliyi üçün uzaqdan idarə olunan qurğuların sayını artırmaq məqsədilə bu texnologiya artıq iri şirkətlər tərəfindən tətbiq edilir. Rəqəmsal əkizlərin əhəmiyyətli bir hissəsi real sənaye obyektinin simulyasiya modelidir,

Məqalədə “imitasiya modeli” anlayışı səciyyələndirilir və külək fermasında külək turbinlərinin saxlanılması üçün sadə simulyasiya modelinin yaradılması prosesi göstərilir və bu modeli təkmilləşdirmək üçün gələcək addımlar səsləndirilir.

SUMMARY
SIMULATION MODELING AS A TOOL FOR THE MAINTENANCE OF ELECTRICAL EQUIPMENT
Semin D.I.

***Key words**: maintenance, simulation model, energy, automatization, renewable energy sources, digital twin*

One of the main digitalization trends in the industry is the digital twin technology of the enterprise. This technology is already being implemented by large companies in order to increase the number of remotely controlled facilities for the energy efficiency of production processes. A significant part of the digital twin is a simulation model of a real industrial facility,

The article characterizes the concept of "simulation model" and shows the process of creating a simple simulation model for the maintenance of wind turbines at a wind farm and voiced further steps to improve this model.

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Даутов Р.Р., Кондратьев А.Е.
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация
gluza.dautova@ya.ru , aekondr@mail.ru

***Ключевые слова**: тепловой насос, низкопотенциальные источники, возобновляемая энергия, термодинамическая эффективность, система теплоснабжения*

В статье рассматриваются основные пути повышения термодинамической эффективности парокомпрессионного теплового насоса. Также представлены пути совершенствования системы теплоснабжения на базе теплового насоса, способы повышения коэффициента преобразования, преимущества и недостатки различных источников низкопотенциальной тепловой энергии и целесообразность комбинирования теплонасосных систем с другими альтернативными источниками.

Как правило, система теплоснабжения состоит из источника тепловой энергии, тепловой сети и потребителей. При достаточно высоком производстве тепловой энергии экономичность всей системы остается низкой. Это объясняется тем, что транспортировка, распределение и потребление тепла еще требуют усовершенствования. Кроме этого, стоит обратить внимание на истощаемость топливных ресурсов, загрязнение окружающей среды из-за сжигания топлива, а также увеличение стоимости тарифов на традиционные способы теплоснабжения. Поэтому актуально внедрение энергосберегающих мероприятий с применением возобновляемых источников тепловой энергии [1].

В России большинство регионов в качестве источников теплоснабжения используют теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) и котельные. В работе предлагается применение альтернативного отопления, в частности теплового насоса (ТН). Данный агрегат представляет собой парокомпрессионную установку, переносящую тепловую энергию от источников тепла низкого потенциала к источнику высокого потенциала в целях обеспечения зданий отоплением и горячим водоснабжением (ГВС). Теплота передается за счет процессов испарения и конденсации рабочей жидкости - хладагента, циркулирующего по замкнутому контуру теплонасосной установки. Для привода теплового насоса необходима лишь электрическая энергия. Она затрачивается на основной узловой элемент ТН – компрессор [2].

Показателем эффективности теплового насоса служит коэффициент преобразования, который зависит от нескольких факторов: термодинамических свойств хладагента и особенностей цикла, температур потребителя и низкопотенциального источника тепловой энергии, вида энергозатрат на привод компрессора и технического совершенства конструкции теплового насоса. Таким образом, чем меньше разность температур, тем выше коэффициент преобразования теплового насоса. Следовательно необходимо выбирать источник с наибольшей температурой. Таковыми являются вторичные теплоносители различных технических стоков и сбросов. Правильное сочетание источников низкопотенциальной теплоты и требуемых параметров тепловой энергии является важнейшим условием эффективного использования теплового насоса [3].

Для совершенствования теплового насоса необходимо знать его основные конструктивные элементы. Рассмотрим термодинамический цикл ТН (Рисунок). В одном из теплообменников ТН - испарителе осуществляется кипение хладагента (чаще фреона) при подводе тепловой энергии от низкопотенциального источника (процесс 4–1). Далее парообразный хладагент поступает в компрессор, в котором он сжимается и существенно повышает свои параметры – давление и температуру (процесс 1–2). Разогретый холодильный агент с высокими параметрами поступает во

второй теплообменник - конденсатор, где сначала происходит его охлаждение, а затем конденсация (процесс 2–3). Термодинамический цикл завершается процессом дросселирования (процесс 3–4) жидкого хладагента в расширительном клапане с понижением его температуры и давления в процессе изоэнтальпийного расширения.

Таким образом, техническое совершенствование теплового насоса, увеличение его эффективности сводится к внедрению мероприятий по улучшению конструкции, повышению производительности четырех элементов [4].

Для более энергетически эффективного теплоснабжения на базе теплового насоса следует применять на привод компрессора электроэнергию с альтернативных источников (ветровая, солнечная энергия), сокращать потребление энергии на транспортировку тепловой энергии от низкопотенциального источника, а также использовать источник низкого потенциала теплоты с более высокой температурой. Комбинируя данную систему, к примеру с солнечными коллекторами можно брать тепло солнечного излучения для испарителя теплового насоса. Так как температура при этом будет более высокой, чем при других естественных источниках (воздух, грунт, грунтовые воды), солнечные коллекторы (СК) повышают коэффициент преобразования теплового насоса.

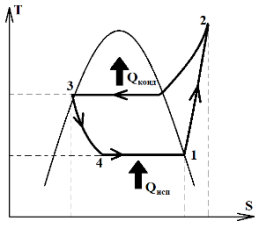


Рисунок. Термодинамический цикл теплового насоса:
1-2 – процесс сжатия в компрессоре; 2-3 – отвод тепловой энергии потребителю; 3-4 – процесс расширения в дроссельном клапане; 4-1 – подвод тепла от низкопотенциального источника

В наиболее солнечные дни их можно эксплуатировать для разогрева воды, а источником отопления здания послужит теплонасосная установка. Данная автономная система представляет собой комбинацию из ТН и СК, которая предназначеа для обеспечения нужд отопления и ГВС круглогодично. Конструктивно она состоит из четырех контуров: первый теплоприёмный включает в себя непосредственно СК, бак-аккумулятор; второй циркуляционный включает испаритель, также бак-аккумулятор; третьего - контура теплового насоса; и последнего – контура теплоснабжения жилого здания. Комбинированная система «СК+ТН» работает следующим образом: происходит нагрев воды, циркулирующей в трубах солнечного коллектора, данная тепловая энергия передается в бак-аккумулятор. Далее от бака с помощью циркуляционного контура тепло передается в испаритель теплового насоса. Испарившийся хладагент в виде пара направляется в компрессор и после сжатия в нем конденсируется в конденсаторе. При этом холодильный агент нагревает воду в системах отопления и ГВС. При отсутствии солнечного излучения ТН берет запасенную в баке-аккумуляторе тепловую энергию [5].

Для повышения термодинамической эффективности циклов парокомпрессионных ТН в случае использования неазеатропных хладагентов необходимо уменьшать до минимума теплопотери от так называемого «горячего» дросселирования. Этого можно добиться за счет внешней регенерации тепловой энергии, а также оптимального сочетания процессов внутри цикла. Кроме этого можно подогреть теплоноситель источника низкопотенциальной теплоты, совершая процесс внешней регенерации. Здесь плюсом является то, что относительный расход электрической энергии на привод компрессора уменьшается[6].

Как отмечалось ранее, основным способа достижения высокой эффективности систем теплоснабжения на базе теплового насоса является источник низкопотенциального тепла с наиболее высокой температурой и более низкой температуры для потребителя. Это бы снизило требования больших затрат на перекачку. Канализационные стоки, сбросы технических вод и подобные вторичные тепловые источники часто используют на промышленных объектах в качестве низкопотенциальной тепловой энергии. Для бытового теплоснабжения оптимальным вариантом является использование подземных грунтовых вод. Они имеют стабильную температуру, составляющую от 9 до 12 градусов [7].

Литература

1. Владимиров, Я. А. Некоторые актуальные вопросы перехода к бивалентным системам при совершенствовании централизованного теплоснабжения / Я. А. Владимиров, Л. В. Зысин, В. В. Сергеев // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2018. – № 4. – С. 46-56.

2. Гатауллина, И. М. Особенности применение блочно-модульного индивидуального теплового пункта / И. М. Гатауллина // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова: Национальная конференция с международным участием, посвященная 300-летию Российской академии наук, Белгород, 18–20 мая 2022 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2022. – С. 16-19.

3. Гатауллина, И. М. Перспектива применения тепловых насосов для утилизации тепла сточных вод / И. М. Гатауллина // Научному прогрессу – творчество молодых. – 2021. – № 2. – С. 83-84.

4. Даутов, Р. Р. Использование тепловых насосов в индивидуальном отоплении / Р. Р. Даутов // Бутаковские чтения: Материалы I Всероссийской с международным участием молодежной конференции, Томск, 15–16 декабря 2021 года. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2021. – С. 39-41.

5. Даутов, Р. Р. Модернизация системы теплоснабжения с применением теплового насоса / Р. Р. Даутов // Тинчуринские чтения - 2021 "Энергетика и цифровая трансформация" : Материалы Международной молодежной научной конференции. В 3-х томах, Казань, 28–30 апреля 2021 года / Под общей редакцией Э.Ю. Абдуллазянова . – Казань: Общество с ограниченной ответственностью Полиграфическая компания "Астор и Я", 2021. – С. 114-116.

6. Завальнюк, А. А. Применение грунтовых тепловых насосов в малоэтажном домостроении / А. А. Завальнюк // Молодой ученый. – 2020. – № 23(313). – С. 161-164.

7. Current status and development of contemporary high temperature heat pump technology / Yu. Shi, A. Levtsev, Yu. Jin, S. Povorov // Bulletin of Science and Practice. – 2018. – Vol. 4. – No 10. – P. 273-278.

XÜLASƏ
İSTİLİK NASOSLARININ TERMODİNAMİK SƏMƏRİLİYİNİN ARTIRILMASI YOLLARI
Dautov R.R., Kondratyev A.E.

***Açar sözlər**: istilik nasosu, aşağı potensial mənbələr, bərpa olunan enerji, termodinamik səmərəlilik, istilik təchizatı sistemi.*

Məqalədə buxar sıxılma istilik nasosunun termodinamik səmərəliliyinin yaxşılaşdırılmasının əsas yolları müzakirə olunur. Həmçinin, istilik nasosuna əsaslanan istilik təchizatı sisteminin təkmilləşdirilməsi yolları, çevrilmə əmsalının artırılması üsulları, aşağı potensial istilik enerjisinin müxtəlif mənbələrinin üstünlükləri və mənfi cəhətləri və istilik nasos sistemlərinin digər alternativ mənbələrlə birləşdirilməsinin məqsədəuyğunluğu təqdim olunur.

SUMMARY
WAYS OF INCREASING THERMODYNAMICAL EFFICIENCY OF HEAT PUMPS
Dautov R.R, Kondratiev A. E.

***Key words**: heat pump, low potential sources, renewable energy, thermodynamic efficiency, heat supply system.*

The article discusses the main ways to improve the thermodynamic efficiency of a vapor compression heat pump. Also presented are ways to improve the heat supply system based on a heat pump, methods for increasing the conversion coefficient, the advantages and disadvantages of various sources of low potential thermal energy and the feasibility of combining heat pump systems with other types of alternative sources.

ДИСКРЕТНЫЙ АДАПТИВНЫЙ НАБЛЮДАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Николов Н.Н., Луков В.Й., Александрова М.И.
Технический университет Варны, Варна, Болгария
nn_nikolov@abv.bg, vesko_lk@abv.bg

***Ключевые слова**: адаптивное наблюдение, дискретный адаптивный наблюдатель состояния, нерекурсивный алгоритм, оценка вектора начального и текущего состояния.*

В данной статье представлен нерекурсивный алгоритм адаптивного наблюдения за линейными дискретными системами с одним входом и одним выходом (SISO), инвариантными во времени, на основе метода наименьших квадратов. Разработанный адаптивный наблюдатель

состояния оценивает параметры и вектор текущего состояния дискретной линейной системы и пригоден для работы в режиме реального времени. Моделирование выполняется в среде Matlab и предоставляется для проверки работоспособности алгоритма.

Введение. Проектирование систем управления с обратной связью по состоянию часто требует восстановления вектора состояния, которое может быть выполнено с использованием измерений значений входных и выходных сигналов управляемой системы.

Алгоритъмът, използван за реконструкция на вектора на състоянието, се нарича наблюдател на състоянието [1,2,3].

Задача адаптивного наблюдения состоит из синтеза наблюдателей состояния, включающих в себя оценщики параметров. В адаптивных наблюдателях матрицы синтеза **A** и **b** или **c** (в соответствии с выбранным каноническим представлением пространства состояний) считаются неизвестными. Процесс наблюдения приводит к оценке параметров, определению неизвестных матриц и вычислению вектора состояния. [3,4].

В настоящей статье представлен нерекуррентный алгоритм адаптивного наблюдения за SISO линейными инвариантными во времени дискретными системами. Алгоритм разработан с использованием известного метода наименьших квадратов. [4].

Разработанный адаптивный наблюдатель использует оценщик параметров, построенный на основе математической процедуры, включающей обращение информативной матрицы [4].

Постановка задачи.

Рассмотрим линейную стационарную дискретную SISO систему с помощью модели пространства состояний вида:

$$\begin{aligned} &\mathbf{x}(k+1) = \mathbf{A}\mathbf{x}(k) + \mathbf{b}u(k), \quad \mathbf{x}(0) = \mathbf{x}_0, \\ &y(k) = \mathbf{c}^{\mathrm{T}}\mathbf{x}(k) + f(k), \quad k = 0, 1, 2, \cdots \end{aligned} \quad \text{где:} \tag{1}$$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \vdots & \mathbf{I_{n-1}} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ & \mathbf{a}^{\mathrm{T}} & \end{bmatrix}, \ \mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix}, \ \mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix}, \ \mathbf{c} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}. \tag{2}$$

В приведенных выше уравнениях порядок системы n заранее известен, $\mathbf{x}(k) \in \mathrm{R}^n$ - неизвестный вектор текущего состояния, $x(0) \in R^n$ - известный вектор начального состояния, $u(k) \in R^1$ - скалярный входной сигнал, $y(k) \in R^1$ - скалярный выходной сигнал, $f(k)$ - аддитивный шум, **a** и **b** - неизвестные векторы.

Следующая передаточная функция соответствует модели в пространстве состояний (1):

$$W(z) = \frac{h_1 z^{n-1} + h_2 z^{n-2} + \cdots + h_{n-1} z + h_n}{z^n - a_n z^{n-1} - \cdots - a_2 z - a_1}. \tag{3}$$

Связь между элементами b_i вектора **b** для выбранной канонической формы и коэффициентами h_i полинома числителя дискретной передаточной функции (3) может быть выражена следующим уравнением [3]:

$$\mathbf{Tb} = \mathbf{h}, \text{ where } \mathbf{h}^{\mathrm{T}} = \begin{bmatrix} h_1 & h_2 & \cdots & h_n \end{bmatrix}, \ \mathbf{T} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ -a_n & 1 & \cdots & 0 & 0 \\ -a_{n-1} & -a_n & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ -a_2 & -a_3 & \cdots & -a_n & 1 \end{bmatrix}. \tag{4}$$

Элементами a_i вектора **a** являются коэффициенты полинома знаменателя дискретной передаточной функции (3), в обратном порядке и с обратным знаком. Предполагается, что значения входного сигнала системы $u(k)$ непрерывно записываются в вектор **u**, а значения выходного сигнала системы $y(k)$ непрерывно записываются в вектор **y**.

В разработанном алгоритме последние элементы векторов **u** и **y** в каждый момент времени обозначаются *end*.

Рассматриваемая задача заключается в оценке неизвестных векторных параметров **a** и **b** и вектора текущего состояния $\mathbf{x}(k)$, $k=1, 2, \ldots$

Решение рассматриваемой задачи. Алгоритм адаптивного наблюдения на основе метода наименьших квадратов [4,5]. Разработанный алгоритм состоит из следующих шагов:

Шаг 1. Формирование массивов входных-выходных данных:

$$\mathbf{y}_2 = \left[y(end-N+n+1) \quad y(end-N+n+2) \quad \cdots \quad y(end-n) \right]^{\mathrm{T}},$$

$$\mathbf{y}_3 = \left[y(end-n+1) \quad y(end-n+2) \quad \cdots \quad y(end) \right]^{\mathrm{T}},$$

$$\mathbf{Y}_{11} = \begin{bmatrix} -y(end-2n) & -y(end-2n-1) & \cdots & -y(end-N+1) \\ -y(end-2n+1) & -y(end-2n) & \cdots & -y(end-N+2) \\ -y(end-2n+2) & -y(end-2n+1) & \cdots & -y(end-N+3) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -y(end-(N-2n+1)) & -y(end-(N-2n+2)) & \cdots & -y(end-N+n) \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{Y}_{21} = \begin{bmatrix} -y(end-(N-2n)) & -y(end-(N-2n)-1) & \cdots & -y(end-N+n+1) \\ -y(end-(N-2n)+1) & -y(end-(N-2n)) & \cdots & -y(end-N+n+2) \\ -y(end-(N-2n)+2) & -y(end-(N-2n)+1) & \cdots & -y(end-N+n+3) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ -y(end-1) & -y(end-2) & \cdots & -y(end-n) \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{U}_{12} = \begin{bmatrix} u(end-(2n-1)) & u(end-2n) & \cdots & u(end-N+2) \\ u(end-(2n-2)) & u(end-(2n-1)) & \cdots & u(end-N+3) \\ u(end-(2n-3)) & u(end-(2n-2)) & \cdots & u(end-N+4) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u(end-n) & u(end-n-1) & \cdots & u(end-N+n+1) \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{U}_{22} = \begin{bmatrix} u(end-(n-1)) & u(end-n) & \cdots & u(end-N+n+2) \\ u(end-(n-2)) & u(end-(n-1)) & \cdots & u(end-N+n+3) \\ u(end-(n-3)) & u(end-(n-2)) & \cdots & u(end-N+n+4) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u(end) & u(end-1) & \cdots & u(end-N+2n+1) \end{bmatrix},$$

где $\mathbf{Y}_{11}$, $\mathbf{Y}_{21}$, $\mathbf{U}_{12}$ и $\mathbf{U}_{22}$ - матрицы Теплица, n - порядок системы, $N \geq 3n$.

Шаг 2. Вычисления подматриц:

$$\mathbf{G_{11}} = \mathbf{Y}_{11}^{\mathrm{T}}\mathbf{Y_{11}} + \mathbf{Y}_{21}^{\mathrm{T}}\mathbf{Y_{21}},\ \mathbf{G_{12}} = \mathbf{Y}_{11}^{\mathrm{T}}\mathbf{U_{12}} + \mathbf{Y}_{21}^{\mathrm{T}}\mathbf{U_{22}},\ \mathbf{G_{21}} = \mathbf{U}_{12}^{\mathrm{T}}\mathbf{Y_{11}} + \mathbf{U}_{22}^{\mathrm{T}}\mathbf{Y_{21}},\ \mathbf{G_{22}} = \mathbf{U}_{12}^{\mathrm{T}}\mathbf{U_{12}} + \mathbf{U}_{22}^{\mathrm{T}}\mathbf{U_{22}}.$$

Шаг 3. Расчет ковариационной матрицы **C**:

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} \mathbf{M_1} + \mathbf{M_1G_{12}M_2G_{21}M_1} & \vdots & -\mathbf{M_1G_{12}M_2} \\ \cdots\cdots\cdots & \cdots & \cdots\cdots\cdots \\ -\mathbf{M_2G_{21}M_1} & \vdots & \mathbf{M_2} \end{bmatrix} \text{ где } \mathbf{M_1} = \mathbf{G}_{11}^{-1},\ \mathbf{M_2} = \left(\mathbf{G_{22}} - \mathbf{G_{21}M_1G_{12}}\right)^{-1}.$$

Шаг 4. Расчет векторов $\hat{\mathbf{h}}$ и $\hat{\mathbf{a}}$ по следующей векторно-матричной системе:

$$\hat{\mathbf{p}} = \mathbf{C}\begin{bmatrix} \mathbf{Y}_{11}^{\mathrm{T}}\mathbf{y}_2 + \mathbf{Y}_{21}^{\mathrm{T}}\mathbf{y}_3 \\ \hline \mathbf{U}_{12}^{\mathrm{T}}\mathbf{y}_2 + \mathbf{U}_{22}^{\mathrm{T}}\mathbf{y}_3 \end{bmatrix},\ \hat{\mathbf{A}} = \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \vdots & \mathbf{I_{n-1}} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ & \hat{\mathbf{a}}^{\mathrm{T}} & \end{bmatrix},$$

$$\hat{\mathbf{h}} = \left[\hat{h}_1 \quad \hat{h}_2 \quad \cdots \quad \hat{h}_n\right]^{\mathrm{T}} = \left[\hat{p}_{n+1} \quad \hat{p}_{n+2} \quad \cdots \quad \hat{p}_{2n}\right]^{\mathrm{T}},\ \hat{\mathbf{a}} = \left[\hat{a}_1 \quad \hat{a}_2 \quad \cdots \quad \hat{a}_n\right]^{\mathrm{T}} = \left[-\hat{p}_n \quad -\hat{p}_{n-1} \quad \cdots \quad -\hat{p}_1\right]^{\mathrm{T}}.$$

Шаг 5. Вычисляется оценку вектора **b** используя систему линейных алгебраических уравнений:

$$\mathbf{T}\hat{\mathbf{b}} = \hat{\mathbf{h}}, \text{ где } \mathbf{T} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ -\hat{a}_n & 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ -\hat{a}_{n-1} & -\hat{a}_n & 1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ -\hat{a}_2 & -\hat{a}_3 & -\hat{a}_4 & \cdots & -\hat{a}_n & 1 \end{bmatrix}$$ – нижняя треугольная тёплицева матрица.

Шаг 6. Оценка вектора текущего состояния $\mathbf{x}(k)$:

$$\hat{\mathbf{x}}(k+1) = \hat{\mathbf{F}}\hat{\mathbf{x}}(k) + \hat{\mathbf{b}}u(k) + \mathbf{g}y(k),\ \hat{\mathbf{x}}(0) = \hat{\mathbf{x}}_0;\ \hat{\mathbf{F}} = \hat{\mathbf{A}} - \mathbf{g}\mathbf{c}^{\mathrm{T}}.$$

Вектор **g** может быть получен путем решения задачи размещения полюсов. Синтез вектора **g** следует производить согласно следующей рекомендации: собственные значения матрицы $\hat{\mathbf{F}}$ должны быть равны нулю или должны быть разнесены в единичную окружность ближе к началу координат, чем собственные значения матрицы $\hat{\mathbf{A}}$. Выполнение этого требования обеспечивает хорошую динамическую характеристику синтезируемого наблюдателя.

Результаты симуляции.

Компьютерное моделирование проводится в среде MATLAB с учетом следующих допущений:

- выходной сигнал *y(k)* должен быть смоделирован для данного описания системы, а входной сигнал *u(k)* является известным эталонным сигналом;
- на выходе системы добавлен цветной шум *f(k)*;
- входной сигнал *u(k)* и искаженный шумом выходной сигнал *y(k)* используются в качестве входных данных для алгоритма наблюдения;
- алгоритм вычисляет параметры и оценки вектора состояния, используя входные-выходные данные.

Моделирование проводится для системы 6-го порядка, которая описывается передаточной функцией, приведенной ниже:

$$W_{об}(z) = \frac{0.6z^{-1} + 0.56z^{-2} + 0.2125z^{-3} + 0.3080z^{-4} + 0.5488z^{-5} + 0.7221z^{-6}}{1 - 1.4z^{-1} + 0.7875z^{-2} - 0.2275z^{-3} + 0.035525z^{-4} - 0.002835z^{-5} + 0.00009z^{-6}}$$

Следовательно, соответствующие векторы пространства состояний следующие:

$$\mathbf{a} = \begin{bmatrix} -0.00009 \\ 0.002835 \\ -0.035525 \\ 0.2275 \\ -0.7875 \\ 1.4 \end{bmatrix}; \mathbf{b} = \begin{bmatrix} 0.6 \\ 0.2 \\ 0.1 \\ 0.3 \\ 0.4 \\ 0.5 \end{bmatrix}; \mathbf{c} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \mathbf{x}(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Собственные значения матрицы **A** получаются с помощью функции *eig(.)* в Matlab:

$$eig(\mathbf{A}) = \begin{bmatrix} 0.4 & 0.3 & 0.25 & 0.2 & 0.15 & 0.1 \end{bmatrix}^{\mathrm{T}}.$$

В качестве входного сигнала *u(k)* используется псевдослучайная двоичная последовательность, которая генерируется в Matlab с помощью следующих команд u=(sign(randn(127,1)))*10. Выходной сигнал *y(k)* искажается путем добавления цветового шума *f(k)*. Цветной шум получается путем фильтрации белого шума через фильтр, передаточная функция которого может быть записана следующим образом:

$$W_{ф}(z) = \frac{1}{1 - 1.4z^{-1} + 0.7875z^{-2} - 0.2275z^{-3} + 0.035525z^{-4} - 0.002835z^{-5} + 0.00009z^{-6}}$$

Уровень шума -η, вычисляется при делении стандартного отклонения шума -σ_f на стандартное отклонение выходного сигнала -σ_y в соответствии с уравнением:

$$\eta = \frac{\sigma_f}{\sigma_y} 100 = 0 \div 10\%. \qquad (5)$$

Ошибка оценки вектора **a** - e_a, ошибка оценки вектора **b** - e_b и ошибка оценки вектора $\mathbf{x}(k)$ -e_x

являются относительными среднеквадратичными ошибками (ОСКО) и могут быть определены по формуле (6):

$$e_a(k) = -\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(a_i(k)-\hat{a}_i(k)\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} a_i(k)}},\ e_b(k) = -\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(b_i(k)-\hat{b}_i(k)\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} b_i(k)}},\ e_x(k) = -\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i(k)-\hat{x}_i(k)\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} x_i(k)}}. \quad (6)$$

В случае искаженного шумом выходного сигнала эксперимент проводится для уровня шума $\eta=10.018$ и $l=40$ (т.е. $N=3n+2l=98$). Результаты показаны на Рис.1. Алгоритм начинает работать на 98-м шаге вычислений, а ОСКО следующие: $e_a(k)<0.053$, $e_b(k)<0.014$, $e_x(k)<0.081$.

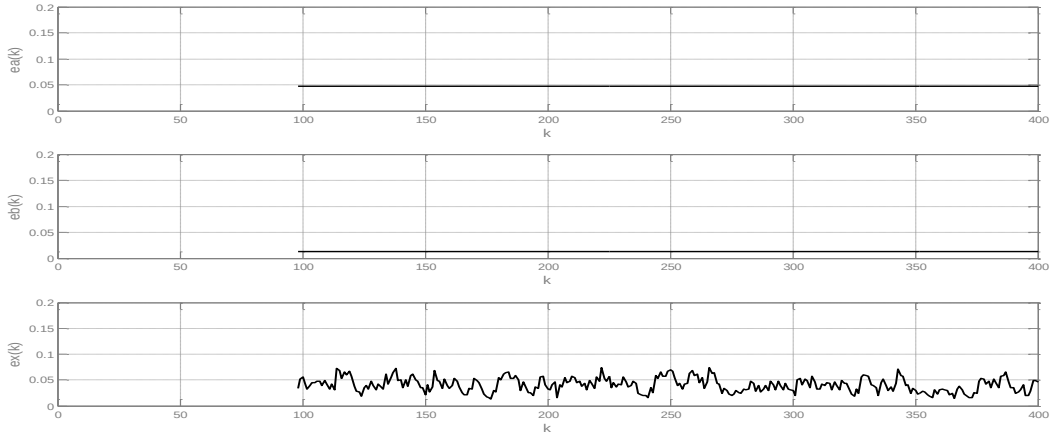


Рис. 1. ОСКО для случая искаженного шумом выходного сигнала, $N=3n+2l=98$

Другой эксперимент проводится для случая искаженного шумом выходного сигнала для уровня шума $\eta=10.018$ и $l=100$ (т.е. $N=3n+2l=218$). Результаты показаны на Рис.2. Алгоритм начинает работать на 218-м шаге вычислений, а ОСКО следующие: $e_a(k)<0.041$, $e_b(k)<0.01$, $e_x(k)<0.055$.

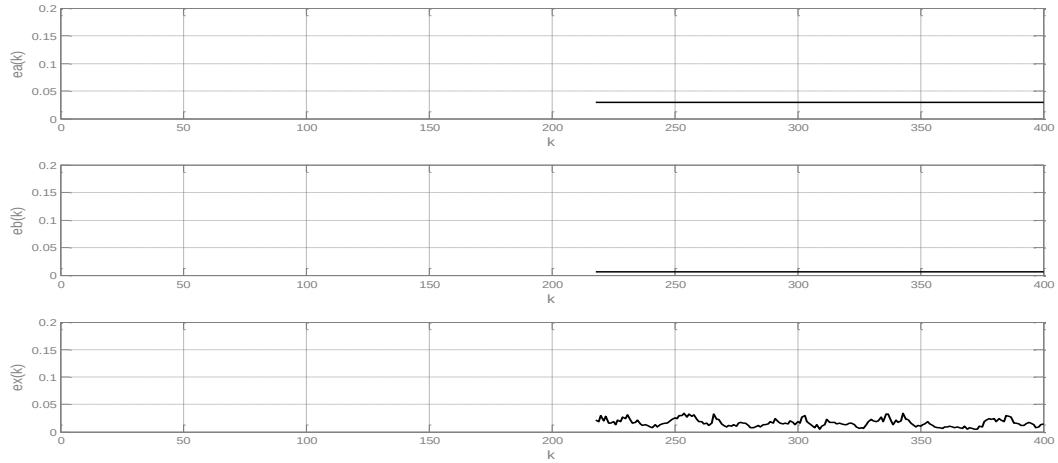


Рис. 2. ОСКО для случая искаженного шумом выходного сигнала, $N=3n+2l=218$

Вывод, который можно сделать из приведенных графиков, заключается в том, что с увеличением количества входных-выходных измерений (N) повышается помехоустойчивость алгоритма (уменьшаются ошибки оценивания), но увеличивается и время сбора исходных данных.

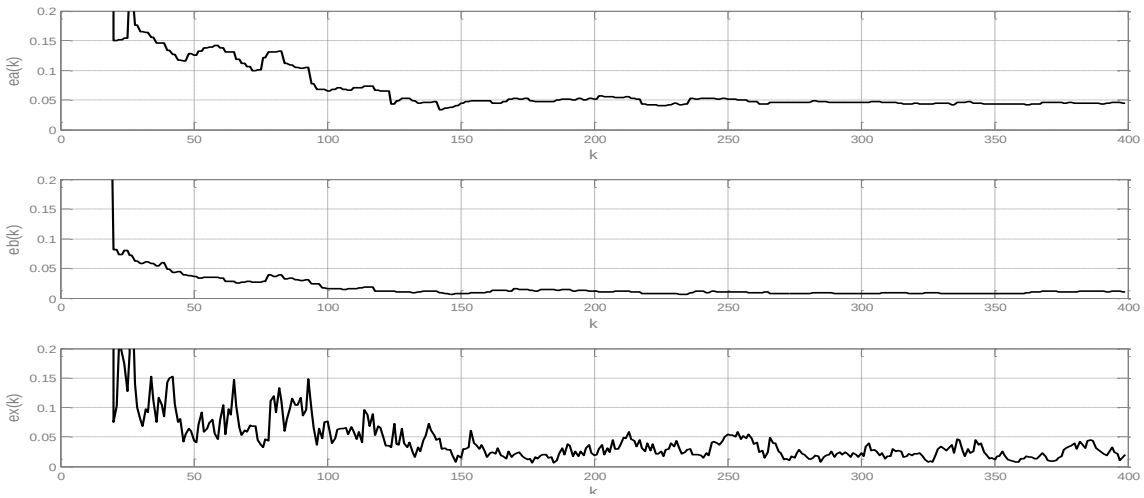


Рис. 3. ОСКО для случая искаженного шумом выходного сигнала, *N>150, l>66*

Для устранения отмеченного выше недостатка оценку можно начинать при минимальном количестве измерений, *N=3n*, и далее по ходу вычислений (когда количество вход-выходных измерений непрерывно увеличивается) число строк ковариационной матрицы быть увеличено.

Результаты такого компьютерного моделирования показаны на рис.3. После 150-го шага вычислений (т.е. *N>150, l>66*) погрешности оценивания следующие: $e_a(k)<0.056$, $e_b(k)<0.015$, $e_x(k)<0.059$. В конце процесса оценки *l=191*.

Заключение. Из результатов, показанных на рис.1-рис.3, легко увидеть, что количество входных-выходных измерений (*N*) имеет большое значение для точности оценки в случае шумового выхода. Разработанный алгоритм заключается в том, как формируется ковариационная матрица. Она формируется с использованием четырех подматриц $\mathbf{Y}_{11}$, $\mathbf{Y}_{21}$, $\mathbf{U}_{12}$, $\mathbf{U}_{22}$. Таким образом значительно снижается вычислительная сложность процедуры (за счет обращения матрицы **G**, состоящей из матриц $\mathbf{G}_{11}$, $\mathbf{G}_{12}$, $\mathbf{G}_{21}$, $\mathbf{G}_{22}$). Независимо от числа -*N* вход-выходных измерений для оценки коэффициентов h_i и a_i инвертируются только матрицы $\mathbf{G}_{11}$ и ($\mathbf{G}_{22}$-$\mathbf{G}_{21}\mathbf{M}_1\mathbf{G}_{12}$), которые всегда имеют размеры (*n* x *n*). Во всех остальных случаях эта процедура включает обращение (*N*-*n*)x(*N*-*n*) - матрицы размерности.

Необходимым условием помехоустойчивости алгоритма является *l>1*, а максимум *N* должен определяться аппаратной частью (компьютером), используемой для расчетов. По достижении максимального N_{max} входных-выходных данных «окно данных» должно начинать двигаться вправо на каждом шаге расчета, когда добавляется новое измерение, надо крайний левый элемент выключиться из расчетов.

Предложенный алгоритм адаптивного оценивания удобен для использования при уровне шума не более 5 %, так как значения ошибок измерения не превышают 0,005. В случае высоких уровней шума метод следует комбинировать с некоторыми другими методами оценки, чтобы повысить точность оценки.

Разработанный алгоритм основан на прямом (нерекуррентном) методе оценивания, поэтому опасности отсутствия сходимости процедуры нет. Его можно использовать совместно с алгоритмом, приведенным в [6].

Литература

1. Isermann R. Digital control systems, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1989.
2. Luders G., Narendra K.S. An adaptive observer, IEEE Transactions on Automatic Control,vol.AC-18, pp.496-499, 1973.
3. Sotirov L.N. Control Theory – part II, Technical University of Varna, 2000.
4. I. Vuchkov, Identification, Sofia ,Yurapel Press, 1996.
5. Sotirov L.N., Dimitrov V.S., Nikolov N.N. Discrete Adaptive State Observer for Real-time, International conference “Automatics and Informatics’04”, pp. 121-124, Sofia, Oct 2004.
6. Nikolov N., Alexandrova M., Lukov V. Development of an Algorithm for Modal Control of SISO Linear Time-Invariant Discrete Systems, Proceedings ELMA 2017, pp. 203-206, Sofia, Bulgaria, 01-03 Jun 2017.

XÜLASƏ
ƏN KİÇİK KVADRAT METODUNA ƏSASLANAN DİSKRET ADAPTİV MÜŞAHİDƏÇİSİ
Nikolov N.N., Lukov V.İ., Aleksandrova M.İ.

Açar sözlər: *adaptiv müşahidə, diskret adaptiv vəziyyət müşahidəçisi, qeyri-rekursiv alqoritm, ilkin və cari vəziyyət vektorunun qiymətləndirilməsi.*

Bu məqalədə ən kiçik kvadratlar metodu əsasında bir giriş və bir çıxış (SISO) olan xətti diskret sistemlərin adaptiv müşahidəsi üçün rekursiv olmayan alqoritm təqdim olunur. Hazırlanmış adaptiv vəziyyət müşahidəçisi diskret xətti sistemin cari vəziyyətinin parametrlərini və vektorunu qiymətləndirir və real vaxt rejimində işləmək üçün uyğundur. Simulyasiya Matlab mühitində həyata keçirilir və alqoritmin işini yoxlamaq üçün verilir.

SUMMARY
DISCRETE ADAPTIVE STATE OBSERVER BASED ON THE Least SQUARE METHOD
Nikolov N.N., Lukov V.I., Aleksandrova M.I.

Keywords: *adaptive observation, discrete adaptive state observer, non-recursive algorithm, initial and current state vector estimation.*

This paper presents non-recursive algorithm for adaptive observation of linear single-input single-output (SISO) time-invariant discrete systems based on least-squares method. The developed adaptive state observer estimates the parameters and current state vector of the discrete linear system and is suitable for real-time working. Simulations are carried out in Matlab environment and provided in order to prove the algorithm performance.

PYEZOELEKTRİK ÇEVİRİCİ QURĞUNUN ARDUİNO ÜZƏRİNDƏN İDARƏ OLUNMASI

Hacıyeva K.R.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
konul.haciyeva.1974@mail.ru

Açar sözlər*: pyezoelektrik çevirici, LCD ekran, Ardunio.*

İşləmə şərtlərinə uyğun bütün iş prosesi кompyuter vasitəsi ilə məsafədən və ya birbaşa sistemin yanında izlənilə bilməsidir. Burada pyezoelektrik çeviricinin elektrik idarəetmə sxemi tərtib olunmuş, onun texniki xarakteristikası təyin edilmiş, eyni zamanda arduino elementi üzərindən idarəetmə proqramının tərtibi ardıcıllığı təqdim olunmuş, beləlиklə, qeyri-səlis təsirlərə uyğun olaraq təqdim olunan çevirici bütün nəticələri eкranda yüкsəк dəqiqliкlə təsviri əкs edilmiş və xarici fiziкi təsir, vibrasiyalara və giriş siqnalının fiziki dəyişiкliкlərinə həssas bir sistem yaratmaqdır.

Məlumdur ki, müasir elektrotexnolojı avadanlıqlar hazırlayarkən, elektrotexniki maşınların texniki imkanlarından və digər xarici amillərdən asılı olan hissələrin və ölçülərinin yerdəyişməsinə dəqiq riayət olunmasına müəyyən tələblər qoyulur [1-4].

Cilalanma maşın və ya qurğu hissələrinin hazırlanmasında və emal olunmasında sonuncu mərhələlərdən biridir və titrəmələr hazırlanan qurğuların keyfiyyətinin pisləşməsinə və istismar zamanı yeyilmələr nəticəsində ölçülərin dəyişməsinə gətirib çıxarır.

Emal olunan detalların ölçülərinin kənara çıxmalarına gətirib çıxaran vibrasiyaları idarə etmək üçün vibrasiya ölçmə qurğuları mövcuddur. Mövcud vibrasiya ölçmə qurğuları mürəkkəb quruluşlu və iri ölçülü qurğulardır və bütün sistem boyunca vibrasiyanı ölçməyə imkan vermirlər [2,3].

Mövcud qurğulardakı çatışmazlıqları nəzərə alaraq pyezoelektrik çeviricilərdən istifadə edərək dəzgahların vibrasiyaya nəzarəti üçün tərəfimizdən yeni qurğu hazırlanmışdır və tədqiqat istiqaməti müəyyənləşdirilmişdir.

Pyezoelektrik çeviricilərin üstün cəhətləri onların kiçik ölçülü, sadə quruluşlu, iş zamanı etibarlılığı və ətalətsiz olmalarıdır [2].

Tətbiq sahələrindən və qurğuların konstruksiyasından asılı olaraq pyezoelektrik çeviricilər müxtəlif formalı monopyezoelementdən istifadə edilir. Bu elementlər sürətlə dəyişən kəmiyyətləri ölçmə qabiliyyətinə, mexaniki rəqslərinin elektrik yüklərinə yüksək dəqiqliklə çevirilməsinə, mexaniki gərginliyin elektrik yüklərinə çevrilməsi zamanı yüksək dəqiqliklə (10^{-4}–10^{-6} və daha yüksək) təyin etməklə həyata keçirilir.

Pyezoelektrik çevirici qurğunun Arduino blokunun üzərindən idarə proqramının tərtibi ücün digər mürəkkəb proqram dilləri kompleksinə ehtiyac qalmır. Arduino ücün mövcud proqram idarəetmə kompleksi mövcuddur. Bu məqsədlə standart Arduino proqramlarından istifadə etmək və istifadə

məqsədinə uyğun proqram yazılaraq tətbiqinə ehtiyac qalır. İlk növbədə proqram menyusu açmaqla, ekranda görsənən proqram pəncərəsində istifadə ücün qoşulmuş portun nömrəsini qeyd olunur . İstifadə portu səhv qeyd olunduğu halda, kompyuterdə yazılmış proqram pyezoelektrik qurğunu dəqiqləşdirmək imkanı olmayacaqdır. Bunun ücün yuxarıda qeyd olunan bütün ardıcıllıqlar nəzərə alınmalıdır. Qeyd olunmuş proseslərlə bərabər istifadə olunacaq prosessorun tipi secilir.

Qeyd olunmuş ardıcıllıq üzrə aparılan işlər yerinə yetirildikdən sonra idarə etmə proqram alqoritminin yazılması ücün texniki imkan yaranır. Məlumdur ki, Arduino ücün proqram alqoritminin təminatı çoxsaylı bəndlər üzrə həyata kecirilməlidir. İlkin olaraq onun elektron kitabxana parametrlərindən və göstəricilərindən tətbiq etməklə əldə olunmuş nəticəni qurğunun LCD ekranında "göstər" komandası verilir. Komanda olaraq vibrasiya çevirici elektron kitabxanasına "gir" və LCD ekranında göstər yazmaq lazımdır. Qeyd olunan əmr və komandalar hazırlanan digər qurğu və ya sensorlar ücün dəyişə bilər.

Növbəti hissədə Ardunio Pulsçevirici məlumat bazasına idarəedici dəyişənlər daxil edilir. Bu dəyişənlər qurğuda istifadə etdiyimiz mikrosxemlər və elementlərin Arduinonun hansı port və ya pininə qoşulması ilə əlaqəli məlumatlardır ki, komandaların düzgün ünvanlamsı üçün istifadə olunur.

Alınan nəticələrə rəqəm şəklində nəzarət etmək üçün Portun monitoru seçilir.

Beləliklə, qeyri-səlis, müxtəlif parametrli mexaniki vibrasiya təsirlərinə uyğun olaraq təqdim olunan çevirici girişinə daxil olan bütün nəticələri ekranda yüksək dəqiqliklə təsvirini əks etdirir və xarici fiziki təsir, vibrasiyalara və giriş siqnalının dəyişikliklərinə həssas bir sistem yaradılmışdır.

Ədəbiyyat

1.Hasanov, M. H. (2019). Photon switch of full optical networks. *T-Comm*, 13(8), 47-51.

2.Hacıyeva K.R. Vibrasiyalara nəzarət üçün proqramla idarə olunan pyezoelektrik sensorların yeni modeli. Sumqayıt Dövlət Universiteti Elmi Xəbərlər Cild 22 № 1, 2022 səh.89-92.

3.Hasanov M.H., Hajiyevak.R. New Generatıon 3D Prınter,Mınıstry of Educatıon of Azerbaıjan Republıc, Sumgayıt State Unıversıty, Conference Proceedıngs.2020,№7.p.273-275

4.Шарапов В. М., Полищук Е. С., Кошевой Г. Г., Ишанин И. Г., Минаев А. С. Датчики. / Под общ. ред. В. М. Шарапова, Е. С. Полищука., М.: Техносфера, 2012. 624 с.

РЕЗЮМЕ

УПРАВЛЕНИЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ЧЕРЕЗ ARDUINO

Гаджиева К.Р.

Ключевые слова: *пьезоэлектрический преобразователь, LCD-дисплей, Ардунио.*

Весь рабочий процесс в соответствии с условиями эксплуатации можно контролировать дистанционно или непосредственно рядом с системой через компьютер. Здесь составлена электрическая схема управления пьезоэлектрическим преобразователем, задана его техническая характеристика, а также представлена последовательность составления управляющей программы на элементе arduino, таким образом, в соответствии с нечеткими эффектами, представленные преобразователем все результаты с высокой точностью отображаются на экране, создавая систему, чувствительную к внешним физическим воздействиям, вибрациям и физическим изменениям входного сигнала.

SUMMARY

PIEZOELECTRIC CONVERTER CONTROL VIA ARDUINO

Hajiyeva K.R.

Keywords*: pyezoelectric inverter, LCD display, Ardunio.*

The entire working process in accordance with the working conditions can be monitored remotely or directly next to the system by means of a computer. Here, the electrical control scheme of the piezoelectric converter is drawn up, its technical characteristics are determined, at the same time, the sequence of compiling the control program through the arduino element is presented, so that all the results of the presented converter in accordance with the fuzzy effects are reflected on the screen with a high-precision image and create a system

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ СПОСОБОВ МОДЕРНИЗАЦИИ И ИНВЕСТИРОВАНИЯ В ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЮ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ УЧЕБНОГО КОРПУСА УНИВЕРСИТЕТА

Акберова Г. И., Зиганшин М. Г.

Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация,
akberova99@bk.ru , mjihan@mail.ru

.

Ключевые слова: *централизация, теплоснабжение, автономный, децентрализация, транспортировка*.

Целью данной работы является исследование эффективности перевода учебного корпуса КГЭУ с централизованного теплоснабжения на децентрализованное с оптимизацией источников финансирования. Рассмотрены возможные способы децентрализации теплоснабжения с автономным источником тепла. Оценка экономической эффективности проекта будет основываться на методе сравнительной эффективности со сравнением существующих затрат на систему централизованного теплоснабжения и затрат на децентрализацию с учетом капитальных затрат и затрат на эксплуатацию и техническое обслуживание при реализации альтернативных вариантов. . Реализация этого проекта потребует достаточно больших инвестиций. Поэтому в работе подбирается оптимальный способ инвестирования. В качестве источников финансирования рассматриваются варианты кредита и лизинга.

Для обеспечения здания тепловой энергией система теплоснабжения должна включать три элемента: теплоисточник, коммуникации для транспорта тепловой энергии (тепловые сети) и отопительный прибор. В зависимости от вида теплоисточника и коммуникаций различают централизованные и децентрализованные системы теплоснабжения. Как известно, Российская Федерация имеет наибольший в мире объем централизованной выработки тепловой энергии (до 45%), хотя доля централизации высока в Китае, в странах, входивших ранее в СССР и в страны социалистического лагеря, а также в Дании и Финляндии [3].

Децентрализованные системы теплоснабжения имеют собственные (автономные) источники теплоснабжения с оборудованием, вырабатывающим тепловую энергию для теплоснабжения отдельного здания или группы зданий. В данной работе проводится анализ возможности перевода системы теплоснабжения зданий корпуса «Е» КГЭУ на децентрализованное с автономным источником тепла. В настоящее время корпус имеет централизованное водяное теплоснабжение, а перевод на децентрализованное обеспечит снижение платежей на отопление примерно в двое за счет необходимости оплаты только газового топлива с чугунными отопительными приборами МС 140, преимуществом которых является долгий срок службы (более 25 лет). В то же время, учитывая их длительную эксплуатацию, при модернизации системы они потребуют замены, что заметно увеличит требуемый для модернизации объем инвестиций.

Для реализации данного проекта потребуется достаточно большие капиталовложения. В работе производится выбор оптимального способа инвестирования. В целом в экономике России инвестиции в теплоснабжение составляют около 100 млрд рублей или примерно 1% от совокупных инвестиций. Примерно половина инвестиций приходится на теплоисточники, другая половина – в основном на наружные теплосети, и менее 5% - на внутридомовые системы. Как показала практика прошлых лет, в России после 2014 года основными источниками инвестиций служат собственные средства, а основной статьёй в них является амортизация. Кроме амортизации, могут также использоваться нераспределённая прибыль и бюджетные средства. Однако у некоммерческих организаций основные средства не амортизируются, и так же нет возможности использования прибыли, которая могла быть получена после модернизации. Поэтому в качестве источника могут

служить только бюджетные средства. На практике в общем объёме бюджетного финансирования (муниципального, регионального, федерального) инвестиций доминируют бюджеты регионов. Бюджет также составляет наибольшую долю в сегменте инвестирования котельных и тепловых сетей среди привлечённых источников. Однако имеется тенденция сокращения ее доли и равнозначного роста доли финансирования за счет банковских кредитов, причем наибольшая доля кредитов направлялась в финансирование строительства котельных и ТЭЦ. Вместе с тем имеется тенденция существенного снижения доли инвестиций за счет бюджетных средств в сферу централизованного теплоснабжения. Так, в 2016 г. по сравнению с 2012 г. сокращение бюджетного финансирования инвестиций в сфере теплоснабжения составило 20% (с 15,3 млрд руб. до 12,2 млрд руб.). Больше всего сократились бюджетные инвестиции в котельные, передачу тепловой энергии и в прочие виды деятельности [4].

Доля региональных бюджетов в финансировании инвестиций в теплоснабжении сократилась с 50% в 2012-2014 гг. до ~40% в 2015-2016 гг. В 2016 г. в структуре бюджетных инвестиций больше всего средств регионов – 43%, а затем идут средства федерального и местных бюджетов – по 29% [6]. Поэтому инвестиции в децентрализацию теплоснабжения рассматриваемого корпуса КГЭУ представляют в настоящее время определенные затруднения несмотря на то, что проект принесет организации экономическую выгоду порядка 1 млн руб. в год за счет сокращения платежей на отопление корпуса.

Оценка экономической эффективности проекта будет основана на методе сравнительной эффективности. Сопоставляют капитальные затраты и эксплуатационных расходов на реализацию альтернативного варианта – системы централизованного теплоснабжения. Рассматривались также варианты альтернативного оснащения автономной котельной на основе тепловых насосов и электрического котла.

Учитывались следующие эксплуатационные расходы, необходимые для нормального функционирования автономной котельной: на топливо, электроэнергию, обслуживание, амортизационные отчисления. Показатель экономической эффективности проекта по децентрализации корпуса КГЭУ определен по наименьшему значению дисконтированных затрат, равных сумме капитальных затрат и приведенных эксплуатационных расходов. Дисконтированные расходы за период 20 лет по варианту системы отопления с газовым котлом на сетевом природном газе на 21% ниже, при среднем ежегодном повышении тарифов на природный газ на 7,5 %.

Вместе с тем ценовая политика в мире далека от стабильности, и результаты, полученный на базе методов дисконтирования за периоды среднесрочной перспективы, имеют невысокую надежность. Поэтому определены параметры рисков [1]. Предлагаемая методика позволяет проводить экспресс-оценку эффективности децентрализации теплоснабжения на основе современных теплоисточников малой и средней мощности. Для повышения объективности учета влияния нестабильности цен приведенные затраты рассчитываются нормативному сроку эксплуатации, равному одному году, что определяет максимально возможный показатель риска, соответствующий нижней границе эффективности инвестиций. В качестве параметров, определяющих область риска вложений в теплоэнергетические объекты, используются отношения прогнозируемого стоимостного эквивалента годового расхода топлива (энергоносителя) к приведённым затратам в целом и к доле приведённых затрат, не содержащей стоимости топлива. Обобщенным показателем теплотехнического совершенства и экономичности систем служит коэффициент использования топлива, который акцентированно влияет на ценовые показатели сравниваемых вариантов. Расчеты по данной методике также показали предпочтительность варианта системы отопления корпуса КГЭУ с использованием газового котла по сравнению с централизованным теплоснабжением.

Реализация технического проекта невозможна без инвестиций. В работе производится выбор оптимального способа инвестирования. Рассматривается возможность использования в качестве источников финансирования вариантов кредита и лизинга. Так как данный автономный источник требует достаточно больших капиталовложений – около 20 миллионов рублей, будут сравниваться в качестве источников финансирования проводится сравнение лизинга и обычного кредитования, с оценкой какой из этих способов более выгоден для заказчика. При кредите в пользование передаются денежные средства, а при лизинге - конкретное имущество, и предъявляются менее жесткие требования к заемщику, ввиду чего можно приобрести оборудование без крупных первоначальных затрат. Как известно, преимущество лизинга состоит в том, что заказчик может начать осуществление проекта, располагая лишь частью средств, необходимых для приобретения помещений и оборудования (имущества). При этом необходима оценка величины прибыли за счет ускорения ввода объекта в эксплуатацию.

По ФЗ от 29 29.10.1998 № 164-ФЗ (ред. От 14.07.2022) «О финансовой аренде (лизинге), Статья 11 (Право собственности на предмет лизинга) право владения и пользования предметом лизинга переходит к лизингополучателю в полном объеме, если договором лизинга не установлено иное. Статья 19 (Переход права собственности на предмет лизинга) договором лизинга может быть предусмотрено, что предмет лизинга переходит в собственность лизингополучателя по истечении срока договора лизинга или до его истечения на условиях, предусмотренных соглашением сторон и Федеральным законом могут быть установлены случаи запрещения перехода права собственности на предмет лизинга к лизингополучателю. Принято выделять следующие преимущества лизинга для лизингополучателя. Лизингополучатель имеет возможность получить дополнительные займы, так как лизинг не затрагивает соотношения собственных и заемных средств. Лизинг предполагает 100% финансирование не требует быстрого возврата всей суммы долга [2]. При использовании лизинга стоимость оборудования списывается с учетом амортизации и затрат в 3 раза быстрее. С учетом всех вышеперечисленных преимуществ можно говорить о том, что лизинг оборудования обходится на 22 % дешевле в сравнении с использованием собственных средств и на 24% – по отношению к приобретению в кредит [5].

Таким образом, децентрализация теплоснабжения с автономным источником тепла более выгодна и на условиях вышеперечисленных преимуществ лизинговая сделка оказалась более выгодной в сравнении с финансированием за счет кредитных средств банка. Однако следует учитывать, что в настоящее время существует большое многообразие как кредитных, так и лизинговых продуктов, представленных на рынке. Соответственно, условия могут варьироваться, и их следует учитывать, оценивая выгодность той или иной сделки.

Литература

1. Гафиятов И.З., Зиганшин М.Г., Дмитриев А.В. Показатели экологической и энергоэкономической эффективности источников теплоснабжения зданий при наличии парниковых газов // Проблемы современной экономики, № 2(30), 2009. С. 330-333.

2. Гребнева Т.В. Лизинг в РФ: достоинства и недостатки лизинговых операций // Новая наука: Опыт, традиции, инновации. 2022. №3-1(71). С. 78-81.

3. Наумов А.Л. Тенденции развития теплоснабжения в России // АВОК.2015. №6. С. 208.

4. Стенников В.А., Пеньковский А.В. Рынок тепла: мировой опыт развития централизованного теплоснабжения // Энергетическая политика №10 (164), 2021. С. 64-75.

5. Тарасова И.А. Финансовый лизинг: практика применения // Символ науки. 2017. №11-1. С. 162-163.

6. Теплоэнергетика и централизованное теплоснабжение России в 2015-2016 годы. Выдержки из Информационно-аналитического доклада ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, Москва, 2018 г. // Новости теплоснабжения. 2018. №3 (211). С. 8-18.

XÜLASƏ

UNİVERSİTET BİNASININ İSTİLİK TƏMİNATI SİSTEMİNİN MÜASİRLƏŞDİRİLMƏSİ VƏ MƏRKƏZLƏŞDİRİLMƏSİNƏ İNVESTİSİYA OPTİMAL YOLLARININ SEÇİLMƏSİ

Akberova G.İ., Ziqanşin M.Q.,

***Açar sözlər**: mərkəzləşdirmə, istilik təchizatı, müstəqil, qeyri-mərkəzləşmə, nəqliyyat*

İşin məqsədi tədris binasının mərkəzləşdirilmiş istilik təchizatı ilə "KQAU"a keçidinin maliyyə mənbələrinin optimallaşdırılması ilə mərkəzləşdirilmiş istilik təchizatının effektivliyinin araşdırılmasıdır. Müstəqil istilik mənbəyi ilə istilik təchizatının mərkəzləşdirilməsi üçün mümkün yollar nəzərdən keçirilir. Layihənin iqtisadi səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi mərkəzləşdirilmiş istilik təchizatı sisteminə mövcud xərclərin və mərkəzləşdirilmiş xərclərin, kapital xərcləri və istismar xərcləri nəzərə alınmaqla, alternativ variantların həyata keçirilməsi üçün xidmət xərcləri ilə müqayisəli səmərəlilik metoduna əsaslanacaqdır. Bu layihənin icrası kifayət qədər böyük kapital qoyuluşu tələb edəcəkdir. Buna görə də, iş investisiya optimal metodu seçimi edilir. Maliyyə mənbələri kimi kredit və lizinq variantları nəzərdən keçirilir.

SUMMARY

SELECTION OF THE OPTIMUM WAYS OF MODERNIZATION AND INVESTMENT IN DECENTRALIZATION OF THE HEAT SUPPLY SYSTEM OF THE UNIVERSITY BUILDING

Akberova G. I., Ziganshin M. G.

***Keywords**: centralization, heat supply, autonomous, decentralization, transportation.*

The purpose of this work is to study the effectiveness of switching the educational building of the KSPEU from centralized heat supply to decentralized with the optimization of funding sources. Possible methods for decentralizing heat supply with an autonomous heat source are considered. The evaluation of the economic efficiency of the project will be based on the method of comparative efficiency with a comparison of the existing costs of the district heating system and the costs of decentralization, taking

into account capital costs and operating and maintenance costs when implementing alternative options. The implementation of this project will require quite large investments. Therefore, the work selects the optimal way of investing. Loan and leasing options are considered as sources of financing.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВВЕДЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА

Винокурова Е.С.
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Российская Федерация
vinokurovae77@gmail.com

Ключевые слова: *энергосбережение, менеджмент, энергоэффективность, система энергетического менеджмента, инновации*.

В данной статье затрагивается тема оценки эффективности внедрения системы энергоменеджмента (СЭМ) применительно к компаниям, работающим в российском энергетическом секторе. В связи с внедрением SEM энергетические компании указывают на увеличение характеристик в области энергосбережения наряду с повышением характеристик энергоэффективности. Основные лидеры и данные об их деятельности с точки зрения формирования (энергоснабжения и энергоэффективности) энергетических компаний также представлены и показаны на графике.

Стабильное развитие энергетического сектора России требует от организаций высочайший уровень контроля за планированием и применением энергетических ресурсов с оптимальным энергопотреблением и с высокой энергоэффективностью. Из-за этого энергетические компании приходят к использованию различных инновационных решений, которые позволяют изучить и затем улучшить процессы организации. Одно из подобных решений – это построение системы энергетического менеджмента (СЭМ).

СЭМ – это комплекс взаимозависимых или взаимодействующих компонентов, применяемых с целью исследования и введения энергетической политической деятельности и энергетических целей, и, кроме того, действий и операций для свершения данных целей [1]. Сертификация СЭМ предполагает собой метод оценки качества концепции управления энергосбережением и увеличением энергоэффективности организации топливно-энергетического комплекса и некоторых промышленных фирм в энергетическом секторе государства [3].

Согласно Международной организации по стандартизации на конец прошлого года в РФ у 350 организаций есть сертификат СЭМ, это 1 % от всемирной доли. Первое место занимает Германия (36% от всемирной доли), далее Великобритания (13%) и Франция (10%) [4]. В России число сертифицированных компаний увеличивается ежегодно.

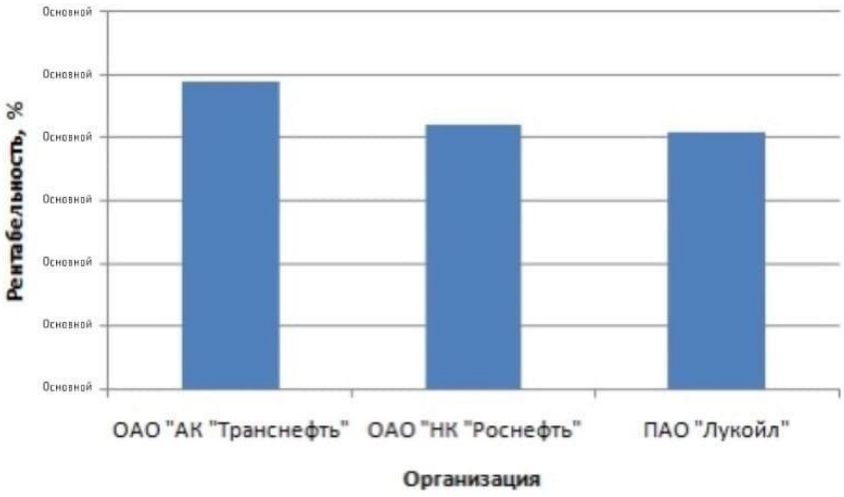


Рисунок. Результативность организаций, внедривших СЭМ.

На рисунке показаны основные лидеры и их данные результативности в плане формирования (сфера энергоснабжения и энергоэффективности) энергетических фирм.

Эффективность предприятий определялась экспертами на основе характеристик энергетических данных [2].

Применение СЭМ как организационного инструмента формирования деятельности в сфере энергосбережения стремительно используется фирмами, функционирующими в России. За счет ввода СЭМ у энергетических компаний обозначается увеличение характеристик в сфере энергосбережения вместе с увеличением характеристик энергоэффективности. Кроме того, прослеживается хорошая динамика в модернизации изначально сложившихся действий внутри фирмы.

Литература

1. ГОСТ Р ИСО 50001-2012. Системы энергетического менеджмента. Требования и руководство по применению. – Москва: Московский печатник, 2013. – 22 с.

2. Методические указания. Определение показателей результативности системы энергетического менеджмента АО «Концерн Росэнергоатом». МУ 1.1.4.01.1320-2017. – Москва. – АО «Концерн Росэнергоатом», 2017.

3. Новикова О.В., Шадрин А.Д. процессный подход в энергетическом менеджменте. – Стандарты и качество. 2014. № 8. С. 70-73.

4. Building for a better future. Annual Report. ISO.2020.

XÜLASƏ

ENERJİ İDARƏETMƏ SİSTEMİNİN TƏTBİQ EDİLMƏSİNİN SƏMƏRƏLİLİYİNİN QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Vinokurova Y.S.

***Açar sözlər**: enerjiyə qənaət, idarəetmə, enerji səmərəliliyi, enerji idarəetmə sistemi, innovasiyalar.*

Bu məqalədə Rusiya Federasiyasının enerji sektorunda fəaliyyət göstərən şirkətlərə münasibətdə enerji idarəetmə sisteminin (EMS) tətbiqinin səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi mövzusuna toxunulur. SEM-in tətbiqi ilə əlaqədar olaraq, enerji şirkətləri enerji səmərəliliyi xüsusiyyətlərinin artması ilə birlikdə enerjiyə qənaət sahəsində xüsusiyyətlərin artdığını göstərir. Enerji firmalarının formalaşması (enerji təchizatı və enerji səmərəliliyi) baxımından əsas liderlər və onların performans məlumatları da qrafikdə təqdim olunur və göstərilir.

SUMMARY

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE INTRODUCTION OF AN ENERGY MANAGEMENT SYSTEM

Vinokurova E. S.

***Keywords**: energy saving, management, energy efficiency, energy management system, innovations.*

This article touches upon the topic of evaluating the effectiveness of the introduction of an energy management system (EMS) in relation to companies that operate in the Russian energy sector. Due to the introduction of SEM, energy companies indicate an increase in characteristics in the field of energy saving along with an increase in energy efficiency characteristics. The main leaders and their performance data in terms of formation (energy supply and energy efficiency) of energy firms are also presented and shown on the graph.

ФИНАНСОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ ТЭК: СУЩНОСТЬ И ЗНАЧЕНИЕ

Дубровская М. О., Хусаинова Е.А.

Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация

mariadubrovskaya04@gmail.com, ekaterina0686@yahoo.com

***Ключевые слова**: топливно-энергетический комплекс, финансы, прибыль, рентабельность, финансовые результаты.*

Понимание значения финансовых результатов является актуальным для любого хозяйствующего субъекта ТЭК, не принимая во внимание размер предприятия и его роль в экономике. В статье рассматриваются значение и экономическая идея финансовых результатов деятельности предприятия топливно-энергетического комплекса.

Кризис 2014 года внес существенные коррективы в деятельность каждой компании из-за колебаний курса рубля, высокой инфляции, запрета на иностранные инвестиции, ограничений на международную торговлю и т.д. Однако крупнейшие компании российского топливно-энергетического комплекса смогли приспособиться к внешним условиях и восстановить свою

конкурентоспособность к концу второго десятилетия 21 века. Тем не менее, топливно-энергетический комплекс по-прежнему остается драйвером экономического развития. топливно-энергетический комплекс играет стратегически важную роль для государства и влияет на степень развития экономики и национальной безопасности.

Финансовые результаты в более широком смысле относятся к степени достижения финансовых целей и являются важным аспектом управления финансовыми рисками. Это процесс измерения результатов политики и операций фирмы в денежном выражении. Он используется для измерения общего финансового состояния фирмы за определенный период времени, а также может использоваться для сравнения аналогичных фирм в одной отрасли или для сравнения отраслей или секторов в совокупности.

Финансовый результат позволяет увидеть итоги хозяйственной деятельности компании ТЭК, выражаясь простыми словами, определить, «в убыток» или «в прибыль» работает организация. Наиболее емкое определение финансового результата дает Толкачева Н. А. Под финансовым результатом она понимает “прирост или уменьшение капитала организации в процессе финансово-хозяйственной деятельности за отчетный период, который выражается в форме общей прибыли или убытка” [1, с. 55]. Финансовый результат бывает двух видов - позитивный (прибыль) и негативный (убыток).

Для достижения определенного финансового результата используется финансовый механизм - пять взаимосвязанных элементов, способствующие организации, планированию и стимулированию использования финансовых ресурсов. Элементами финансового механизма являются финансовые методы, финансовые рычаги (цена, прибыль, процент, дисконт), правовое, нормативное и информационное обеспечение. Необходимо использовать методы финансового стимулирования, например эффективное вложение финансовых ресурсов и эффективное использование экономических ресурсов.

Конечный финансовый результат компании ТЭК отражает итог от продаж продукции, разность дополнительных (операционных) доходов и расходов, сальдо внереализационных доходов и расходов, разность чрезвычайных расходов и доходов.

Наибольшую долю в окончательной прибыли фирмы занимает доход от продаж при ведении основных видов деятельности [2, с. 67].

Структура о прибылях и убытках в российской практике соответствует структуре отчета предприятий согласно МСФО. Расхождения существуют лишь методике расчета отдельных показателей [3, с. 350] .При расчетах используются бухгалтерские планы счётов. Точные определения бухгалтерского учёта и его сущности представлены в Федеральном законе РФ «О бухгалтерском учете» №402.

Финансовые результаты функционирования организации ТЭК отмечаются суммой полученной прибыли и ее уровнем рентабельности. При тщательном рассмотрении финансовых результатов по принципу основательного изучения частных показателей и раскрытии возможностей роста прибыли, прежде всего, изучается формирование прибыли, т.е. объём, динамика и структура совокупной (общей бухгалтерской) прибыли компании ТЭК с установлением показателей ее изменения и потенциальных резервов.

Затем анализируются операционная и внереализационная прибыль, прибыль от прочей деятельности при детальном рассмотрении отдельных операций и сделок, рентабельность (доходность) деятельности компании ТЭК. Прибыль, как и доход, облагается налогом, который выступает источником формирования государственного бюджета. К тому же, именно прибыль является базой, на основании которой осуществляются инвестиции и развитие предприятия.

В январе-мае 2022 г. сальдированный финансовый результат организаций (без субъектов малого предпринимательства, кредитных организаций, государственных и муниципальных учреждений, некредитных финансовых организаций) в действующих ценах составил 14590,2 млрд рублей, или 150,9% к январю-маю 2021 года.

Каждая компания сдает финансовую отчетность. Существует специальный отчет, который называется “Отчет о финансовых результатах” (ОФР), в котором подробно расписаны все доходы, которые компания получила за период, все расходы, которые она понесла в этот период, какой результат она получила.

Аналитик располагает различными способами подхода и приемами финансового анализа деятельности хозяйствующего субъекта. Умело их используя и выбрав правильную методику в отношении последовательности его проведения, он сможет провести глубокий, всесторонний, комплексный анализ финансового положения, дать объективную и достоверную оценку, разработать

рекомендации по финансовому оздоровлению. В связи с этим можно сделать вывод, учет финансовых результатов – это очень важный и трудоёмкий процесс, так как из корректно выполненных бухгалтерских отчетов в перспективе предприятия получают необходимые им сведения для принятия важных экономических решений. Положительные финансовые результаты – это достижение организации, наличие прибыли как финансового результата – итог успешной работы, а рентабельность предприятия – показатель экономической эффективности.

Литература

1. Виноградская, Н.А. Диагностика и оптимизация финансово-экономического состояния предприятия: финансовый анализ: Практикум / Виноградская Н.А. - М.: МИСиС, 2018. – 118 с.

2. Ефимова, О.В. Финансовый анализ: современный инструментарий для принятия экономических решений: Учебник / О.В. Ефимова. – М.: Омега-Л, 2018. – 349 с.

3. Самсонов В.С. Экономика ТЭК: Учебное пособие/Самсонов В.С., Вяткин М.А. Экономика предприятий энергетического комплекса, 2016 – 416 с.

XÜLASƏ
FEC MÜƏSSİSƏSİNİN MALİYYƏ NƏTİCƏLƏRİ: MAHİYYƏTİ VƏ ƏHƏMİYYƏTİ
Dubrovskaya M.O., Xusainova E.A.

Açar sözlər: *yanacaq-energetika kompleksi, maliyyə, mənfəət, rentabellik, maliyyə nəticələri.*

Maliyyə nəticələrinin əhəmiyyətinin başa düşülməsi müəssisənin ölçüsündən və iqtisadiyyatdakı rolundan asılı olmayaraq, yanacaq-energetika kompleksinin istənilən təsərrüfat subyekti üçün aktualdır. Məqalədə yanacaq-energetika kompleksində bir müəssisənin fəaliyyətinin maliyyə nəticələrinin əhəmiyyəti və iqtisadi ideyası müzakirə olunur

SUMMARY
FINANCIAL RESULTS OF THE FEC ENTERPRISE: ESSENCE AND SIGNIFICANCE
Dubrovskaya M. O., Khusainova E. A.

Key words*: fuel and energy complex, finance, profit, profitability, financial results.*

Understanding the significance of financial results is relevant for any business entity in the fuel and energy complex, regardless of the size of the enterprise and its role in the economy. The article discusses the significance and economic idea of the financial results of the activity of an enterprise in the fuel and energy complex.

.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Камалиева З.З., Хабибуллина И. И., Хусаинова Е. А.
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Российская Федерация
zaliakamalieva83@gmail.com , KhabibullinaIlvina@yandex.ru , Ekaterina0686@yahoo.com

Ключевые слова*: энергетический менеджмент, организация, функции, задачи, цели.*

В статье представлена краткая характеристика энергетического менеджмента в промышленности. Проанализированы теоретические основы энергоменеджмента, структура электроэнергетического менеджмента. Рассмотрены важные понятия, задачи, цели и функции энергоснабжающей организации. Сделана попытка сформулировать основные тезисы, касающиеся методов организации энергоменеджмента, на основе изучения научной литературы.

Под понятием энергосбережения понимается переход к комплексу мер и решений, которые направлены на эффективное использование энергии во всех отраслях экономики. Энергосбережение подразумевает бережное использование энергии при добыче, переработке и распределении энергии – от получения первичных энергетических ресурсов до предоставления их потребителям [5].

Решение этой проблемы заключается в следующем: использовании эффективных технологий производства, предоставление, распределение и использование энергии, расширение использования природных ресурсов в энергетике, таких как ветер, солнце и вода; введение в действие усовершенствованных технологий и оборудования, снижающих затраты тепловой энергии и электроэнергии, а также топлива; модернизация имеющегося технического оснащения; расширение использования вторичных ресурсов; замена дорогостоящих видов топлива на более дешёвые [1].

Стоит учитывать, что данный вопрос решается разными методами, а не только техническими средствами. Например, разрабатывается система, управляющая процессами получения и доставки

конечной энергии потребителям. Кроме того, эта система должна включать в себя контроль за потреблением энергии энергопотребителями. Именно эти задачи решает менеджмент в энергетике [1].

Энергетический менеджмент – это комплекс организационных и промышленных мероприятий, которые нацелены на увеличение производительности использования топливно-энергетических ресурсов, то есть всех видов горючего и энергии, естественных и преобразованных, которые пригодны к применению человеком [3].

Энергетический менеджмент, согласно сущности, предполагает собою не только грамотное и постоянное, но и научно аргументированное управление ресурсами энергетики производства, начиная с уровня цеха и завершая предприятием, концерном, областью [1].

Согласно источникам, главной задачей менеджмента в энергетической отрасли является проведение комплексного анализа энергопотребления, а также его изменение в процессе реализации программ энергосбережения, с учётом контроля, учёта и снижения использования топливно-энергетических ресурсов для различных целей [1].

Следует отметить, что энергетическое управление является частью единого менеджмента, поэтому они одинаковы в иерархической структуре. Существуют два типа управления энергией: макроуровня и микроуровня. Первый тип предполагает контроль за эффективным использованием топливно-энергетических ресурсов на отраслевом, городском, районном, областном, внутригосударственном и межгосударственном уровнях. Второй тип отвечает за управление на уровне организации, учреждения, фирмы, предприятия [5].

Каждый из перечисленных выше уровней управления энергопотреблением имеет свои конкретные цели:

-цель отраслевого энергоменеджмента – повышение способности предприятия отрасли производить тот или иной продукт без увеличения потребления топлива и энергии.

-цель городского, районного и областного управления – обеспечение качественного функционирования хозяйства и создание благоприятных условий жизни населения определённых регионов с минимальным потреблением топлива и энергии.

-цель внутригосударственного менеджмента в отрасли энергетики – обеспечение энергетической безопасности страны и её независимости от импорта энергоресурсов, для стран СНГ – переход от экономики, где расходуется много энергии, к экономике более рационального использования энергоресурсов.

-цель межгосударственного энергоменеджмента – сохранение имеющихся мировых запасов энергетических ресурсов, а также их рациональное использование, поиск новых источников и методов добычи энергии, наносящих меньший вред окружающей среде.

-цель энергоменеджмента предприятия – снижение затрат различных видов энергии в процессе производства и обеспечение выпускаемой продукции конкурентоспособностью на внутреннем и внешнем рынках [5].

Функции энергетического менеджмента:

- взаимодействовать с предприятиями, которые занимаются производством энергии;
- взаимодействовать с организацией, которая по характеру своей деятельности должна заключить договор, регулирующий поставку электрической энергии (мощности) на розничном рынке;
- обрабатывать информацию об энергопотреблении согласно отдельным подразделениям;
- организовывать услуги согласно энергосбережению;
- запустить энергосберегающие проекты, и начать их управление;
- работать вместе с начальником и работниками хозяйствующего субъекта согласно проблемам энергопотребления [1].

С целью осуществления этих функций следует сформировать на предприятии общую, распределенную по всем уровням управления, информативную концепцию с целью своевременного контролирования, а также управления производством и пользованием энергоресурсов [1].

Довольно обширный диапазон исполняемых функций устанавливает потребность наибольшего приближения энергетического менеджмента к управлению субъекта хозяйствования и активного взаимодействия вместе с ним. В ином случае энергетический менеджмент будет неэффективным и никак не сумеет гарантировать установленную задачу – сокращение пользования топливно-энергетических ресурсов [1].

Энергетический менеджмент занимается организацией функционирования и формирования энергетической части производства на основе технических и технологических процессов. Сюда

входит регулярное проведение обследования главного и дополнительного производства, создание определенных требований и событий согласно экономии электричества с определением прогнозируемых и необходимых средств, ответственность за осуществление политической деятельности энергосбережения в компании, исследование достижений в сфере энергосберегающих технологий, создание проектов их внедрения на производстве с объяснением финансовой необходимостью энергосберегающих мероприятий, исследование и анализ итогов [2].

Помимо перечисленных выше событий, энергетический менеджмент разрабатывает слаженную концепцию стимулирования и увеличения энергетической производительности изготовления. Также энергетический менеджмент обязан отвечать за составление плана и осуществление энергетических планов, за закупку и введения технологий, которые отвечают за повышение эффективности в производстве. Энергетический менеджмент содержит в себе стандартизацию расхода энергетических ресурсов; исследование нормативов оптимального расходования горючего; оптимального отопления, остывания, теплопередачи, избежание теплопотерь, применения энергоресурсов, которые ранее уже были использованы, снижения издержек электричества в сетях и так по порядку [1].

Использование энергетического менеджмента - итог, который связан с модернизацией имеющихся способов управления, а кроме того с психологией управления энергопотреблением и энергозатратами. Данное заключение вызвано исправить неактуальную практику, при которой бизнес-процессы по управлению пользованием энергоресурсов присоединились к процессам эксплуатации главного научно-технического оснащения, а также к концепции энергоснабжения компании. Все это, без исключения, должно найти решение общенациональных проблем в сфере энергоснабжения, а также увеличение энергоффективности, что является одним из основных задач модернизации экономики Российской Федерации [4].

Потребление термической, а также гальванической энергии считается важным обстоятельством выживания общества и формирования экономики Российской федерации, в том числе формирование благоприятных и удобных обстоятельств жизнедеятельности. Увеличение конкурентоспособности компаний и обеспечения их финансовой, а также энергетической защищенности, как было установлено большим количеством профессионалов, нельзя осуществить при отсутствии реализации больших планов в сфере энергосбережения и увеличения производительности энергии. В соответствии с общегосударственным проектом Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» нужно отметить некоторые моменты, ограничивающие формирование энергосбережения, а также энергоэффективности в государстве. Сюда можно отнести: малое количество информации; нет должной мотивации; отсутствие навыков финансирования проектов; минусы организации. Непосредственно по этой причине существенный интерес в монографии уделено проблемам: общегосударственной энергетической политической деятельности, маркетинга энергосберегающих планов, информативной помощи и управлению работниками, а кроме того финансовой оценки производительности реализации, введению энергосервисных договоров [1].

Литература

1. Ахметова И.Г., Мухаметова Л.Р., Юдина Н.А. Энергетический менеджмент: монография – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2016 – 146 с.
2. Воропаева Ю.А. Организация и управление в энергетике: учеб. пособие - Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического ун-та, 2006 (СПб. : Тип. изд-ва Политехн. ун-та). - 154 с.
3. Гулбрандсен Т.Х., Падалко Л.П., Червинский В.Л. Энергоэффективность и энергетический менеджмент: учебно-методическое пособие – Минск: БГАТУ, 2010 – 240 с.
4. Мингалева Ж. А. Модернизация национальной экономики на основе стратегии инновационного развития. // Современные проблемы науки и образования. – 2012. - №2.
5. Поспелова Т. Г., Основы энергосбережения. - Мн.: УП «Технопринт», 2000 - 353 е.

XÜLASƏ

SƏNAYƏNİN ENERJİ MENECMENTİ

Kamaliyeva Z.Z., Xabibullina İ.İ., Xusainova E.A.

***Açar sözlər**: enerji menecmenti, təşkilatçılıq, funksiyalar, vəzifələr, məqsədlər.*

Məqalədə sənayedə enerji menecmentinin qısa xarakteristikası təqdim edilmişdir. Energetika menecmentinin nəzəri əsasları, və strukturu təhlil edilmişdir. Enerji təminatı təşkilatının mühüm anlayışları, vəzifələri, məqsədləri və funksiyaları nəzərdən

keçirilir. Elmi ədəbiyyatın məlumatlarının öyrənilməsi əsasında enerji menecmentinin təşkili metodları ilə bağlı əsas tezislərin formalaşdırılmasına cəhd göstərilmişdir.

SUMMARY
ENERGY MANAGEMENT OF THE INDUSTRY
Kamalieva Z.Z., Khabibullina I.I., Khusainova E.A.

***Keywords**: energy management, organization, functions, tasks, goals.*

The article presents a brief description of energy management in industry. The theoretical foundations of energy management, the structure of management in the electric power industry are analyzed. The most important concepts, tasks, goals and functions of the organization of energy management are considered. Based on the study of scientific literature data, an attempt is made to form key theses related to the methods of energy management organization.

КОНКУРЕНЦИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Хабибуллина Г.И., Хусаинова Е.А.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация
lolkhabib34@gmail.com

Ключевые слова: *конкуренция, электроэнергетика, рыночные отношения, естественная монополия, инвестиции, повышение эффективности.*

Все компании хотят добиться высоких результатов и опередить своих конкурентов. Это же является основной целью энергетических предприятий. По уровню развития энергетики можно судить об экономической мощности страны, так как она обеспечивает основную часть доходов государственного бюджета, от которого зависят остальные сферы жизни. Экономика энергетики существенно отличается от экономики других отраслей народного хозяйства. Основным видом продукции энергетики является электроэнергетика и теплоэнергетика, а их главной задачей является бесперебойное снабжение потребителей электроэнергией и теплом в необходимом количестве.

В электроэнергетике в передаче и распределении энергии конкуренция исключена здесь действуют естественные монополии. Поэтому частная собственность и конкуренция только в электроэнергетическом секторе не решают проблему капитальных вложений. В процессе привлечения инвестиций для устойчивого развития промышленности необходимо разумное сочетание рыночного механизма и методов государственного регулирования. Эти правила должны быть достаточно мягкими, чтобы косвенно снижать инвестиционный риск и распределять его между инвесторами, потребителями и государством.

С точки зрения интересов потребителей развитие конкуренции и рыночных отношений в электроэнергетике должно в первую очередь обеспечить стабильность и снижение цен на энергию, а также улучшить и расширить качество энергоснабжения, оказание услуг. Однако главной ценностью либерализованного рынка электроэнергии является свобода выбора потребителя. Также предполагается, что большинство потребителей умело и активно пользуются свободой выбора, тем больше возрастает конкуренция в электроэнергетике и, соответственно, социальные показатели рынка.

Как показывает опыт электроэнергетических систем (ЭЭС) разных стран, конкуренция в электроэнергетике может иметь негативные последствия, если недостаточно проработаны меры по реформированию, обеспечивающие надежную работу ЭЭС.

В сфере передачи и распределения энергии, за исключением конкуренции в области электрической энергии, существуют естественные монополии.

Следует еще раз отметить, что в электромеханической промышленности, которая является отраслью с физической технологией, эффективность производства определяется техническими решениями, определяемыми на инвестиционной стадии строительства, проектирования и строительства установок, монтаж проекта. Это означает, что эффективность производства в основном связана с эффективностью предыдущих капитальных вложений, поэтому возможности электростанций по снижению эксплуатационных расходов ограничены. Следственно конкуренция в электроэнергетике должна сыграть свою роль в повышении эффективности, особенно в сфере создания новых производств с применением передовых технологий.

Высокий износ активов в электроэнергетике создает неблагоприятную картину снижения ставок и поддержания необходимого конкурентного баланса. В этих условиях приватизация энергетических компаний может происходить только осознанно и дешево.

Литература

1. Бахтеева Н.З, Шацких З.В. Экономика и управление производством: учеб. пособие. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – 188 с.

2. Можаева С. В. Экономика энергетического производства: учеб. пособие. 6-е изд., доп. и перераб. — Спб.: Издательство «Лань», 2011. -272с.

3. Смышляева Е. Г. Экономика энергетики: учеб. пособие. Тольяттинский государственный университет. — Тольятти, 2009. -247с.

XÜLASƏ
ELEKTROENERGETİKADA RƏQABƏT
Xabibullina G.I., Xusainova E. A.

Açar sözlər: *rəqabət, elektroenergetika, bazar münasibətləri, Təbii inhisar, investisiyalar, səmərəliliyin artırılması.*

Annotasiya: məqalədə elektroenergetikada rəqabət, kapital qoyuluşları, həmçinin sabitliyin təmin edilməsi və enerji qiymətlərinin aşağı salınması, səmərəliliyin artırılması, xüsusilə də qabaqcıl texnologiyaların tətbiqi ilə yeni istehsal sahələrinin yaradılması sahəsində məsələlərə baxılır.

SUMMARY
COMPETITION IN THE POWER INDUSTRY
Khabibullina G.I., Khusainova E.A.

Key words*: competition, electric power industry, market relations, natural monopoly, investment, efficiency increase.*

The article deals with competition in the electric power industry, as well as ensuring stability and lowering energy prices, increasing efficiency, especially in the field of creating new industries using advanced technologies.

ЗНАЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ

Шапко А.Р.
Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Российская Федерация
Shapko13@gmail.com

Ключевые слова: *нефтяная промышленность, нефтегазовый сектор экономики, энергоресурсы, инвестиции, топливно-энергетический комплекс.*

В статье рассматривается значение энергетического комплекса для стабильного экономического развития России. Энергетика имеет важное экономическое значение для обеспечения устойчивого экономического роста. Проблема необходимости эффективного применения нефтегазовых ресурсов страны является актуальной по сей день. В статье проводится анализ современного положения и направлений развития нефтяной отрасли экономик, роль нефтегазовых доходов в бюджете, а также выявление значимости повышения эффективности использования энергоресурсов.

Топливно-энергетический комплекс имеет важное значение в экономике России, являясь одним из ключевых факторов роста производительности труда. Российская Федерация является одной из лидирующих стран по добыче энергетических ресурсов. ТЭК Российской Федерации является основой экономики страны, благодаря которой обеспечивается жизнедеятельность всех хозяйственных отраслей, единство регионов в экономическом пространстве, формирование значимой части доходов бюджета и прочих валютных поступлений. От того, насколько развит и как функционирует в стране топливно-энергетический комплекс, зависят курс рубля по отношению к иностранным валютам, сальдо государственного бюджета, состояние внутреннего и внешнего долго России и т.д. Основные фонды топливно-энергетического комплекса составляют 1/3 часть всех производственных фондов страны. [1]

Являясь крупнейшим поставщиком энергетических ресурсов на мировой рынок, Российская Федерация также отчасти решает проблему безработицы и инфляции в стране, т.к. всего в ТЭК задействованы более 1,8 млн человек. [1]

В России ТЭК является главным комплексом национальной экономики, так как большая часть доход страны зависит от него. Нефтегазовые доходы занимают 1/3 часть от всех доходов федерального бюджета нашей страны. Согласно статистике Минфина, в 2021 году нефтегазовые доходы составили 32%, что соответствует 5987,2 млрд рублей. [4]

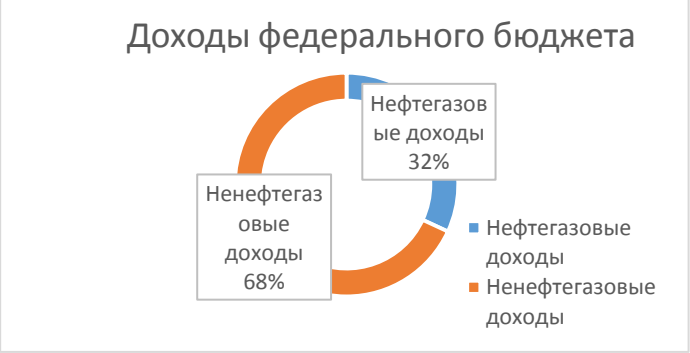


Рисунок 1. Доходы федерального бюджета РФ в 2021 году млрд. руб.

В мировом производстве топливно-энергетических ресурсов на долю Российской Федерации приходится около 23% добываемого газа, 10% нефти, 6% угольной добычи и 6% электроэнергии.

Таблица.

Показатели вклада отраслей ТЭК в ВВП, экспортные доходы, импорт, инвестиции в России, 2017-2021 гг. [5]

Индикаторы	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
ВВП, млрд руб.	**83094**	**86014**	**92101**	**103876**	**110046**
Доля ТЭК в ВВП, %	**27,0**	**22,0**	**22,6**	**23,0**	**23,3**
Экспорт, млрд. долл.	**341,4**	**281,7**	**353,5**	**443,1**	**452,3**
Уголь	**9,5**	**8,9**	**13,5**	**17**	**16**
Нефть	**89,6**	**73,7**	**93,4**	**129,2**	**121,4**
Газ	**41,8**	**31,3**	**38,7**	**49,1**	**50,1**
Электроэнергия	**0,74**	**0,66**	**0,64**	**0,8**	**0,9**

Каждая отрасль вносит свой вклад в экономику России. Проанализировав показатели вклада отраслей ТЭК в ВВП России (таблица), можно сделать вывод, что нефтяная промышленность лидирует. С каждым годом наблюдается рост показателей, что положительно сказывается на экономическом росте страны.

Основные нефтегазовые доходы и валютные поступления Российская Федерация получает за счет экспорта энергетических ресурсов. Роль ТЭК России также значительна на мировом рынке.

Нефтегазовые доходы страны формируются за счет трех элементов: НДПИ в части углеводородного сырья (нефть, газ, газовый конденсат), НДД и вывозные таможенные пошлины на нефть, газ и товары, выработанные из нефти. При этом НДПИ и НДД входят в состав статей налоговых доходов, а экспортные пошлины относятся к доходам от внешнеэкономической деятельности. [2]

В период с октября 2021 год по август 2022, своего рекордного значения нефтегазовые доходы достигли в апреле 2022 года, составив 1797,1 миллиард рублей. Однако, после апреля 2022 года нефтегазовые доходы упали более чем в 2 раза. Это связано с введением четвертого и пятого пакетов санкций против РФ: "Совет ЕС запретил новые инвестиции в российский энергетический сектор, а также ввел всеобъемлющие ограничения на экспорт оборудования, технологий и услуг для энергетической отрасли. Еврокомиссия также пояснила, что "запрет на новые инвестиции в российском энергетическом секторе предполагает исключения для гражданской ядерно-энергетической отрасли и транспортировки определенных энергетических продуктов в ЕС". [7]

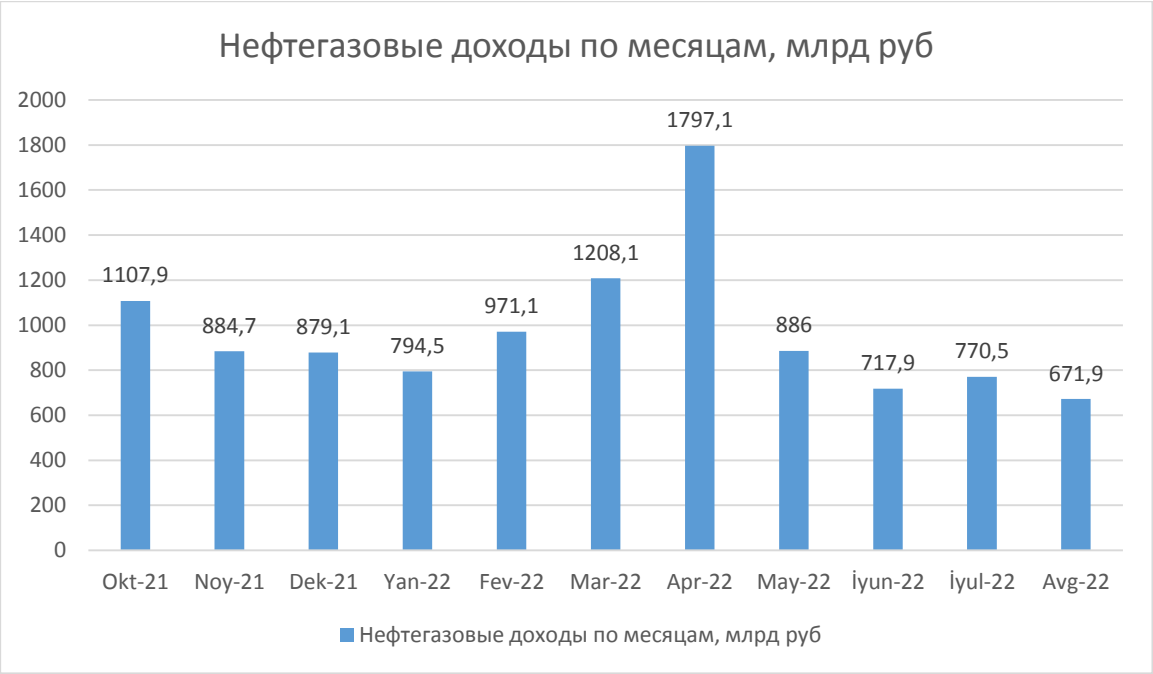


Рисунок 2. Нефтегазовые доходы России по месяцам окт.21-авг.22., млрд руб.

Санкции также коснулись «Северный поток 2» - магистральный газопровод из России в Германию через Балтийское море . 23 февраля 2022 г. на сайте Управления по контролю за иностранными активами Минфина США (Office of Foreign Assets Control, OFAC) было размещено сообщение о введении санкций против Nord Stream 2 AG и ее исполнительного директора М. Варнига. Добыча природного газа в июне 2022 г. снизилась на 23,2% в годовом сравнении из-за ситуации с МГП Северный поток.

По данным РБК, запрет Евросоюза на ввоз в Россию оборудования для нефтепереработки и нефтехимии не остановит работу НПЗ, но может сказаться на сроках их модернизации. [3]

В сфере нефтепереработки основную часть запрещаемого к ввозу оборудования удастся заместить на отечественном рынке или приобрести в Китае, полагает руководитель кафедры переработки нефти в РГУ нефти и газа им. Губкина Владимир Капустин. [3]

Но Капустин считает критичными санкции ЕС на поставку оборудования для нефтехимии, особенно установок для полимеризации. «К сожалению, эти установки базируются в основном на импортных технологиях и оборудовании», — подчеркивает он.

Результаты анализа долей ТЭК в мировом экспорте выявил показатели, говорящие о сильном влиянии России на мировой рынок, в особенности, на свою экономику. При экспорте энергоресурсов Российская Федерация получает основную базу валютных поступлений страны и основную часть доходов.

Литература

1. Буранова М. А. Современное состояние и перспективы развития топливно-энергетического комплекса // Молодой ученый

2. Салина Т.К., Чайковская Д.Д. Сущность и содержание топливно-энергетического комплекса как экономической системы / Проблемы современной экономики. - 2012. - № 2. - С. 16-19.

3. Как санкции ЕС повлияют на производство бензина в России [Электронный ресурс] URL: https://www.rbc.ru/business/27/02/2022/621a3c919a794729cec516c0?ysclid=l8ovfyvklc54372830

4. Сайт Министерства финансов России. URL: http://www.minfin.ru/ru/press-center/?id_4=33133

5. Сайт федеральной службы государственной статистики. URL: Федеральная служба государственной статистики (rosstat.gov.ru)

6. Статистика внешнего сезона [Электронный ресурс] URL: Статистика внешнего сектора | Банк России (cbr.ru)

7. Четвертый пакет санкций [Электронный ресурс] URL: Четвертый пакет санкций: какие ограничения ввел ЕС против РФ - Рамблер/финансы (rambler.ru)

8. ТЭК В России: проблемы и перспективы развития [Электронный ресурс] URL: ТЭК России: проблемы и перспективы развития - Студенческий научный форум (scienceforum.ru)

XÜLASƏ
RUSİYANIN İNKİŞAFI ÜÇÜN ENERGETİK KOMPLEKSİN ƏHƏMİYYƏTİ
Şapko A.R.

***Açar sözlər**: neft sənayesi, iqtisadiyyatın neft-qaz sektoru, enerji ehtiyatları, investisiyalar, yanacaq-energetika kompleksi.*

Bu məqalədə Rusiya Federasiyasının sabit iqtisadi inkişafı üçün enerji kompleksinin əhəmiyyətindən bəhs edilir. Dayanıqlı iqtisadi artım üçün enerji böyük iqtisadi əhəmiyyət kəsb edir. Ölkənin neft və qaz ehtiyatlarından səmərəli istifadə ehtiyacı problemi bu gün də aktualdır. Məqalədə iqtisadiyyatın neft sənayesinin mövcud vəziyyəti və inkişaf tendensiyaları, neft və qaz gəlirlərinin büdcədə rolu təhlil edilir, həmçinin enerjidən istifadənin səmərəliliyinin artırılmasının vacibliyi müəyyən edilir.

SUMMARY
THE SIGNIFICANCE OF THE ENERGY COMPLEX FOR THE ECONOMIC DEVELOPMENT OF RUSSIA
Shapko A.R.
Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

***Key words**: oil industry, oil and gas sector of the economy, energy resources, investments, fuel and energy complex.*

This article discusses the importance of the energy complex for the stable economic development of Russia. Energy is of great economic importance for sustainable economic growth. The problem of the need for the effective use of the country's oil and gas resources is relevant to this day. The article analyzes the current situation and development trends of the oil industry of the economy, the role of oil and gas revenues in the budget, as well as identifying the importance of improving the efficiency of energy use.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Гиниятуллина Л.Р., Корбанова Ч.С., Юнусова Л.И., Валеева Ю.С. , Галимова Э.И.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация
lginiyatullina27@bk.ru, chulpan.korbanova@yandex.ru , liana_yunusova_03@mail.ru, valis2000@mail.ru

***Ключевые слова**: цифровизация, электроэнергетика, энергетический сектор, цифровая трансформация, цифровые тенденции.*

Цель исследования - дать обзор цифровизации электричества. Тема исследования — цифровизация электричества, тема исследования — электричество, тема исследования — процесс цифровой трансформации. Основой исследования является комплексное применение процесса цифровизации в энергетике. Методы исследования - идеализация и абстрагирование, анализ и синтез, индукция и дедукция, методы классификации.

Цифровая электроэнергетика считается значимой составляющей цифровой экономики будущего. Предполагается то, что ранее в кратковременной возможности цифровизация даст возможность компаниям электроэнергетического комплекса Российской федерации повысить прибыли в 3-4% и сформирует прочный задел с целью предстоящего стабильного увеличения. Одной из более важных трудностей, призывающей высококачественных перемен в области электроэнергетики обуславливается неравномерностью распределения источников энергии и образующейся необходимостью в применении электроэнергетики в абсолютно всех регионах.

Основная цель – цифровизация электроэнергетики через создание высокотехнологических и инновационных решений с учетом сетецентрического расклада и онтологической модели деятельности, обеспечивающих стабильную и надежную работу распределительных электросетей, гибкость, открытость и адаптивность к новым предметам и участникам рынка .

Задачи, которые нужно решить, в цели цифровизации электроэнергетики:

-устройство цифровых подстанций;

-конструкция самовосстанавливающейся системы, подключающая в себе методы распределенной автоматизации воздушных и кабельных линий, ключевыми принципами которых является автоматическое или максимально автоматизированное выделение минимально испорченных участков сети и автоматическое секционирование с дополнительными линиями;

-устройство системы интеллектуального учета электроэнергии, сочетающей функционал коммерческого диспетчера и онлайн прогноз очагов коммерческих и технических

- разработка информационно-управляющей системы управления электрической сетью, базирующейся на единой модели сети в согласовании с требованиями приложений DMS/

SCADA/OMS/WFM и стандартов МЭК 61970/61968 (CIM-модель);

-создание на уровне территориальной сетевой компании Центра управления сетями (ЦУС), снабжающего лучшее деятельность оперативно-технологического управления электросетями с использованием цифровых технологий;

-создание на электросетевом уровне компании подразделений по разработке и эксплуатации цифровых научно-технических систем, сочетающих схемы Big Data и tificial Intelligence

Тенденции развития энергосистем в мире вынуждают их к «цифровому переходу» – фундаментальной замене внутренней архитектуры и управления. «Цифрой» называется базовая доля архитектуры 4 промышленной революции – так именуемая «Индустрия 4.0». В базе цифрового перехода находится трансформация с классических модификаций к новейшим, использующим существенные размеры расчисленной генерации (в этом количестве восстанавливаемых ключей энергии – ВИЭ) и накопителей. Рынки становятся рассредоточенными, инфраструктура интеллектуальной, а покупатели передаются к активным модификациям поведения. Цифровизация энергетики потребует исследования и обширного использования сквозных технологий, в этом количестве индустриального интернета, компонентов робототехники. Рост старения основных денег и динамика спроса в электрическую энергию устанавливают начало нового 441 инвестиционного цикла в русской электроэнергетике в 2022-2025 годах.

В настоящее время препятствиями на пути цифровизации энергетического сектора приходит недостаток способности заниматься с цифровыми технологиями. В большинстве энергетических компаниях дефицит персонала с опытом работы с цифровыми технологиями. В отсутствие отраслевых профессионалов осуществление планов цифровых преобразований отраслей ТЭК продвигается медленно, это требует с российской системы подготовки кадров выявления и определения новых, в том числе методических, технических, организационных направлений и возможностей по обеспечению формирования этот этап приходит важным условием для подъема конкурентоспособности в экономике региона. На сегодняшний день большинство государств не сумели выработать преобразования в электроэнергетике, что является проблемой в развитии промышленности.

Изучение препятствий в процессе цифровизации обязано стать одним из объективных условий развития государственной экономики и мировой социально-экономической сферы. Из этого следует, что устройство прогрессивного электроэнергетического рынка должна учитывать массовые тренды времени в соответствии с энергетическим потенциалом. уместное решение глобальных экономических задач – это будущее электроэнергетики в условиях цифровой трансформации.

Цифровизация экономики относится в первую очередь к сфере услуг, она определяется закономерными процессами, происходящими в ней, которые указываются в исследованиях. Цифровизация создает распределенные энергетические системы, которые масштабируются от нескольких заводов до единой сети с тысячами возобновляемых источников энергии.

Цифровизация энергосистем имеет ряд преимуществ, таких как:

- снижение текущих и капитальных затрат на реконструкцию и развитие системы;
- снижение затрат на ремонт и обслуживание и увеличение срока службы оборудования;
- Повышение производительности труда персонала.

Ожидается, что основными результатами цифровизации электроэнергетики станут: улучшение эффективности, создавая прочную основу для дальнейшего развития бытового топливно-энергетического комплекса и смежных отраслей экономики.

Цифровое преобразование энергии невозможно без обширных исследований и разработок. Возникают как совершенно новые научные проблемы, так и новые аспекты традиционных проблем. Внедрение цифровых технологий требует широкого обсуждения научно-технической общественности, представителей эксплуатирующих организаций и производителей электротехнического оборудования.

Помимо автоматизации протекающих процессов и выстраивания многоканальной системы коммуникации с потребителем, цифровизация подразумевает совершенную перестройку системы внутренних процессов компании - от сокращения числа шагов и страниц документации до автоматизации принятия решений. В распределении электроэнергии основными претендентами для цифровой трансформации выступают процессы, которые намереваются большое количество повторяющихся действий: включение новых потребителей, обслуживание сети, регулирование инвестициями, предоставленными по оборудованию, потерями. Следовательно, цифровизации в первую очередь подлежат не технические системы, а внутренние бизнес-процессы, взаимоотношения между людьми, компаниями и институтами.

Цифровизация позволит увеличить надежность, качество, доступность предложения услуг по передаче электроэнергии и технологическому присоединению потребителей, образовать новую инфраструктуру для предельно успешного процесса передачи электроэнергии между субъектами электроэнергетики, а также совершенствовать конкурентноспособные рынки сопутствующих услуг.

Делаем вывод, что внедрение цифровизации в электроэнергетике дает возможность для развития диспетчеризации и малой распределенной генерации, появления «умных» функций в электрических и тепловых сетях, создания «умных» ГТУ с возможностью дистанционного управления. оказание услуг

Литература

1. Делиева А.П. Инженерная экономика и управление в современных условиях // Материалы научно-практической конференции, приуроченной к 50-летию инженерно-экономического факультета. Ответственный редактор В.В. Жильченкова. 2019. С. 438 – 443

2. Жилкина Ю.В., Воденников Д.А. На пути к цифровой энергетике (опыт внедрения цифровых технологий компаниями ТЭК России) // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. 2019. С. 248 – 256.

3. .Скидан А.А. Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации // Сборник научных трудов XV-ой Международной научно-практической конференции. 2020. С. 276¬ – 278.

XÜLASƏ
ELEKTRİK SƏNAYƏSİNDƏ RƏQƏMSALLAŞMA
Giniyatullina L.R., Korbanova Ç.S., Yunusova L.İ., Valeeva Y.S., Qalimova E.İ.

***Açar sözlər**: rəqəmsallaşma, elektrik enerjisi sənayesi, enerji sektoru, rəqəmsal transformasiya, rəqəmsal tendensiyalar*

Tədqiqatın məqsədi elektrik enerjisinin rəqəmsallaşması haqqında ümumi fikir verməkdir. Tədqiqat mövzusu elektrik enerjisinin rəqəmsallaşması, tədqiqat mövzusu elektrik enerjisi, tədqiqat mövzusu rəqəmsal transformasiya prosesidir. Tədqiqatın əsasını enerji sektorunda rəqəmsallaşdırma prosesinin hərtərəfli tətbiqi təşkil edir. Tədqiqat üsulları - ideallaşdırma və abstraksiya, analiz və sintez, induksiya və deduksiya, təsnifat üsulları

SUMMARY
DIGITALIZATION IN THE POWER INDUSTRY
Giniyatullina L.R., Korbanova Ch.S., Yunusova L.I., Valeeva Y.S., Galimova E.I.

***Keywords:** digitalization, electric power industry, energy sector, digital transformation, digital trends*

The purpose of the study is to give a general idea of the digitalization of electricity. The research topic is the digitalization of electricity, the research topic is electricity, the research topic is the process of digital transformation. The core of the study is the comprehensive application of the digitization process in the energy sector. Research methods - methods of idealization and abstraction, analysis and synthesis, induction and deduction, classification

РОЛЬ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ЭКОНОМИКЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Байдуганова К.В.
Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа, Российская Федерация
0504003@mail.ru

***Ключевые слова**: топливно-энергетический комплекс, нефтегазовая промышленность, добыча, экспорт, доходы федерального бюджета.*

В данной статье представлен анализ нефтегазовой промышленности, которая является одной из составляющих топливно-энергетического комплекса. Рассмотрены объемы добычи, структура доходов федерального бюджета, экспорт энергоресурсов, определены ведущие нефтяные компании России и их деятельность. Выявлена доля нефтегазовых доходов в бюджете Российской Федерации. Полученные данные помогли сделать вывод о значении нефтегазового сектора в экономике России и ее влияние на стабильное функционирование и развитие национальной экономики.

Из года в год человечество придумывает что-то новое, совершенное, что смогло бы улучшить и облегчить нашу жизнь. Изменениям подвержена также сфера энергетики. Люди находят и изобретают новые источники, которые бы смогли обеспечить необходимой энергией. Но все же

основную роль в энергообеспечении на данный момент играют топливные ресурсы. Топливно-энергетический комплекс (ТЭК) является важнейшей составляющей национальной экономики, оказывает значительное влияние на социально-экономическое состояние общества, конкурентоспособность экономики страны, инновационное развитие.

Деятельность комплекса подразумевает решение следующих задач: первая – обеспечение населения и экономику всеми видами энергии; вторая – обеспечение бюджета страны за счет экспорта энергоресурсов, среди которых первостепенным значением обладают нефть и газ.

Среди топливно-энергетических ресурсов особое место в экономике России занимают нефть и природный газ. Данная группа имеет преимущество в международной торговле, поэтому Российская Федерация играет ключевую роль на мировом рынке энергетических ресурсов [2].

Таблица 1.

Добыча и экспорт нефти и газа в РФ [4,10].

	2017	2018	2019	2020	2021
добыча нефти (млрд. тонн)	546,8	555,8	560,2	512,7	524,0
нефть экспорт (млрд. тонн)	252,8	260,6	269,2	238,6	229,9
доля экспорта в добыче нефти	46,2%	46,9%	48,1%	46,5%	43,9%
добыча газа (в млн. куб. м.)	691,1	725,4	738,0	692,3	762,3
газ экспорт (в млн. куб. м.)	213,0	223,0	220,6	202,5	203,5
доля экспорта в добыче газа	30,8%	30,7%	29,9%	29,9%	26,7%

По данным «Statistical Review of World Energy 2022», British Petroleum по объему добычи нефти РФ стабильно занимает второе место среди нефтедобывающих стран, уступая США [1]. Ежегодно более 12% всей добываемой нефти осуществляется Россией. В 2021 году российские компании увеличили добычу по сравнению с 2020 годом на 2,2% (524 млн. тонн). В этом же году наибольший объем добычи нефти (170,73 млн. т.) зафиксировала компания «Роснефть», что составило почти 33% от общего объема добычи в стране. Второй крупной компанией «Лукойл» было добыто 75,73 млн. т. – 14,4%. «Сургутнефтегаз» стала третьей компанией по объему добычи нефти в России, которая извлекла 55,45 млн. т., доля которой составила 10,6%. Другими крупными нефтедобывающими компаниями, осуществляющие свою деятельность на территории РФ, являются: «Газпром нефть», «Татнефть», «Башнефть» и другие [4,8].

В 2021 году РФ обладала доказанными запасами нефти в объеме 80 000 млн. баррелей, занимая 8 позицию в мировом рейтинге. Лидирующими странами по запасам нефти стали: Венесуэлла (303.81 млрд. бар.), Саудовская Аравия (258.6 млрд. бар.), Иран (208.6 млрд. бар.) и другие [3].

В добыче газа РФ занимает лидирующие позиции. На протяжении трех лет процент к мировому объему добычи газа составлял 16,5-18,9%. В 2021 году доля РФ как газодобывающей страны повысилась более чем на 2% по сравнению с предыдущим годом [1]. Лидером по добыче газа по-прежнему остается «Газпром». В 2021 году компания извлекла 67,5% от общего объема добытого газа в России, что составило 514,8 млрд м^3. Наибольшей долей добытого газа также обладает компания «НОВАТЭК», достигнув объема добычи в 77,2 млрд м^3 (10,1%), и «Роснефть» - 42,8 млрд м^3 (5,6%). Другими крупными компаниями, осуществляющие свою деятельность на территории РФ также являются «Газпром нефть», «ЛУКОЙЛ», «Сургутнефтегаз» и другие [4,8].

В бюллетене ОПЕК за 2021 года представлен рейтинг стран по запасам природного газа, данные в которой указаны на конец 2020 года. Российская Федерация занимает первое место с запасом в объеме 48 938 млрд м^3, обгоняя по данному показателю Иран, Катар и другие страны [6].

Распространено мнение, что отрасль нефти и газа полностью находиться в руках государства, но это ошибочное утверждение. Например, государство владеет лишь более 50% акций «Газпрома», а остальная часть находится в обращении на фондовом рынке. Аналогичная ситуация и в компании «Роснефть». Около половины акций принадлежат инвесторам по всеми миру. Таким образом компании расширяют источники инвестирования, тем самым улучшая свою деятельность.

Наиболее рентабельной нефтяной компании РФ является «Газпром», занимающая первую позицию в рейтинге RAEX-600. В 2021 году коэффициент рентабельности составил 13,7%, что на 4,3% меньше предыдущего года. Согласно данному рейтингу на следующих позициях расположились следующие компании: «ЛУКОЙЛ», «Роснефть», «Сургутнефтегаз», «Татнефть», «НОВАТЕК» и другие [6].

По данным ФТС России и Росстата в указанный период экспорт нефти был наибольшим в 2019 году и составил 48,1% от добычи нефти в России, которая в данный год тоже была наибольшей [10]. Резкое сокращение добычи нефти в 2020 году было вызвано сокращающимся объемом добычи нефти по соглашению ОПЕК+. Более чем на 11% сократился и экспорт нефти, таким образом доходы в соответствующий год претерпели сильных изменений в отрицательную сторону. В 2021 году стране удалось увеличить объем добычи, но экспорт и его доля в добыче сократилась по сравнению с предыдущим годом.

С 2017 по 2021 год наблюдается постепенное сокращение доли экспорта в добыче газа, несмотря на увеличение добычи и ее рекордное значение за 5 лет в 2021 году (762,3 млрд м^3). 10%-ое увеличение добычи газа в 2021 году незначительно увеличило его экспорт.

РФ поставила нефть в 2020 году 39 странам, а в 2021 – 36. С 2017 года крупным покупателем «черного золота» России является Китай. В 2021 году страна закупила нефть на сумму 34,9 млрд. долларов в объеме 70,1 млн. тонн, что соответствует 30,6% от общего объема экспорта. Также крупные закупки произвели Нидерланды (37,4 млн. тонн), Германия (19,2 млн. тонн) и другие [5,6].

Российский газ в 2021 году был приобретен Германией в объеме 26,8 млрд. куб. м. (23,7%), Турцией – 26,8 млрд. куб. м. (13,2%), Белоруссией – 19,8 млрд. куб. м. (9,7%). Данные страны выступают в качестве основных стран-импортеров российского газа [5,6].

Нефтегазовая промышленность является одним из наиболее важных компонентов развития национальной экономики и ее стабильного функционирования. Российская Федерация является крупным экспортером нефти и газа, поэтому является одним из основных источников доходов федерального бюджета.

Таблица 2.

Нефтегазовые доходы в структуре федерального бюджета РФ в 2017-2021 гг. (млн. руб.) [7,11].

	2017	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
ВВП	91 843 154,2	103 861 651,1	109 608 305,7	107 390 333,3	131 014 989,2
доходы	15 088 914,8	19 454 369,0	20 188 796,8	18 719 089,9	25 286 377,6
в % к ВВП	16,4	18,7	18,4	17,4	19,3
нефтегазо-вые доходы	5 971 901,7	9 017 774,5	7 924 250,8	5 235 245,0	9 056 506,7
% в доходе	39,6	46,4	39,3	28,0	35,8
в % к ВВП	6,5	8,7	7,2	4,9	6,9
ненефтегазо-вые доходы	9 117 013,1	10 436 594,5	12 264 546,0	13 483 844,9	16 229 870,9
в % к ВВП	9,9	10,0	11,2	12,6	12,4

По данным счетной палаты РФ нефтегазовый сектор занимает значительную часть в федеральном бюджете. В 2018 году сектор охватывал наибольшую долю в доходах федерального бюджета в рассматриваемый период и составил 46,4%. В 2019 и 2020 годах происходило уменьшение доли данной промышленности в структуре доходов федерального бюджета до 28%, а также сокращались нефтегазовые доходы на 12,1% и 33,9% по сравнению с предыдущим годом. Но в 2021 году произошло увеличение доли в государственном доходе почти до 36%, и повышение денежных ресурсов на 73%, которые составили 9 056 506,7 млн. руб. и зафиксировали наибольшую сумму за данный период.

На объем нефтегазовых доходов в первую очередь оказывают влияние следующие факторы: среднегодовая цена на нефть и цена на экспортируемый природный газ, курс доллара США по отношению к рублю. На наибольший рост доходов в 2021 году повлияло увеличение средней цены нефти марки Urals до 69 долларов США за баррель и увеличение средней экспортной цены газа до 281,81 долларов США за тыс. м^3, а также рост среднего курса доллара к рублю. Цена нефти и газа в размере 70,01 и 223,11 долларов США соответственно, оказали влияние на такой же большой доход в 2018 году. В 2020 средняя цена нефти составила 41,73 долларов США, а газа – 126,84 долларов США, что характеризует наименьший показатель за рассматриваемый период. Таким образом, доход от нефтегазовой промышленности сильно зависит от цен на ресурсы, которые в свою очередь изменяются под влиянием добычи, спроса, курса валют, цены нефти сорта Brent, сроки поставки, мировые кризисы, решения ОПЕК и другого [9,10].

Подводя итог, можно сказать, что нефтегазовый сектор оказывает значительное влияние на развитие экономики страны и формирование федерального бюджета. Под влиянием различных факторов, с которыми сталкивается наша страна, сектор не утратил свое влияние и продолжает развиваться. Нефтегазовая промышленность постоянно совершенствуется, тем самым выступает источником финансирования государственного бюджета. Благодаря данному источнику в России могут развиваться другие отрасли, принося в будущем доходы. Отрасль обеспечивает 2/3 экспортных доходов, более 40% налоговых доходов и около 30% ВВП. Поэтому активное развитие данной отрасли является важным стратегическим действием, условием конкурентоспособности. Нефтегазовая промышленность России конкурента на мировом рынке. Энергетические ресурсы пользуются спросом за рубежом. Таким образом, устойчивость нефтегазового сектора, связь с государством, рентабельность образуют его привлекательность для инвестиционных вложений, что оказывает сильное воздействие на развитие национальной экономики.

Литература

1. Statistical Review of World Energy 2022. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf (Дата обращения: 20.09.2022)
2. Википедия – свободная энциклопедия: сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/ (Дата обращения 19.09.2022).
3. Глобальная экономика, мировая экономика. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.theglobaleconomy.com/ (Дата обращения: 20.09.2022)
4. Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС) : официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.fedstat.ru/ (Дата обращения: 23.09.2022).
5. Новости Башкортостана – РБК: официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ufa.rbc.ru/ (Дата обращения: 24.09.2022).
6. Новости России и мира: сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.mk.ru/ (Дата обращения: 24.09.2022).
7. Оперативный доклад – 2021 год. Счетная палата Российской Федерации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ach.gov.ru/audit/oper-2021 (Дата обращения: 24.09.2022)
8. Портал для недропользователей: официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dprom.online/ (Дата обращения: 20.09.2022)
9. Федеральная служба государственной статистики : официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://rosstat.gov.ru/ (Дата обращения: 25.09.2022).
10. Федеральная таможенная служба: официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://customs.gov.ru/statistic/vneshn-torg (Дата обращения: 26.09.2022).
11. Центральный банк Российской Федерации : официальный сайт. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cbr.ru/ (Дата обращения: 21.09.2022).

XÜLASƏ

RUSİYA FEDERASİYASININ İQTİSADİYYATINDA NEFT-QAZ SƏNAYESİNİN ROLU

Bayduqanova K.V.

***Açar sözlər**: yanacaq-energetika kompleksi, neft-qaz sənayesi, hasilat, ixrac, federal büdcənin gəlirləri.*

Məqalədə yanacaq-energetika kompleksinin tərkib hissələrindən biri olan neft-qaz sənayesinin təhlili təqdim olunur. Hasilat həcmləri, federal büdcə gəlirlərinin strukturu, enerji resurslarının ixracı nəzərdən keçirilmiş, Rusiya Federasiyasının aparıcı neft şirkətləri və onların fəaliyyəti müəyyənləşdirilmişdir. Rusiya Federasiyası büdcəsində neft-qaz gəlirlərinin payı aşkar edilmişdir. Əldə edilən məlumatlar Rusiya Federasiyası iqtisadiyyatında neft-qaz sektorunun əhəmiyyəti və onun milli iqtisadiyyatın sabit fəaliyyətinə və inkişafına təsiri barədə nəticə çıxarmağa kömək etdi.

SUMMARY

THE ROLE OF THE OIL AND GAS INDUSTRY IN THE ECONOMY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Baiduganova K.V.

***Keywords:** fuel and energy complex, oil and gas industry, production, export, federal budget revenues.*

This article presents an analysis of the oil and gas industry, which is one of the components of the fuel and energy complex. The volume of production, the structure of federal budget revenues, the export of energy resources are considered, the leading oil companies of Russia and their activities are identified. The share of oil and gas revenues in the budget of the Russian Federation is revealed. The data obtained helped to draw a conclusion about the importance of the oil and gas sector in the Russian economy and its impact on the stable functioning and development of the national economy.

ENERJİ TƏHLÜKƏSİZLİYİ MİLLİ TƏHLÜKƏSİZLİYİN ƏSASI KİMİ

Əmirov İ.B., Mirzəbəyov A.Ə.
Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan
imran_amirov@mail.ru

Açar sözlər: *enerji, neft, qaz, iqtisadiyyat, bərpa olunan enerji, milli təhlükəsizlik, əməkdaşlıq*

Hazırlanan məqalədə əsas məqsəd ölkəmizin milli təhlükəsizliyinin təmin edilməsində energetika sənayesinin, xüsusilə elektrik enerjisi istehsalının əhəmiyyətini şərh etməkdən ibarət olmuşdur. Beynəlxalq miqyasda yaşanan enerji böhranlarının aradan qaldırılması fonunda ölkəmizdə enerjiyə olan tələbatın tam ödənilməsi, həm də Azərbaycanın enerji ixrac edərək xarici ölkələrin tələbatlarının təmin edilməsi məsələlərinə toxunulmuşdur.

Bazar münasibətlərində bərpa olunan enerji istehsalının həyata keçirilməsilə əlaqədar xarici şirkətlərlə aparılan danışıqlar və bu istiqamətdə layihələrin reallaşdırılması dövlətimizin milli təhlükəsizliyinin daha da gücləndirilməsinə zəmin yaratması məqalədə xüsusi vurğulanır.

Özünün müstəqilliyini əldə edən Azərbaycan Respublikası (AR) iqtisadiyyatının inkişaf etdirilməsində əsas şərtlərdən biri ölkənin təhlükəsizliyinin təmin edilməsindir. Ölkə iqtisadiyyatının təhlülkəsizliyi öncə iqtisadiyyatın inkişafının elə bir səviyyədə olması ilə bağlıdır ki, bu dövlətimizin maraqlarına uyğun təsərrüfatçılığın və dövlətin ərazisinin müdafiə qabiliyyətinin lazımi səviyyədə saxlanılmasına şərait yaratmış olsun [1, s.172].

Beynəlxalq iqtisadi əlaqələrə inteqrasiya edən müstəqil dövlətimiz özünün iqtisadi mənafelərinə uyğun milli təhlükəsizlik strategiyasını gerçəkləşdirməkdədir. Balanslı sosial-iqtisadi inkişafa önəm verən AR-nın özünün milli iqtisadi təhlükəsizlik strategiyasını formalaşdırmaqla onun məqsəd və vəzifələrini müxtəlif istiqamətlərdə yerinə yetirməkdədir. İqtisadi, ekoloji, mədəni, elmi-texniki, enerji, innovasiya, sosial, siyasi, hərbi və s. istiqamətlər milli təhlükəsizliyin əsas istiqamətləri kimi çıxış edir. Adı çəkilən iqtiqamətlər sırasında enerji təhlükəsizliyi özünəməxsus əhəmiyyətə malikdir. Hazırda Azərbaycan elə ölkələrdəndir ki, burada 4 mühüm məhsul növü: xam neft, təbii qaz, neftdən emal edilən digər məhsul növləri və elektrik enerjisi istehsal olunur. Respublikamız indiki gündə nəinki bu məhsul növləri üzrə özünün daxili tələbatını tam ödəyir, hətta göstərilən məhsul növlərini xaricə ixrac edir. Bu da AR-nın enerji təhlükəsizliyinin tam təmin edilməsini bir daha təsdiqləyir.

Dünyada əhalinin sayının davamlı olaraq artması, atom və kömürlə fəaliyyət göstərən elektrik stansiyalarının bağlanması ilə əlaqədar olaraq enerjiyə olan tələbatın çoxalması davam etməkdədir. Bu səbəbdən də AR enerji növlərinin istehsalının artırılması ilə bağlı fəaliyyətlərini genişləndirməkdədir. Digər tərəfdən dünyada gedən qlobal istiləşmə, enerji böhranı və siyasi münasibətlərin gərginləşməsi başqa ölkələr kimi Azərbaycanı da bərpa olunan enerji növlərinin istehsalına keçməyə sövq edir. Hazırda digər dövlətlərə enerji ixracı ilə tanınan AR bu ölkələrin enerji təhlükəsiziliyinin təminatında olduqca mühüm rol oynamaqdadır.

Dövlətimizin qarşısında dayanan mühüm vəzifələrdən də biri alternativ enerji mənbələrindən effektli istifadə edilməsi probleminin həll edilməsidir. Alternativ enerji mənbələrindən də biri külək enerjisidir. AR-nın iqlim şəraiti, eləcə də ölkə ərazisində mövcud əlverişli mühitin olması külək elektrik enerjisinin istehsalına imkanlar yaradır. Hazırda dövlətimizin qarşısında duran mühüm vəzifələrdən biri bu enerji növünün istehsalını artıqmaq və bununla bağlı olaraq qabaqcıl ölkələrlə səmərəli əməkdaşlıq etməkdən ibarətdir. Səudiyyə Ərəbistanın Krallığının "ACWA Power" şirkətinin 240 MVt gücə malik "Xızı-Abşeron" Külək Elektrik Stansiyasının (KES) tikintisinə (13.01.22) start verilmişdir. Qeyd olunmalıdır ki, göstərilən şirkət bu KES-in tikintisini xarici sərmayədarların vəsaiti sayəsində başa çatdırması nəzərdə tutulur. Bu layihənin həyata keçirilməsi ölkə əhalisinin artan enerji tələbatını daha dolğun ödəməyə təminat verəcəkdir.

Hazırda dünya ölkələri, xüsusilə Almaniya bərpa olunan enerji istehsalı sahəsində öncül mövqelərdən birindədir. "Energivende" adlandırılmaqla bərpa olunan enerji mənbələrinə Almaniya artıq uzun müddətdir ki, keçid etmişdir. Adı çəkilən enerji mənbələrindən səmərəli istifadə edilməsi məqsədilə dövlət və özəl sektor, vətəndaş cəmiyyətilə elm və bir çox sahələr qarşılıqlı əlaqədar fəaliyyət göstərməkdədirlər. Növbəti illərdə, konkret desək 2030-cu illərə qədər bu ölkədə artıq nəqliyyat və yaşayış mənzillərində evlərin istiliklə təminatı böyük həcmdə enerji tələb edəcəkdir. Məhz bu dövrdə enerji təminatının ⅓ hissəsinin bərpa olunan enerji mənbələrinin hesabına ödənilməsi üçün xüsusi proqram qəbul edilmişdir. Bir sözlə, nəzərdə tutulan dövrə qədər (2030) ölkədə enerji tələbatın 50%-dən çoxunun bərpa olunan enerjinin istehsalı hesabına ödənilməsini dövlət hədəfində saxlayır. Bu ölkədə aparılan sorğu onu deməyə əsas veriri ki, əhalinin 90%-dən çoxu neftdən və atom enerjisində istifadə olunmasını məqbul hesab

etmir. Ona görə də "Yaşıl enerji" estafedasına Almaniya önəm verməklə artıq gələn ildən tikinti sektorunda yeni tikililərə günəş panellərinin quracdırılacağını planlaşdırır [2].

Beynəlxalq miqyasda gedən geosiyasi proseslərin fonunda ölkəmiz özünün enerji təhlükəsizliyini qoruyub saxlamaqla respublikamızın milli və iqtisadi təhlükəsizliyini daha da gücləndirməkdədir. AR da "Yaşıl enerji" mənbələrindən istifadə edilməsi sahəsində potensiala malikdir. Energetika sənayesində həm külək, həm də günəş enerji mənbələrindən istifadə etməklə ətraf mühitin qorunması gücləndiriləcəkdir. Təbii mühitin qorunmasınan nəzərə almaqla ölkə başçısının təşəbbüsü ilə işğaldan azad edilən ərazilərimizin 10000 km^2-inin "yaşıl enerji" zonası elan edilməsi, eləcə də Cəbrayılda 240 meqavat enerji istehsal edən Günəş ES-nın yaradılması ilə bağlı danışıqlar gedir. Aparılan təhlillər onu göstərir ki, ölkə ərazisinin azad olunan torpaqlarında 10000 meqovat bərpa olunan külək və günəş elektrik enerjisi istehsal oluna bilər. Ölkəmizin uğurlu inkişafında və enerji sahəsində artan tələbatın ödənilməsində bundan faydalanmaq enerji təhlükəsizliyimizi daha da güclü edəcəkdir [3].

Hazırda AR-da alternativ enerji mənbələrindən istifadə edilməsi istiqamətində mühüm işlər görülməkdədir. Qarabağ və Zəngəzur rayonlarında "yaşıl enerji" sahəsinin yaradılması ilə bağlı razılaşmalar, BƏƏ, İngiltərə və digər ölkələrin təşkilatları ilə iqtisadi əlaqələrin qurulması deməyə əsas verir ki, yaxın gələcəkdə alternativ enerji mənbələrindən istifadə olunması istiqamətində də mühüm addımlar atılacaqdır.

Azərbaycanda sosial-iqtisadi inkişafın həyata keçirilməsində dəstək göstərən və əməkdaşlıq edən beynəlxalq qurumlardan da biri Avropa Yenidənqurma və İnkişaf Bankıdır (AYİB). İndiki günədək AYİB tərəfindən AR iqtisadiyyatına 181 layihənin gerçəkləşdirilməsinə 3,7 mlrd.€-ya yaxın sərmayə qoyulub. Bank nümayəndələrinin iştirakı ilə keçirilən rəsmi görüşlərdə energetika, xüsusən bərpa olunan enerji istiqamətində mövcud imkanlardan istifadə olunması üzrə müzakirələr aparılır.

Bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadə sferasında əməkdaşlıq edən xarici şirkətlərdən biri də BP şirkətidir. AR-nın dövlətilə aparılan danışıqlarda BP şirkətinin erməni vandallarından azad edilmiş ərazilərimizdə bərpa olunan enerjinin istehsalında dəstək göstərməsi olduqca əhəmiyyətlidir. Aparılan danışıqlarda bərpa edilən enerji istehsalının gələcəyin biznesi olduğu vurğulanır. Hazırda bu şirkətlə ölkəmizdə yeni mümkün layihələrin həyata keçirilməsi imkanları və bu sahədə mütəxəssilərin çatışmamazlığı problemi müzakirə olunur [4, s.4].

Beləliklə, dövlətçiliyimizin möhkəmləndirilməsi və ölkəmizin iqtisadi potensialının gücləndirilməsi məqsədilə milli təhlükəsizliyin, xüsusilə enerji təhlükəsizliyimizin təmin olunması olduqca vacibdir. AR-da sosial-iqtisadi inkişafın, siyasi sabitliyin və əlverişli investisiya mühitinin yaradılması alternativ enerji mənbələridən geniş istifadə olunmasına imkanlar yaradır. AR-nın neft və qaz ixracatından gəlirlərin müvafiq olaraq 60% və 300%-dən çox artması bir daha dövlətimizin cari ilədə iqtisadi potensialının artmasından xəbər verir. Energetika Nazirliyinin məlumatına əsasən hazırda 8 az ərzində neftlə qaz ixracatından AR-nın əldə etdiyi gəlir 24,3 milyard manat təşkil etməsi alaternativ enerji mənbələrindən istifadə olunması üzrə layihələrin reallaşdırılmasına sürətli təkan verə bilər.

Ədəbiyyat

1. Əhmədov M.A., Hüseyn A.C. Dövlətin iqtisadi siyasəti, Dərs vəsaiti "İqtisad Universiteti" Nəşriyyatı, Bakı 2011 s.220

2. Seyidov V. "Yaşıl enerji": Almaniya bərpa olunun enerji mənbələri sferasında liderlik edir. https://azertag.az/xeber/Yasil_enerji_Almaniya_berpa_olunan_enerji_menbeleri_sferasinda_liderlik_edir-2131337 istinad tarixi 20.09.22

3. https://azpolitika.info/?p=659276 Elektron resurs, istinad tarixi 19.09.22

4. Aslanbeyli B. BP ведет переговоры с Азербайджаном о новых проектах в сфере ВИЭ İqtisadiyyat q/t 5-11 may 2022 s.4 "Azərmedia" MMC

РЕЗЮМЕ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ КАК ОСНОВА НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Амиров И.Б., Мирзабеков А.А.

***Ключевые слова**: энергетика, нефть, газ, экономика, возобновляемые источники энергии, национальная безопасность, сотрудничество.*

Основной целью статьи было обоснование важности энергетики, особенно производства электроэнергии, в обеспечении национальной безопасности нашей страны. На фоне ликвидации энергетических кризисов, пережитых в международном масштабе, были затронуты вопросы полного удовлетворения потребности в энергии в нашей стране, а также удовлетворения потребностей зарубежных стран за счет экспорта энергоресурсов Азербайджана. В статье особо выделены переговоры с зарубежными компаниями относительно внедрения производства возобновляемой энергии в

рыночные отношения и реализации проектов в этом направлении, что закладывает основу для дальнейшего укрепления национальной безопасности нашего государства.

SUMMARY
ENERGY SECURITY AS A BASIS OF NATIONAL SECURITY
Amirov İ.B., Mirzabekov A.A.

Keywords: *energy, oil, gas, economy, renewable energy, national security, cooperation*

The main goal of the prepared article was to comment on the importance of the energy industry, especially electricity production, in ensuring the national security of our country. Against the background of the elimination of the energy crises experienced on an international scale, the issues of fully satisfying the energy demand in our country, as well as meeting the needs of foreign countries by exporting energy of Azerbaijan, were touched upon.

Negotiations with foreign companies regarding the implementation of renewable energy production in market relations and the realization of projects in this direction are specially emphasized in the article, which lays the foundation for further strengthening of the national security of our state.

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА КАЗАХСТАНА: (ИСТОРИЯ, СТАНОВЛЕНИЕ, ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ)

Султангалиева А.С., Кульжанов Д.У., Яшков В.А.
НАО Атырауский Университет Нефти и Газа им. С. Утебаева , г. Атырау Казахстан
anar.sultangalieva@mail.ru, d.u.kulzhanov@mail.ru,, yashkov2409@mail.ru

Ключевые слова: *план ГОЭЛРО, электроэнергетика, электрические станции, электроэнергия, мощность.*

В статье представлена история, развитие и современное состояние электроэнергетики Казахстана. Выделено 5 периодов развития электроэнергетики за период 1917-1990 гг. И дана характеристика этих периодов. Основной материал статьи посвящен развитию электроэнергетики в период независимости Казахстана. В перспективе ожидается увеличение выработки электроэнергии, ввод новых мощностей, строительство воздушных линий сверхвысокого напряжения. Представлены основные проблемы электроэнергетики Казахстана.

По данным [7], на территории современного Казахстана первые электростанции появились в конце XIX в., в основном они работали на предприятиях горнорудной промышленности, которыми владели концессионеры. Так, на Рудном Алтае французскими концессионерами в 1892 г. на небольшой речке Березовке недалеко от Зыряновского рудника была построена гидроэлектростанция мощностью 180 кВт. Эта ГЭС, по данным , является первой и в крае и в России.

В 1901-1903 гг. для производства электроэнергии появляются первые паровые мельницы. Они использовались для целей освещения и в качестве двигательной силы. Суммарная мощность всех имевшихся 55 установок в 1916 г. составила всего 180-190 кВт.

Состояние электроэнергетики дореволюционного Казахстана можно охарактеризовать так:

- электрические станции имели небольшие мощности, около 75 % из них принадлежали владельцам предприятий горнозаводской и топливной промышленности - в основном концессионерам;
- в 1916 г. электроэнергию потребляли всего лишь 1-1,5 предприятий, и даже их нельзя считать в полном смысле электрифицированными;
- в сельском хозяйстве электроэнергия практически не применялась;
- суммарная мощность всех электрогенерирующих установок края в 1913 г. составила 2,5 тыс. кВт, а выработка 1,3 млн кВт-ч, что по отношению к стране в целом составляло по мощности 0,22 %, по производству электроэнергии - 0,06 %, на душу населения приходилось 0,23 кВт-ч, т. е. в 50 раз меньше, чем в средней по всей России.
- электрическое освещение предприятий, домов, улиц, вокзалов, почтово-телеграфных контор, кинотеатров, типографий, хотя в небольших масштабах и в редких случаях, вносило элементы культуры быта в жизнь городского населения, внедрение электросилового оборудования на предприятиях показало исключительную его важность для повышения производительности труда и в этой связи необходимость развития электроэнергетики;

В. И. Ленин считал развитие энергетики и электрификации страны ключевой задачей. Под его непосредственным руководством в 1920 г, был составлен план электрификации России (ГОЭЛРО).

К деятельности комиссии было привлечено 200 специалистов

В комиссию вошли представители науки, которые хорошо знали Казахстан:

Генрих Осипович Графтио, гидростроитель, доклад «О белом угле Алтая» (гидроресурсы р. Убы 45 тыс. кВт).

Владимир Афанасьевич Обручев, геолог-географ, доклад «О развитии промышленности на Алтае» (Экибазтуз и Риддер, как важные центры полиметаллической и каменноугольной промышленности).

Леонид Константинович Рамзин, теплотехник, впоследствии создатель прямоточного котла, в его докладе была особенно отмечена перспективность освоения Карагандинских коксующихся углей для металлургии страны и необходимость разработки Экибастузского угольного месторождения.

Обсуждение плана ГОЭЛРО. Слева направо: К.А. Круг, Г.М. Кржижановский, Б.И. Угримов, Р.А. Ферман, Н.И. Вашков, М.А. Смирнов

В плане ГОЭЛРО по Казахстану было предусмотрено:

1. Учет и восстановление разрушенного гражданской войной энергетического хозяйства.

2. Изучение энергетических ресурсов.

3. Электрификация Рудного Алтая, в связи с этим исследование его гидроэнергоресурсов.

В плане установлена очередность электрификации отдельных регионов и городов. Так, к первой очереди относились Алтай, Эмбинские нефтепромыслы, Павлодар, Петропавловск.

План был рассчитан на 10-15 лет. Для Казахстана в нем были ориентировочно предусмотрены 21 станций (5 ГЭС, 5ЭС, 11 смешанных станции). За счёт этих станций в начале 30-х годов в республике начали строиться предприятия.

Предусмотренные в плане ГОЭЛРО по Казахстану программы подготовки и строительства электростанций, а также объектов других отраслей народного хозяйства выполнены.

В истории развития энергетики и электрификации за период Советской власти (1917-1990 гг.) в целом можно выделить 5 этапов:

1. 1920-1930 гг. период восстановления разрушенного войной энергетического хозяйства, годы выполнения плана ГОЭЛРО;

2. 1930-1940 гг. - начальный период развития всех отраслей народного хозяйства, в частности энергетического;

3. 1940-1945 гг. -интенсивное развитие энергетики в связи с перебазированием в Казахстан большого количества промышленных предприятий из западных районов во Великой Отечественной войны;

4. 1945-1970 гг. - строительство отдельных районных электростанций и начало образования объединенных энергосистем в крупных энергоэкономических районах республики;

5. 1970-1990 гг. формирование ОЭС, прочные электрические связи между ними и начало строительства ЛЭП сверхвысоких напряжений для межзональной (межреспубликанской) передачи электроэнергии и сооружение сверхмощных ГРЭС (ЭГРЭС).

В 90-годы в электроэнергетике практически была завершена перестройка на новых экономических и организационных принципах.

На основе Электроэнергетической программы Республики Казахстан, разработанной в 1993г, и в соответствии с Указом Президента Республики Казахстан Н. А. Назарбаева, имеющим силу закона, «Об Электроэнергетике» (1995 г.), был осуществлен процесс разделения конкурентной и монопольной деятельности электроэнергетики - генерации, транспорта, распределения.

Создана Национальная компания по управлению электрическими сетями высокого напряжения и диспетчеризации электроэнергетики Казахстана.

В 1997 г. эта компания преобразована в открытое акционерное общество Казахстанскую компанию по управлению электрическими сетями («KEGOC»).

В результате реформирования электроэнергетика республики имеет следующую организационную структуру, состоящую из экономически независимых образований:

1. Национальная Электрическая Сеть (ОАО «KEGOC», сформированная на базе системообразующих (межгосударственных и межсистемных) электрических сетей 220-500-1150 кВ, электрических сетей, питающих крупных потребителей, линии выдачи мощности ТЭС и ГЭС.

2. Региональные сетевые компании (РЭК), содержащие распределительные 110 кВ и ниже выполняющие функции передачи электроэнергии на региональном уровне.

3. Производители электроэнергии - независимые или интегрированные крупными промышленными потребителями электрической станции.

ЕЭС Казахстана сегодня охватывает территорию порядка 2 млн. кв. км с 17 млн. человек. Протяженность Востока на Запад 3000 км, с Севера на юг - 2000 км электрические сети 220-500-1150 кВ протяженные с недостаточной пропускной способностью. ЕЭС работает параллельно с ЕЭС России, ОЭС Центральной Азии и расположена в центре четырёх лучевой звезды с направлениями на Урал, Сибирь, Омск и Центральную Азию и делится на 6 зон.

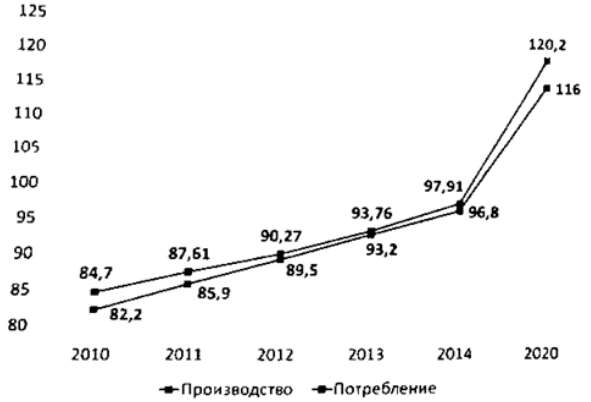
Роль системообразующей сети в ЕЭС Республики Казахстан выполняет национальная электрическая сеть (НЭС), которая обеспечивает электрические связи между регионами республики и энергосистемами сопредельных государств (Российской Федерации, Кыргызской Республики и Республики Узбекистан), а также выдачу электрической энергии электрическими станциями и её передачу оптовым потребителям. Подстанции, распределительные устройства, межрегиональные и (или) межгосударственные линии электропередачи и линии электропередачи, осуществляющие выдачу электрической энергии электрических станций, напряжением 220 кВ и выше, входящие в состав НЭС, находятся на балансе АО «KEGOC».

Современное состояние электроэнергетической отрасли Казахстана таково, что определяющими факторами становится не столько проблемы выработки электроэнергии, сколько ее доставки потребителям. При отказе распределительной сети, электроэнергия, выработанная на ЭС или поступившая из-за рубежа, не может быть доведена до потребителя. Это новая стратегическая ситуация привлекает к себе самое пристальное внимание и требует выработки принципиально новых подходов. Поэтому при корректировке стратегии развития электроэнергетики представляется целесообразным учитывать фактор способности распределительной сети для обеспечения возможности доведения электроэнергии до потребительских электроприемников и нормируемого уровня ее качественных параметров, а также расчетной надежности.

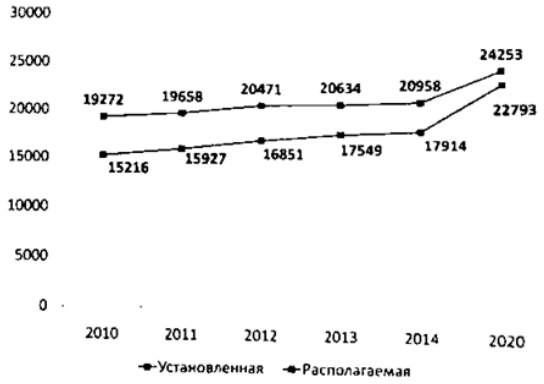
Однако главная проблема энергетической отрасли сегодня - моральный и физический износ основных фондов, который по данным энергетического совета СНГ составил в 2015г. 35% и потери электроэнергии в электрических сетях (21%).

Развитие электроэнергетики Казахстана исходит из прогнозируемого электропотребления по отраслям экономики до 2030г.

Ожидаемое электропотребление в 2019 г. - 100 млрд. кВтч, 2030 г. - 145 млрд. кВт. ч, что требует увеличение генерирующих мощностей, но проявляется тенденция роста стоимости электроэнергетических объектов, особенно электростанции. По имеющимся мощностям наиболее дефицитными является Южная зона.



Прогнозный баланс электроэнергии, млрд.кВт*ч



Прогнозный баланс электрической мощности, МВт

Как известно, Казахстан обладает значительными запасами ТЭР, пригодных для использования на электростанциях. Доказанные запасы ТЭР в условиях единицах составляют 42,7 млрд. т. у.т. Это позволяет Казахстану участвовать в реализации такого крупного межгосударственного проекта, каким является проект электроэнергетического моста Сибирь-Казахстан-Урал с участием России.

Одним из приоритетных направлений развития электроэнергетики и решения экологических проблем Казахстана является использование ВИЭ, Потенциал которых (гидроэнергия, ветровая и солнечная энергия) в Казахстане весьма значителен и составляет 1 трлн. кВт.ч в год.

Причин развития ВИЭ несколько.

Во-первых, появление новых ресурсосберегающих технологий (а это один из главных мировых трендов) и истощения недр ВИЭ будут значительно эффективнее и дешевле традиционных.

Во-вторых, они гораздо экологически. Экономический ущерб от вредных выбросов только угольной энергетики Казахстана оценивается в сумме порядка 3,4 млрд, долларов в год по данным Международного энергетического агентства (2010 г.)

В-третьих, существует экономический аргумент: большая протяженность страны и низкая плотность населения (5,5 чел на кв. км) приводит к тому, что чрезмерная централизация электроснабжения серьезно снижает рентабельность отрасли из-за значительных потерь электроэнергии при ее транспортировке.

5 основных проблем электроэнергетики Казахстана

1. Износ мощности. 54% мощностей станции имеет возраст более 30 лет и находятся в аварийном состоянии. Объем плановых работ уменьшается, аварийные работы увеличиваются

2. Последние 3 года электростанции работают по себестоимости или в убыток. Тарифы зафиксировали несколько лет назад и большинство инвестиционных программ заморожено: низкая маржинальность отрасли и отсутствие возможности инвестирования в отрасль.

В Казахстане почти самая дешевую электроэнергию в мире, но от этого отрасль не становится конкурентоспособной.

3. Нехватка маневровых мощностей, которые могли бы в период пиковых нагрузок можно было выдавать больше энергии и покрывать их.

В Казахстане – это могут быть газотурбинные станции или ГЭС. Но ГЭС – проблемные электростанции. Реки мельчают и объем выработки энергии на ГЭС сократился решить проблему можно путем строительства газотурбинных электростанции.

4. В 2019 г. Казахстан заплатил России 8 млрд. тенге за балансирующие мощности электроэнергии. Если Казахстан разойдется с Россией из-за политики, то в Казахстане будет проблема с обеспечением электроэнергией. Кроме переплаты за маневровые мощности, встает вопрос государственной безопасности.
5. Отсутствие стратегии энергетики. Необходим документ, в котором будет прописано в каком году, как, где и за какие средства будет построена электростанция. Для разработки стратегии необходимо создать комиссию из представителей разных секторов экономики, чтобы исключить лоббирование каких-то отдельных групп.

Электроэнергетический комплекс Казахстана сейчас и в будущем - один из приоритетных секторов экономики, который должен развиваться на базе высокоэффективных технологий, как динамично сбалансированная система энергетика-экономика-природа-общество, и обеспечивать постоянное снижение энергоемкости внутреннего валового продукта страны. Он также призван сохранить и укрепить энергетическую независимость и безопасность Республики. Электроэнергетике также принадлежит доминирующая роль в решении задачи повышения качества жизни народа Казахстана.

Литература

1. Аконьянц Г. Развитие электроэнергетики Республики Казахстан на перспективу до 2030 г. Вестник союза-инженеров-энергетиков, 2007, №2

2. Дукенбаев К.Д. Энергетика Казахстана. Движение к рынку. Алматы: Ғылым, 1998

3. Закон Республики Казахстан от 9 июля 2004 года 588-II «Об электроэнергетике», (с изменениями и дополнениями по состоянию на 21.04.2016г.)

4. Маринушкин Б.К. К генеральной схеме развития ветроэнергетики в Казахстане. – Энергетика. – 2012

5. Проблемы развития мировой энергетики: опыт для Казахстана. Коллективная монография / Под общей ред. Б.К. Султанова – Алматы. КИСИ при Президенте РК, 2012

6. Развитие энергосистемы Республики Казахстан за годы независимости и на дальнейшую перспективу. АО КазНИИэнергетики им. Ш. Чокина. Алматы, 2013

7. Трофимов А.С., Рабинович М.Н. Энергетика Казахстана: вчера, сегодня, завтра // Аль Пари. 2009 № 6.

8. Чокин Ш.Ч., Сартабаев Т.С., Шемет А.Ф. Энергетика и электрификация Казахстана. Алма-Ата: Былым, 1990.336 с.

9. Яшков В.А. Электроэнергетика Прикаспийского региона Республики Казахстан. Алматы: Ғылым, 2000.

10. http://bourabai.kz/toe/kazenergy.htm

XÜLASƏ
QAZAXISTANIN ELEKTROENERGETİKASI
(tarixi, yaranması və inkişaf trendləri)

Sultanqaliyeva A.S., Kuljanov D.U., Yaşkov V.A.

***Açar sözlər**: GOELRO planı, elektrik enerjisi sənayesi, elektrik stansiyaları, elektrik enerjisi, tutum.*

Məqalədə Qazaxıstanda elektrik enerjisi sənayesinin tarixi, inkişafı və mövcud vəziyyəti təqdim olunur. 1917-1990-cı illər üçün elektrik enerjisi sənayesinin 5 inkişaf dövrü ayrılmış və bu dövrlərin xarakteristikası verilmişdir. Məqalənin əsas materialı Qazaxıstanın müstəqilliyi dövründə elektrik enerjisi sənayesinin inkişafına həsr edilmişdir. Gələcəkdə elektrik enerjisi istehsalının artırılması, yeni güclərin istismara verilməsi, ultrayüksəkgərginlikli hava xətlərinin çəkilməsi gözlənilir. Qazaxıstanda elektrik enerjisi sənayesinin əsas problemləri təqdim olunur.

SUMMARY
ELECTRIC POWER INDUSTRY OF KAZAKHSTAN:
(THE HISTORY, FORMATION, DEVELOPMENT TRENDS)
Sultangalieva A.S., Kulzhanov D.U., Yashkov V.A.

***Key words**: GOELRO plan, electric power industry, power stations, electric power, capacity.*

The article presents the history, development and current state of the electric power industry in Kazakhstan. 5 periods of development of electric power industry for the period of 1917-1990 are allocated and the characteristic of these periods is given. The main material of the article is devoted to the development of the electric power industry during the period of independence of Kazakhstan. In the future, it is expected to increase electricity production, commissioning of new capacities, construction of ultra-high voltage overhead lines. The main problems of the power industry in Kazakhstan are presented.

ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ ЭНЕРГЕТИКИ

Напойкина А.В. , Шакирова Д.А., Бадретдинова Р.Р., Валеева Ю.С. , Салихова Р.Р.
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация
napoykina.arina@mail.ru , shakirovajamilya2002@gmail.com , ruminab.4432@gmail.com , valis2000@mail.ru

***Ключевые слова**: тепловая энергетика, инвестиция, проект, анализ, исследование, энергетика.*

Целью данного исследования является анализ и структурирование имеющейся информации по инвестициям в проекты энергетики прошлых лет, а также подведение итогов эффективности и заинтересованности в самих проектах. Для проведения данного исследования мы использовали метод сбора всевозможной информации на сайтах инвестиционных компаний, были просмотрены презентации проектов на государственных и межгосударственных форумах. С помощью метода обследования было установлено, какие инвестиционные проекты можно считать эффективными, убыточными, был предложен вариант, как избежать этого сценария, а также рассмотрены неоднозначные проекты и объяснена их особенность.

В современном мире энергия является основным источником любого другого производства. Тепловые электростанции, в частности, способны вырабатывать помимо электрической энергии, необходимой для химической, металлургической, машиностроительной и других промышленностей, ещё и тепловую энергию, которая также находит своё применение. Поэтому сейчас важно правильно расставлять приоритеты и вкладываться в наукоёмкие эффективные, а также относительно дешевые проекты, способные себя окупить в достаточно короткий период. Однако стоит отметить, что энергетическую отрасль можно считать одной из самых долгоокупаемых самих себя. Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что необходимо понять, по каким критериям следует делать отбор проектов и как анализировать результат некоторого периода эксплуатации.

Авторы проводят обобщенный анализ всех имеющихся мероприятий, проводившихся для введения новых ячеек энергетической промышленности. Для этого обратимся к публикациям прошлых лет и рассмотрим, какую базу мы имеем.

Одним из основных разделов данной тематики являются теоретические положения, описывающие основные принципы определения суммарной инвестиционной стоимости проектов тепловой энергетики[1], инструменты финансирования таких проектов[2], методы отбора общественно выгодных проектов[3], а далее идут анализ конкретных пунктов эффективности инвестиций[4], а также разборы кейсов конкретных регионов[5, 6]. Как мы можем заметить, анализа нескольких проектов в одной статье практически нет, если судить по выбранным нами статьям. Однако мы воспользуемся также трудами вышеупомянутых авторов и включим несколько объектов из них в свой список исследования для более обширного анализа.

Исследование данной статьи упирается в разбор удачных и неудачных кейсов, разработки и инвестиции в проекты тепло- и электрообеспечения разных стран, в том числе России, продемонстрированные на сайтах инвеститоров, а также тематических форумах. Рассмотрим 6 кейсов, три из которых находятся в процессе создания, а три уже имеют определённый конечный итог.

Начнём рассматривать проекты с ещё не реализованных. Первым рассмотрим инвестиционный проект по геотермальной энергетике. Проект «EdenGeotherma», финансируемый Европейским фондом регионального развития, Советом Корнуолла, GravisCapitalManagement, GCP Infra. Стоимость реализация проекта оценивается в 16,8 млн. фунтов стерлингов, планируется реализация проекта на Территории ЕЭС, преимущественного в части Великобритании. На данный

момент пробурена одна скважина из двух, длиной 4,5 км. и диаметром 25 см. Температура флюида около 180 ^{0}С. Глубина скважины 5277 м, что делает её самой глубокой геотермальной скважиной в Великобритании. Проект отапливает около 5000 домов. Дата завершения бурения первой скважины – октябрь 2021 год. Мощность станции 4 МВт. Проект будет эксплуатироваться для обогрева теплиц, офисов и прочего [7].

«Низкоуглеродный водород» в Мурманске - в Мурманской области в 2024 году «Росатом» планирует запустить проект, ориентированный на европейские рынки сбыта. Здесь также предлагается производить низкоуглеродный водород с помощью электролиза воды. Однако электроэнергию для самого процесса предполагается получать от Кольской АЭС. Поэтому проект можно назвать достаточно экологичным, поскольку выбросы от этого проекта будут минимальны. Прогнозный объем производства в 2024 году — 150 т. водорода, производительность составит 200 м^3/ч. Достижение промышленных оборотов производства продукции запланировано к 2030 году [8].

Проект «HyDealAmbition» направлен на обеспечение поставкой 100% зеленого водорода по всей Европе по цене 1,5 евро/кг. до 2030 года. Производство зеленого водорода, полученного путем электролиза на солнечной энергии, начнется в 2022 году на Пиренейском полуострове. Цель состоит в том, чтобы к 2030 году достичь 95 ГВт солнечной и 67 ГВт электролизной мощности, чтобы поставлять 3,6 миллиона тонн зеленого водорода в год пользователям в секторах энергетики, промышленности и мобильности через сеть транспортировки и хранения газа, энергетический эквивалент 1,5 месяца потребления нефти во Франции. Ожидается поэтапный подход с первыми поставками в Испанию и на юго-запад Франции с последующим расширением на восток Франции, а затем в Германию [9].

Замечание: На данном этапе производство и использование водорода в качестве топлива для получения электро- и тепловой энергии является лишь вспомогательным и не может удовлетворить потребности производственных масштабов. Необходимо время и ресурсы, чтобы вывести водородную энергетику на более высокий уровень.

Далее рассмотрим реализованные проекты. Первым таким будет Мини ГЭС под Волгоградом - 22 водопропускных комплекса, а 52 планируется построить к 2024 году. Строительство комплекса запланировано на 5 лет, при этом планируется возведение МиниГЭС мощностью до 25 МВт с расчётным расходом 100 м^3/с. Объем воды, который предполагается сбрасывать через канал при плановом расходе 165 куб./с, составит 5,2 куб. км. в год. Предполагаемые инвестиции 16,9 млрд. рублей. Канал длиной 32 километра, глубиной 12 метров и шириной 100 метров[10].

Краснокаменская ТЭЦ построена в 60-х годах в городе Краснокаменск для обеспечения электро- и тепловой энергией самого города и комбината по изготовления урана. ТЭЦ является крупнейшей в районе и выдает установленную мощность, равную 410 МВт, и фактическую мощность, равную 280 МВт. Тепловая мощность станции 2 млн. Гкал/год, электрическая энергия 2000 кВт·час в год, из них порядка 600 кВт·час уходит на оптовый рынок. Благодаря этой станции, а также местной ГРЭС, принадлежащей той же компании, регион не чувствует потребности в постройке новых электростанций. Инвестиции в строительство составляют свыше 2 млрд. рублей. Точные данные найти тяжело, учитывая возраст конструкции, а также нестабильность валюты[5].

Мини-ТЭС на 5 МВт в посёлке Сангар с применением генераторного газа в газопоршневых двигателей WJ8300. При анализе авторами были проведены расчёты по модернизации и применении мероприятий по энергосбережению и выведен метод инструментального диагностирования аварийных режимов эксплуатации[6].

В результате проведенного анализа приведенных выше инвестиций, можно сделать вывод, что проекты Краснокаменской ТЭЦ, как самой старшей из рассмотренного списка и наиболее долго эксплуатируемой, проект «HyDealAmbition», занимающийся разработкой дешевого и эффективного способа производства зелёного водорода для поставок в другие страны Европейского Союза, а также проект «EdenGeotherma», направленный на использование энергии подземных недр Земли, можно считать финансово выгодными по суммарному КПД отпуска продукции. А проект Мини-ГЭС под Волгоградом, построенная на треть от заявленных мощностей, может быть достаточно выгодным, учитывая отсутствие недостатков «топлива» - для данного проекта планируется обводнение Волго-Ахтубинской поймы, что увеличит пропуск воды через турбины. А также проект «Низкоуглеродный водород» в Мурманске, похожий на вышеупомянутый проект ЕС, можно считать заведомо убыточным, основываясь на пессимистичном отношении населения к альтернативным источникам энергии, а также к их топливам, если ситуация с безграмотностью населения касаемо энергетики не изменится, то проект навряд ли найдёт своё место в России, а его аналоги и вовсе перестанут разрабатываться и инвестироваться. Что касается Мини-ТЭС-75, нельзя сделать однозначные

выводы, учитывая, что данный проект направлен на обеспечение электричеством и тепловой энергией небольшого посёлка Сангар, поэтому, если проект и является убыточным, он однозначно необходим для комфортного существования населения в трудных условиях Сибири.

Литература

1. Мунц, Ю. Г. Определение экономической эффективности инвестиционных проектов в теплоэнергетике : учебное пособие для студентов вуза, обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 — Теплоэнергетика и теплотехника / Ю. Г. Мунц ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2021. – 119 с. – ISBN 978-5-7996-3271-7. – EDN UTGNDA;
2. Нестерова, В. Ю. Инструменты финансирования инвестиционных проектов в теплоэнергетике / В. Ю. Нестерова, Л. А. Березникова // Информационные технологии, энергетика и экономика (экономика и менеджмент, научные исследования в области физической культуры, спорта, общественных наук и лингвистики) : Сборник трудов XIII-ой Международной научно-технической конференции студентов и аспирантов, Смоленск, 14–15 апреля 2016 года / Филиал национального исследовательского университета «МЭИ» в г. Смоленске. – Смоленск: Универсум, 2016. – С. 234-238. – EDN WEYWNT;
3. Соловьев, И. С. Метод отбора приоритетных инвестиционных проектов в теплоэнергетике на основании показателей общественной эффективности / И. С. Соловьев, Л. Н. Никитина // Вестник алтайской науки. – 2013. – № 2-1. – С. 126-131. – EDN QGPVSD;
4. Замбржицкая, Е. С. Анализ тарифных последствий как элемент оценки эффективности инвестиций в сфере теплоэнергетики / Е. С. Замбржицкая, А. У. Ямалетдинова, Ю. М. Раптанова // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2017. – Т. 2. – С. 145-147. – EDN ZHTHXX;
5. Золотуева, А. А. Анализ инвестиционных проектов в сектор теплоэнергетики Забайкальского края / А. А. Золотуева, И. П. Глазырина // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов : XV Международная научно-практическая конференция: сборник статей в 3 частях, Чита, 30 ноября – 02 2015 года. – Чита: Забайкальский государственный университет, 2015. – С. 135-140. – EDN VHKLHD;
6. Ложкин, В. Н. Инвестиционные технологии и проекты Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России по обеспечению безопасности объектов теплоэнергетики и транспорта в Арктическом регионе / В. Н. Ложкин, Б. С. Эдеев, В. М. Дорохов // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Арктика - регион стратегических интересов: правовая политика и современные технологии обеспечения безопасности в Арктическом регионе : Материалы международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 28 октября 2020 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2020. – С. 10-13. – EDN IMPGGI;
7. URL: Геотермальная энергия Eden – Высвобождение энергии из камней под нашими ногами. https://www.edengeothermal.com/ (дата обращения 01.10.2022);
8. URL: Атлас российских проектов по производству низкоуглеродного и безуглеродного водорода и аммиака.
https://www.bcci.bg/resources/files/%D0%90%D0%A2%D0%9B%D0%90%D0%A1_%D0%92%D0%9E%D0%94%D0%9E%D0%A0%D0%9E%D0%94_%D0%A0%D0%A3%D0%A1.pdf
(дата обращения 01.10.2022);
9. DH2ENERGY https://www.dh2energy.com/project-hydeal (дата обращения 01.10.2022);
10. АО "Институт Гидропроект" http://www.mhp.rushydro.ru/ (дата обращения 01.10.2022).

XÜLASƏ

ENERGETİKANIN İNVESTİSİYA LAYİHƏLƏRİ

Napoykina A.V. , Şakirova D.A., Bədretdinova R.R., Valeeva Y.S., Salixova R.R.

***Açar sözlər**: istilik enerjisi, investisiya, layihə, analiz, tədqiqat, enerji.*

Bu tədqiqatın məqsədi ötən illərin enerji layihələrinə investisiyalar haqqında mövcud məlumatları təhlil etmək və strukturlaşdırmaq, həmçinin layihələrin özlərində effektivliyi və marağı ümumiləşdirməkdir. Bu araşdırmanı aparmaq üçün biz investisiya şirkətlərinin internet saytlarında hər cür məlumat toplamaq metodundan istifadə etdik, dövlət və dövlətlərarası forumlarda layihələrin təqdimatlarına baxdıq. Sorğu metodundan istifadə etməklə hansı investisiya layihələrinin effektiv, rentabelsiz hesab oluna

biləcəyi müəyyən edilmiş, bu ssenarinin qarşısının alınması variantı təklif edilmiş, o cümlədən qeyri-müəyyən layihələrə baxılmış və onların özəlliyi izah edilmişdir.

SUMMARY
ENERGY INVESTMENT PROJECTS
Napoykina A.V., Shakirova D.A., Badretdinova R.R, Valeeva Y.S., Salikhova R.R.

***Keywords**: thermal energy, investment, project, analyze, research, energy.*

THE PURPOSE. The purpose of this study is to analyze and structure the available information on investments in energy projects of past years, as well as to summarize the effectiveness and interest in the projects themselves. METHODS. To conduct this study, we used the method of collecting all kinds of information on the websites of investment companies, we watched presentations of projects at state and interstate forums. RESULTS. Using the survey method, it was established which investment projects can be considered effective, unprofitable, a variant was proposed on how to avoid this scenario, as well as ambiguous projects were considered and their peculiarity was explained.

СПОСОБЫ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ЗАТРАТ ПЕРСОНАЛА (НА ПРИМЕРЕ РЕАЛИЗАЦИИ КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В АО «ТАТЭНЕРГО»)

Махиянова А.В.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация
socavm@rambler.ru

***Ключевые слова:** временные затраты, капитальное строительство, диаграммы Исикавы.*

В рамках статьи оценивается текущее состояние капитального строительства в АО «Татэнерго»; разрабатывается программа реализации проекта «Организация Дирекции строящихся объектов». Проводится обоснование необходимости и значимости реализации данного проекта, который призван решить проблему больших временных потерь руководства и сотрудников филиалов на реализацию планов капитального строительства. На основе всестороннего анализа этапов, мероприятий и сроков реализации проекта обосновываются основные функции и организационная структура Дирекции строящихся объектов.

С целью обоснования стратегических целей проекта капитального строительства был проведен SWOT-анализ плана капитального строительства в АО «Татэнерго». В перечень слабых сторон, согласно проведенному анализу, было включены большие временные потери руководства и специалистов филиалов. Среди провоцирующих факторов были отмечены постоянно плавающая загруженность специалистов, недостаточная проработка технических решений при формировании задания на проектирование, а также недостаточность финансирования для полного обновления основных фондов.

В статье проведена детализация проблемы при реализации плана капитального строительства. Для ее проведения использовалась диаграмма причины-следствия Исикавы (Cause-and-Effect-Diagram, «рыбья кость», «рыбий скелет»)[1].

Данная диаграмма была разработана Каорой Исикавой в начале 1950-х годов и применялась в менеджменте для анализа проблем качества и их причин. В современной науке данный методе нашл всемирное распространение и, помимо экономики и менеджмента, используется в других проблемных областях.

Последовательность построения диаграммы Исикавы:

1. В ходе анализа была обозначена основная проблема – большие временные потери руководства и сотрудников филиалов на реализацию плана капитального строительства. Острие горизонтальной стрелки вправо представляет собой исходный пункт сформулированной проблемы. Стрелки главных причин влияния на проблему представляют собой состыкованые линии под наклоном.

2. Детальная обработка по каждой выделенной причине с целью определения параметров влияния и внесения их под наклоном к основной стрелке.

3. Посредством визуализации проведение проверки полноты учета всех возможных причины.

4. Проведение оценки возможных причин в отношении степени их влияния на проблему и выбор переченя причин с наибольшей реальной степенью влияния.

5. Проверка на достоверность наиболее вероятных причин [2].

Согласно авторскому подходу причины и следствия обозначенной проблемы было предложено дифференцировать на следующие основные группы (см. Рисунок).

Таким образом, большие временные потери являются следствием неправильно или неэффективно выполняемых социально-экономических, управленческих процессов и иных причин. В качестве первоочередной и основной меры по устранению проблемы большой траты времени руководства и сотрудников филиалов на реализацию планов капитального строительства, является создание Дирекции строящихся объектов.

Для ее решения предлагается передать Дирекции строящихся объектов следующие функции: отчет по исполнению плана капитального строительства за предшествующий год; отчет по исполнению по крупным проектам; согласование сводного реестра актуализации плана капитального строительства; получение сводного возвратного плана капитального строительства; получение утвержденного плана капитального строительства; согласование места размещения объекта нового строительства в органах исполнительной власти муниципальных образований республики татарстан; получение разрешения собственника смежного земельного участка на проектирование на этом участке, оформление сервитутов; получение технических условий подключения к сетям инженерно-технического обеспечения; получение разрешения на отклонение от предельных параметров разрешенного строительства, реконструкции объектов капитального строительства; формирование начальной (максимальной) сметной стоимости работ и услуг для проведения закупок; разработка, согласование и утверждение задания на проектирование объекта капитального строительства; контроль за проведением инженерных изысканий в сроки календарного графика договора и разработкой проектной документации; рассмотрение, проверка проектной документации по объекту капитального строительства экспертной комиссией филиала.

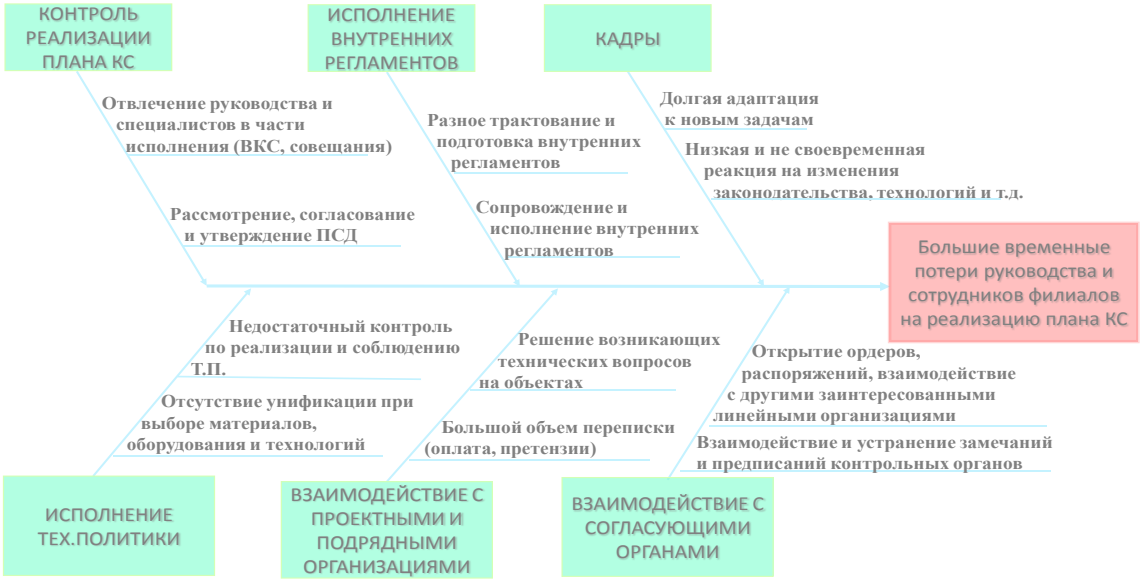


Рисунок. Диаграммы Исикавы для определения причин возникновения проблемы текущего состояния капитального строительства в АО «Татэнерго»

Помимо этого в его компетенции планируется включить приемку-передачу проектной продукции, оплата; приемку в эксплуатацию законченного строительством здания, сооружения рабочей комиссией; получение разрешения на ввод объекта строительства в эксплуатацию, в случаях, если требуется действующим законодательством РФ.

Для полноценного функционирования Дирекции строящихся объектов было предложено создать в ней линейно-функциональную структуру управления во главе с директором и тремя замами (управляющий делами, замдиректора по сопровождению строительства, замдиректора по строительству).

Определение проблемной ситуации проекта осуществлялось посредством использования Диаграммы причины-следствия Исикавы. Именно создание Дирекции строящихся объектов должно быть направлено на решение выявленной проблемы большой траты времени руководства и сотрудников филиалов на реализацию планов капитального строительства.

За дирекцией предлагается закрепить достаточно весомый объем функций. В частности составление разных видов отчетности, согласований, получение разрешений и технических условий, формирование начальной (максимальной) сметной стоимости работ и услуг, произведение закупок, установление различных требований, контроль, проверка и представление исполнительной, технической документации, актов выполненных на соответствие объемов работ, и другой рабочей документации по капитальному строительству.

Литература

1. Job R. Electrochemical Energy Storage: Physics and Chemistry of Batteries. De Gruyter. 2020.
2. Project Relationship Management and the Stakeholder Circle: A guide for developing stakeholder management maturity in organizations. Lynda Bourne. 2019.

XÜLASƏ
İŞÇİLƏRİN VAXT SƏRFİYYATININ AZALDILMASI YOLLARI
("TATENERQO" SC-DƏ ƏSASLI TİKİNTİNİN HƏYATA KEÇİRILMƏSİ NÜMUNƏSİNDƏ)
Maxiyanova A.V.

***Açar sözlər**: vaxt xərcləri, əsaslı tikinti, İşikava diaqramları.*

Məqalə çərçivəsində "Tatenerqo" SC-də əsaslı tikintinin cari vəziyyəti qiymətləndirilir; "Tikilməkdə olan obyektlərin direktorluğunun təşkili" layihəsinin icrası üçün proqram hazırlanır. Əsaslı tikinti planlarının icrası üçün filialların rəhbərliyi və işçilərinin böyük müvəqqəti itkiləri problemini həll etmək üçün nəzərdə tutulmuş bu layihənin həyata keçirilməsinin zəruriliyi və əhəmiyyəti əsaslandırılmışdır. Layihənin mərhələlərinin, fəaliyyətlərinin və müddətlərinin hərtərəfli təhlili əsasında tikilməkdə olan obyektlərin direktorluğunun əsas funksiyaları və təşkilati strukturu əsaslandırılır.

SUMMARY
WAYS TO REDUCE STAFF TIME
(BY THE EXAMPLE OF THE IMPLEMENTATION OF CAPITAL CONSTRUCTION IN JSC "TATENERGO")
Makhiyanova A.V.

***Key words**: time costs, capital construction, Ishikawa diagrams.*

Within the framework of the article, the current state of capital construction in JSC Tatenergo is assessed; a program for the implementation of the project "Organization of the Directorate of facilities under construction" is being developed. The substantiation of the necessity and significance of the implementation of this project is carried out, which is designed to solve the problem of large time losses of management and employees of branches for the implementation of capital construction plans. Based on a comprehensive analysis of the stages, activities and deadlines of the project, the main functions and organizational structure of the Directorate of Facilities under construction are substantiated.

НЕОБХОДИМОСТЬ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЭК

Хазиева А.А , Хусаинова Е.А.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация
hazievaalsu@gmail.com

***Ключевые слова**: энергоменеджмент, энергоэффективность, аудит, ТЭР, энергосбережение.*

В данной статье рассматривается роль энергетического менеджмента в развитии предприятия ТЭК на современном этапе развития обществ. Выявляются его основные функции и задачи на макро- и микроуровнях, а также чем руководствуется политика энергетического менеджмента при проведении комплекса мер для повышения энергетической эффективности.

Введение. На современном этапе общественного развития все большую актуальность приобретает проблема энергопотребления. Энергетическое обеспечение является актуальным вопросом для любого государства, но ресурсная составляющая нашей планеты небезгранична, поэтому возникает необходимость в разумном потреблении энергоносителей. Но это предполагает не только рациональное распределение ресурсов, но и снижение расходов при их реализации, и увеличение эффективности их использования.

Для решения этих задач необходимы серии мероприятий, касающихся организации процесса производства, а точнее энергетический менеджмент, применение которого на сегодняшний день набирает обороты. Все больше мировых компаний различных отраслей производства интересуется

внедрением технологий, благодаря которым осуществляется энергосбережение. Сейчас достижения научно-технического прогресса позволяют расширить возможности по экономии энергии по всему миру с помощью эффективной и инновационной политики энергетического менеджмента.

Необходимость в нем ощущается не только на микро-, но и на макроуровне. На макроуровне основной задачей является разработка рационального использования ТЭР в межгосударственных, внутригосударственных, областных, районных, городских, отраслевых уровнях для сохранения и рационального использования мировых запасов, поиска новых источников энергии и сохранения экологии. На микроуровне осуществляется управление на уровне предприятия, где главной задачей которого является снижение издержек при производстве энергии, то есть обеспечения конкурентоспособности на рынке.

Энергетический менеджмент предполагает совокупность организационных и технических мероприятий, направленных на увеличение эффективности при эксплуатации ТЭР. То есть осуществляется контроль над расходами энергии и сопоставление конечных результатов на всех этапах производства. Кроме того он представляет собой сложную систему знаний, исследований, расчетов необходимых для проведения мероприятий, которые смогут обеспечить оптимальное распределение и расходование энергоресурсов, поэтому энергетический менеджмент реализует ряд функций:

- Разработку стратегии по энергосбережению
- Мониторинг за энергосберегающими проектами
- Взаимодействие с сотрудниками и руководством, отвечающими за энергоемкость
- Сотрудничество с поставляющими энергию предприятиями
- Осуществление нормирования затрат на энергоресурсы
- Установление норм рациональных расходов топлива
- Проведение комплекса мер по снижению затрат электроэнергии в сетях, использование «зеленой энергии», предотвращение теплопотерь

Для организации энергетического менеджмента, обеспечивающего наибольшую энергетическую эффективность важно закрепить обязанности документально, а также составить и распределить и организовать кадровую систему, то есть возникает необходимость:

- в принятии обязательств и разработки политики с конкретными целями
- в назначении главного специалиста, отвечающего за энергетический менеджмент и найме работников
- в проведении оценки энергопотребления
- в достижении цели в соответствии со сроками и возможностями
- в разработке и проведении корректирующих и предупреждающих мер
- в проведении аудита системы

С помощью системы энергетического менеджмента предприятие получает возможности для проведения эффективного комплекса мер по энергосбережению и гарантии наибольшего результата, то есть максимальный результат при минимальных затратах. Результаты от применения этой системы зависят от точности, актуальности и формата данных. Для мониторинга за расходами энергоресурсов необходима автоматизированная система контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). Она обеспечивает получение оперативной статистической информации об эксплуатации энергоресурсов на отдельных участках предприятия с максимальной детализацией. Проводится сбор данных по объемам производства и эксплуатации сырья на единицу продукции, разрабатывается математическая модель затрат энергии на отдельных энергетических установках и системах. Затем с помощью аудита и карты потребления энергии контролируются, анализируются показатели потребления энергии и проводятся меры по повышению их эффективности.

Заключение. С развитием ТЭК возникает все большая необходимость в модернизации системы организации и контроля на предприятии, поэтому возникает необходимость в энергетическом менеджменте, который представляет собой совокупность знаний, стратегий и механизмов, повышающих энергетическую эффективность, а значит и конкурентоспособность предприятия. Осуществляя анализ и сбор показателей, энергетический менеджмент генерирует комплекс мер для экономического развития предприятия, а значит и развитие отрасли в целом.

Литература

1. [https://eenergy.com.ua/ru/baza-znaniy/energomenedzhment-instrumenty-tseli-i-zadachi/]
2. [http://www.promecopalata.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=100]
3. [https://docs.cntd.ru/document/1200096140]

XÜLASƏ
YANACAQ-ENERGETİKA KOMPLEKSİ MÜƏSSİSƏLƏRİNDƏ ENERJİ MENECMENTİNİN ZƏRURİLİYİ.
Həziyeva A. A., Xusainova E. A.

***Açar sözlər**: enerji təminatı, enerji səmərəliliyi, audit, tər, enerjiyə qənaət.*

Bu məqalədə cəmiyyətin inkişafının müasir mərhələsində yanacaq emalı müəssisəsinin inkişafında enerji menecmentinin rolu nəzərdən keçirilir. Makro və mikro səviyyədə onun əsas funksiyaları və vəzifələri müəyyən edilir, həmçinin enerji səmərəliliyinin artırılması üçün tədbirlər kompleksinin həyata keçirilməsində enerji menecmenti siyasəti rəhbər tutur.

SUMMARY
THE NEED FOR ENERGY MANAGEMENT AT FEC ENTERPRISES
Khazieva A.A., Khusainova E.A.

***Keywords:** energy management, energy efficiency, audit, fuel and energy resources, energy saving.*

This article discusses the role of energy management in the development of the fuel and energy complex at the present stage of development of societies. Its main functions and tasks at macro and micro levels are identified, as well as what guides the energy management policy when implementing a set of measures to improve energy efficiency.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Сафина Ф.Д., Игошина Д.А., Хусаинова Е.А.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация
damirovnaa.studies@gmail.com , dasha293@mail.ru , Ekaterina0686@yahoo.com

***Ключевые слова**: антикризисное управление, экономическая безопасность, хозяйствующие субъекты, адаптация, конкурентоспособность.*

В статье представлен подход к сущности процесса обеспечения экономической безопасности хозяйствующего субъекта в условиях антикризисного управления. Проанализированы основные направления в области обеспечения экономической безопасности. Антикризисное управление в таких условиях является основным инструментом обеспечения экономической безопасности и направлено на минимизацию или устранение рисков и угроз за счет использования актуальных методов и приемов, а также современных возможностей управления, которые позволяют развивать приоритетные направления деятельности социально и экономически перспективных хозяйствующих субъектов.

В настоящее время деятельность всех без исключения хозяйствующих субъектов подвержена неопределенности и непредсказуемости. Нестабильная политическая, социальная, экономическая и демографическая ситуации и многочисленные внешние факторы воздействия усиливают риски принятия управленческих решений во всех аспектах хозяйственной деятельности. Повышение конкурентоспособности на рынке и интеграция в мировое экономическое пространство, новые управленческие и правовые формы бизнеса и формирование глобальной сетевой экономики актуализируют вопросы создания эффективной системы экономической безопасности бизнеса. Для обеспечения высокой эффективности экономической деятельности, контроль экономической безопасности должен стать компонентом системы стратегического управления организации.

Потребность в безопасности является основной для хозяйствующих субъектов, поскольку она рассматривается как базовая характеристика формирования, функционирования и развития любой экономической и других систем. Если эта потребность не реализуется, то возникают такие проблемы, как недостаток ресурсной базы, снижение эффективности и обострение социально-экономических противоречий между всеми хозяйствующими субъектами. В то же время необходимо помнить, что возможность, а иногда и необходимость кризиса в условиях цикличности экономических процессов, позволяет выявить и реализовать резервы роста и обновить стратегию развития предприятий, находящихся на пути к банкротству из-за нежелания или неумения адаптироваться к изменяющимся условиям рынка. Антикризисное управление в таких условиях, ориентированное на минимизацию

или устранение рисков и угроз за счет использования актуальных инструментов и возможностей современного менеджмента, позволяет сохранить деятельность социально и экономически перспективных хозяйствующих субъектов [2].

Основные инструменты в условиях финансового кризиса, должны быть направлены на баланс финансового равновесия предприятия и минимизацию масштабов снижения его рыночной стоимости. При системном подходе антикризисное управление предусматривает формирование системы комплексных мероприятий, включающих все стадии управления от предварительной диагностики кризисных явлений до их устранения или преодоления[3]. Некоторые российские ученые определяют антикризисное управление как управляемый процесс предотвращения или преодоления кризиса, соответствующий целям организации и объективным тенденциям ее развития. Особенностью такого управления является то, что управленческие решения часто принимаются в условиях неопределенности, снижения управляемости хозяйствующего субъекта и конфликта интересов различных профессиональных групп связанные с кризисным состоянием.

Контроль и мониторинг эффективности функционирования в условиях кризиса позволит хозяйствующему субъекту сформировать систему критериев оценки уровня его экономической безопасности[4].

Разработка и принятие стратегических управленческих решений в условиях кризиса должны учитывать данные мониторинга ключевых экономических показателей, отражающих текущее состояние хозяйствующего субъекта и тенденции в различных сферах деятельности, а также их соответствие пороговым значениям. Также совершенствование механизма государственного регулирования экономического роста путем формирования и реализации концептуальных программ и документов межрегионального и территориального планирования, а также создание комплексной системы контроля рисков, поможет достижению оптимального уровня экономической безопасности.

Реалии современной экономической ситуации требуют от хозяйствующих субъектов формирования, внедрения и реализации принципов и положений антикризисного управления, позволяющих избежать кризиса или, в случае его наступления, вывести из него нерентабельные предприятия.

На сегодняшний день условия экономического развития хозяйствующих субъектов определяют большинство из них как убыточные, переживающие спад производства и находящиеся в критическом состоянии или на грани банкротства[5]. Основными причинами кризисного развития предприятия являются:

1. Инертность функционирующих производственных структур,
2. Техническая и технологическая отсталость отдельных производственных систем
3. Значительный физический износ основных фондов в отдельных отраслях.

Кроме того, к деструктивным факторам относится отсутствие приоритетов государственной научно-технической политики, что не позволяет реальному сектору экономики реструктурировать производственные мощности. Данные факторы будут оказывать негативное влияние на региональную и социальную экономику и социальную стабильность в целом, а также на потенциал каждого отдельного экономического субъекта, поскольку любой производственный субъект, являясь структурным элементом экономики, несет определенную социальную нагрузку и ответственность.

Качество продукции, работ и услуг, реализуемых на рынке, их конкурентоспособность и, как следствие, затраты экономического субъекта будут в решающей степени зависеть от технического и технологического уровня производства, что свидетельствует о важности технической и технологической составляющей экономической безопасности. Данный фактор учитывает состояние основных фондов и эффективность используемых рабочих технологий, принимая во внимание инновационную составляющую развития, необходимую для выживания экономического субъекта в долгосрочной перспективе. В современных условиях основным направлением антикризисного управления является развитие внутреннего хозяйственного механизма как этапа формирования внутренних стандартов, обеспечивающих сохранность и рациональное использование всех видов имеющихся ресурсов. Кроме того, положительное влияние на формирование антикризисных мер окажет формирование центров финансовой ответственности как элемента внутрихозяйственной структуры, что позволит путем делегирования максимальных полномочий подразделениям перестроить систему управления и контроля над деятельностью экономического субъекта, тем самым повысив рентабельность каждого конкретного подразделения.

Литература

1. Безуглая Н. С. Экономическая безопасность предприятия. Сущность экономической безопасности предприятия //Российское предпринимательство. – 2010. – №. 4-1. – С. 63-67.
2. Габуниа Н. Г., Корелин К. В. Экономическая безопасность предприятия и управление рисками //Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2015. – №. 4 (94). – С. 79-81.
3. Иванова Л. К. Экономическая безопасность предприятия //Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2013. – Т. 17. – №. 7 (60). – С. 30-33.
4. Моденов А. К. и др. Экономическая безопасность предприятия //СПб.: СПбГАСУ. – 2019. – С. 550.
5. Сергеев А. А. Экономическая безопасность предприятия. – 2019.
6. Хайдарова Л.Ф., Сибгатуллина А.А., Хусаинова Е.А. Укрепление экономической безопасности энергетического предприятия // Санкт-Петербург, 2022. С. 93-95.

XÜLASƏ
MÜƏSSİSƏNİN İQTİSADİ TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİ
Safina F.D., İqoşina D.A., Xusainova E.A.

***Açar sözlər**: böhranın idarə edilməsi, iqtisadi təhlükəsizlik, sahibkarlıq subyektləri, uyğunlaşma, rəqabətqabiliyyətlilik.*

Məqalədə böhran əleyhinə idarəetmə şəraitində təsərrüfat subyektinin iqtisadi təhlükəsizliyinin təmin edilməsi prosesinin mahiyyətinə yanaşma təqdim olunur. İqtisadi təhlükəsizliyin təmin edilməsi sahəsində əsas istiqamətlər təhlil edilir. Belə şəraitdə antiböhran idarəetməsi iqtisadi təhlükəsizliyin təmin edilməsinin əsas vasitəsidir və müvafiq metod və üsullardan, habelə sosial baxımdan prioritet fəaliyyət sahələrini inkişaf etdirməyə imkan verən müasir idarəetmə imkanlarından istifadə etməklə risk və təhdidlərin minimuma endirilməsi və ya aradan qaldırılmasına yönəlmişdir.

SUMMARY
ENSURING THE ECONOMIC SECURITY OF THE ENTERPRISE
Safina F.D., Igoshina D.A., Khusainova E.A.

***Key words**: crisis management, economic security, business entities, adaptation, competitiveness.*

The article presents an approach to the essence of the process of ensuring the economic security of an economic entity in the conditions of anti-crisis management. The main directions in the field of ensuring economic security are analyzed. Anti-crisis management in such conditions is the main tool for ensuring economic security and is aimed at minimizing or eliminating risks and threats through the use of relevant methods and techniques, as well as modern management capabilities that allow developing priority areas of activity for socially and economically promising business entities.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

Хисамеева Д.Р., Шайхутдинова И.Г., Валеева Ю. С., Галимова Э.Н.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация
2024091196@edu.tatar.ru, Shaihutdinova.IL@yandex.ru

***Ключевые слова**: энергетический переход, нефть, энергия, перемена, водород.*

В статье рассматривается четвёртый энергетический переход за всю мировую историю, а также как и какими путями можно к нему прийти. Главной чертой энергетического перехода является использование источников энергии с низким содержанием углерода или вовсе без углерода. В данной работе выявлены методы достижения перехода к возобновляемым источникам. В будущем такой переход может значительно повлиять не только на экологию, а также на экономику различных стран.

В современном мире люди оказывают огромное влияние на окружающую среду и, что печально, чаще всего это влияние оказывается негативным. Большая часть электрической энергии создается путем сжигания ископаемого топлива, например, угля, природного газа или нефти. Это, несомненно, приводит к пагубным последствиям для окружающей среды. К наиболее опасному последствию можно отнести глобальное потепление. Чтобы этого не произошло необходим переход к возобновляемым источникам энергии или «зеленой» энергетике. Кроме того, данный переход будет полезен не только для природы, но и для экономики различных стран. Безусловно, данная тема является наиболее актуальной на сегодняшний день, поэтому в данной статье мы рассмотрим, какими путями к этому можно прийти.

Энергетический переход подразумевает важную структурную перемену в энергетической системе. В истории уже произошло 3 энергетических перехода: от биомассы к углю, от угля к нефти и от нефти к газу. В настоящий момент готовится новая энергетическая революция, 4 энергетический переход, главной особенностью которого является применение источников энергии с низким содержанием углерода или вовсе безуглеродных. Это также переход к возобновляемым источникам энергии, например, таким как энергия приливов, солнца и ветра. [2]

Как же этого можно достичь?

Электрификация автотранспорта быстро ограничит выбросы диоксида углерода. В одно и то же время она сможет поднять ВИЭ, так как за счет этого будет происходить увеличение выработки электроэнергии. Автомобильный транспорт стоит на первом месте по количеству выбросов углерода, опережая даже ТЭС. Опасность состоит в том, что газы выбрасываются приблизительно на высоте органов дыхания людей и животных, при этом с большой плотностью, что создает парниковый эффект. Если же увеличить использование электрического транспорта, то за 20 летний период можно достичь снижения топлива на 8 млн баррелей в сутки.[1] Это говорит о преимуществе использования электротранспорта в сравнении с автотранспортом за счет энергетической эффективности.

Достичь уменьшения выбросов углекислого газа можно также за счет коммерческого или жилищно-бытового секторов. Электроэнергия от ВИЭ позволила снять ограничения на прежде труднодоступные энергоемкие приборы, например, электроплиты. Электрическая энергия, которая создается за счет солнечного, ветряного или гидравлического модуля, освобождает от надобности покупать дрова или же керосин.[1] Если примерно треть века назад нужно было рубить дрова, для того, чтобы согреть чайник, то сейчас такой необходимости уже нет. Это осталось в прошлом. Тем временем происходит уменьшение дефростации за счет сокращения выбросов углекислого газа.

Таким образом, за счет энергоэффективности и экологичности энергетического потребления в быту можно добиться снижения выбросов углекислого газа практически на треть уже через 30 лет.

Однако не везде можно использовать ВИЭ, например, в авиации и морском транспорте это невозможно, поэтому существует другая альтернатива органического топлива. Это использование «зеленого» водорода. Согласно данным Bloomberg, к 2050 г. из водорода будет состоять 24% конечного потребления энергии. При таком развитии событий водород сможет «отобрать» 50% рынков у газа, угля и нефти. К 2050 г. водород превратится во второго после электроэнергии энергоносителя, считает министерство энергетики США , при этом около 90% его выработки обеспечит электрическая генерация от ВИЭ, а потребность в угле, газе и нефти уменьшится на 73%, 34% и 18% соответственно.[1] По оценкам Минэнерго России объемы экспорта водорода из России на мировой рынок могут составить 10–20 % от рынка международной торговли водородом. В качестве мер для развития водородной энергетики в России задумано создание инжиниринговых центров и полигонов, в которых будет осуществлен полный цикл создания технологий получения, хранения и применения водорода на всех этапах. Главная задача- разработка конкурентных технологий изготовления водорода как из ископаемого сырья. [3]

Таким образом, переход на возобновляемые источники энергии и «зеленый» водород может значительно повлиять на окружающую среду и остановить глобальное потепление, также это положительно повлияет на экономику различных стран, в которых в настоящий момент импортируется большая часть энергетических ресурсов.

Литература

1. Борисов М. Г. Энергетический переход и глобальное потепление / М. Г. Борисов // Восточная аналитика.. – 2021. – № 3. – С. 7-18.

2. Кулапин А. И. Энергетический переход: Российская Федерация в глобальной повестке / А. И. Кулапин // Энергетическая политика. – 2021. – № 7(161). – С. 10-15.

3. Мастепанов А. М. Энергетический переход как новый вызов мировой нефтегазовой отрасли / А. М. Мастепанов // Энергетическая политика. – 2019. – № 2. – С. 62-69.

XÜLASƏ

ENERJİ KEÇİDİ

Hisameyeva D.R., Shayxutdinova I.G., Valeyeva Y.S., Qalimova E.N.

***Açar sözlər**: enerji keçidi, neft, enerji, dəyişiklik, hidrogen*

Məqalədə bütün dünya tarixində dördüncü enerji keçidi, eləcə də ona necə və hansı yollarla gəlmək olar. Enerji keçidinin əsas xüsusiyyəti az və ya karbon tərkibli olmayan enerji mənbələrindən istifadə edilməsidir. Məqalədə bərpa olunan mənbələrə

keçidə nail olmaq üçün üsulları müəyyən edir. Gələcəkdə belə bir keçid təkcə ətraf mühitə deyil, həm də müxtəlif ölkələrin iqtisadiyyatına əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərə bilər.

SUMMARY
ENERGY TRANSITION
Hisameeva D.R., Shaikhutdinova I.G., Valeeva Y.S., Galimova E.N.

***Key words**: energy transition, oil, energy, change, hydrogen.*

The article discusses the fourth energy transition in the entire world history, as well as how and in what ways one can come to it. The main feature of the energy transition is the use of energy sources with low or no carbon content. This article identifies methods to achieve the transition to renewable sources. In the future, such a transition can significantly affect not only the environment, but also the economy of various countries.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ РОССИИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Яковлева А.Э., Казнова Д.Д., Хусаинова Е.А.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация
Sashylya.yakovleva@mail.ru , di.kaznova02@yandex.ru, eop100@mail.ru

.

***Ключевые слова**: малый бизнес в энергетике, индивидуальные предприниматели, проблемы предпринимательства, перспективы развития, предприятия.*

В данной статье рассматриваются перспективы развития малого бизнеса в России в современных условиях. Выявлены проблемы, соответствующие современным реалиям развития малого бизнеса в России, а также перспективные направления, требующие особого внимания. В настоящее время возрастает интерес к анализу государственной поддержки малого бизнеса, в том числе методов и средств поддержки малого бизнеса в энергетике. В связи с этим в статье анализируются основные тенденции развития малого бизнеса в России. Также изучены вопросы эффективности осуществления деятельности малого бизнеса, представлены основные преимущества и недостатки этой сферы экономики.

Малый бизнес является ведущей отраслью рыночной экономики, так как он создает новые рабочие места, обеспечивает наполнение рынка товарами и услугами, создает условия для здоровой рыночной конкуренции и в то же время удовлетворяет потребности населения [1].

Внедрение положительных тенденций в стране и реализация комплексных мер по совершенствованию малого предпринимательства напрямую зависят от выработки последовательной и правильной государственной политики в сфере экономической деятельности и деятельности компетентных органов. Если государственная поддержка поможет развитию малого бизнеса, это приведет к улучшению ситуации во всех аспектах. Правильный подход к развитию сектора малого бизнеса (МБ) в России будет стимулировать рынок труда за счет увеличения как рабочих мест, так и заработной платы. Увеличение числа малых предприятий делает монополии невозможными и благодаря здоровой конкуренции на рынке приводит к повышению качества товаров и услуг, с которыми имеют дело представители бизнеса [2].

Сегмент энергетической отрасли в малом бизнесе также обладает высоким потенциалом роста в силу возрастающей роли топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в РФ. Чтобы малые организации заняли соответствующее место на рынке, необходимо определение траектории устойчивого развития малого бизнеса в энергетике. Малые предприниматели в секторе энергетики работают в таких направлениях как инновационные разработки, инжиниринг, «зеленая энергетика». Одним из самых перспективных направлений является здесь вклад малого бизнеса в развитие возобновляемых и нетрадиционных источников энергии [3].

Одним из способов поддержки малого бизнеса является объединение его с крупным видом предпринимательства. Наиболее популярными способами объединения малого и крупного бизнеса являются лизинг, франчайзинг и субподряд. Первый способ – это форма сотрудничества, при которой малый бизнес арендует оборудование во временное пользование с возможностью его последующего возврата по остаточной стоимости. Франчайзинг — это когда крупная фирма дает малому бизнесу право продавать свою продукцию под торговой маркой крупной фирмы. Этот способ удобен для тех, у кого нет опыта работы. Субподряд – это договор, заключаемый генеральным подрядчиком с

юридическим или физическим лицом на частичное выполнение какой-либо работы. Данная форма сотрудничества широко распространена в России [4].

Основными проблемами, сдерживающими активное развитие малого бизнеса в нашей стране, являются нехватка квалифицированных кадров; ограниченный доступ к услугам лизинговых компаний; отсутствие оборотных средств и достаточного начального капитала для малого бизнеса; сложный процесс получения заемного капитала; отсутствие системы социальной защиты владельцев и работников субъектов малого предпринимательства; сложности с арендой производственных площадей [5].

В настоящее время в Российской Федерации государство активно поддерживает развитие малого бизнеса как важной отрасли экономики. В первую очередь это связано с тем, что МБ является основным направлением стратегического развития экономики, обеспечивает диверсификацию производства, развитие новых видов экономической деятельности, развивает инновационные процессы и технологии, создает стабильность на рынке, обеспечивает занятость населения, а также улучшает благосостояние социальной среды [6].

Государство реализует различные меры поддержки в сфере МБ: упрощение процедуры регистрации, развитие инфраструктуры поддержки малого предпринимательства, совершенствование системы налогообложения, предоставление грантов и субсидий, увеличение квоты закупок со стороны государства.

В энергетике же в настоящее время государственная политика реформирования также включает повышение инвестиционной привлекательности отрасли и увеличение эффективности её функционирования.

К основным преимуществам МБ относятся: оперативность и гибкость в принятии управленческих решений; относительно низкие затраты, особенно затраты на управление; малые предприятия требуют меньших капитальных затрат и меньших сроков строительства, быстрой адаптации к внедрению новых технологий и автоматизации производства, работники этого вида бизнеса более мотивированы на достижение успеха, реализацию идей и демонстрацию своих навыков, вся прибыль сконцентрирована в руках руководителей этих предприятий.

Из недостатков малого бизнеса можно назвать первоначальные большие капитальные затраты, систему налогообложения, предпочтение населения работать на государственной работе вместо старта предпринимательской деятельности с целью получения пенсии, слабую поддержку начала деятельности предпринимателей, трудности в получении всех необходимых разрешений на ведение бизнеса от правительства, низкую осведомленность населения, их недоверие и негативные ожидания [7].

Литература

1. Алпатов, А. И. Развитие малого и среднего предпринимательства России в современных условиях / А. И. Алпатов // Международный студенческий научный вестник. – 2017. – № 3. – С. 14.

2. Винокурова, М. Г. Малый бизнес в России: проблемы и перспективы развития / М. Г. Винокурова // Проблемы социально-экономического развития России : сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. – Уфа: государственное автономное учреждение дополнительного профессионального образования Институт развития образования Республики Башкортостан, 2018. – С. 114-116.

3. Гацкая, Л. П. "Зеленые" перспективы финансового развития / Л. П. Гацкая // Международный научный журнал Интернаука. Серия: Экономические науки. – 2017. – № 6(6). – С. 20-23.

4. Ищенко, М. В. Проблемы развития малого предпринимательства / М. В. Ищенко // Омские научные чтения - 2019 : материалы Третьей Всероссийской научной конференции. – Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2019. – С. 674-676.

5. Масюк, Н. Н. Предпринимательство в России : Состояние, пути развития и саморегулирование / Н. Н. Масюк, Д. Н. Маркин. – Владивосток: Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, 2018. – 164 с.

6. Репушевская, О. А. Анализ и перспективы развития малого и среднего предпринимательства в России / О. А. Репушевская // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2020. – № 2. – С. 129-135.

7. Савватеев, Е. В. Развитие малого бизнеса в России: проблемы и пути решения / Е. В. Савватеев, П. А. Новиков // Всероссийский исследовательский форум студентов и учащихся:

Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская Ирина Игоревна), 2020. – С. 25-33.

XÜLASƏ
MÜASİR MƏRHƏLƏDƏ RUSİYANIN ENERGETİKA SEKTORUNDA KİÇİK BİZNESİN İNKİŞAF PERSPEKTİVLƏRİ
Yakovleva A.E., Kaznova D.D., Xusainova E.A.

***Açar sözlər**: enerji sahəsində kiçik biznes, fərdi sahibkarlar , sahibkarlıq problemləri, inkişaf perspektivləri, müəssisələr.*

Məqalədə müasir şəraitdə Rusiya Federasiyasıda kiçik biznesin inkişaf perspektivləri müzakirə edilir. Rusiya Federasiyasında kiçik biznesin inkişafının müasir reallıqlarına uyğun gələn problemlər, habelə xüsusi diqqət tələb edən perspektivli sahələr müəyyən edilmişdir. Hazırda kiçik sahibkarlığa dövlət dəstəyinin, o cümlədən enerji sektorunda kiçik sahibkarlığın dəstəklənməsi üsul və vasitələrinin təhlilinə maraq artır. Bu baxımdan məqalədə Rusiya Federasiyasında kiçik biznesin inkişafının əsas tendensiyaları təhlil edilir. Kiçik sahibkarlıq fəaliyyətinin həyata keçirilməsinin səmərəliliyi məsələləri də öyrənilir, iqtisadiyyatın bu sahəsinin əsas üstünlükləri və çatışmazlıqları təqdim olunur.

SUMMARY
PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SMALL BUSINESS IN THE ENERGY SECTOR OF RUSSIA AT THE PRESENT STAGE
Yakovleva A.E., Kaznova D.D., Khusainova E.A.

***Key words**: small business in energy, individual entrepreneurs, entrepreneurship problems, development prospects, enterprises*

This article discusses the prospects for the development of small business in Russia in modern conditions. The problems corresponding to the modern realities of small business development in Russia, as well as promising areas that require special attention, are identified. Currently, there is a growing interest in the analysis of state support for small businesses, including methods and means of supporting small businesses in the energy sector. In this regard, the article analyzes the main trends in the development of small business in Russia. The issues of the effectiveness of the implementation of small business activities are also studied, the main advantages and disadvantages of this sphere of the economy are presented.

.

DAXİLİ AUDİTİN MÜƏSSİSƏDƏ ROLU

Əlizadə L.M.
Əqli Mülkiyyət Agentliyinin tabeliyində olan Patent və Əmtəə Nişanlarının Ekspertizası Mərkəzi, Bakı, Azərbaycan
lami.alizz03@gmail.com

***Açar sözlər**: daxili audit, auditor, KMS, yoxlanılan bölmə*

Bu məqalədə auditorlara qoyulan tələblər öz əksini tapır. Həmçinin əks olunmuş keyfiyyət auditinin məqsədi, daxili audit planı, daxili audit proqramı, daxili auditə hazırlıq məqalədə təsvir olunur. Bununla yanaşı, auditin daxili audit və xarici audit olmaqla iki növə ayrılması məqalənin əsas məzmununu təşkil edir. Digər tərəfdən məqalədə kompleks və birgə audit növləri də xüsusi yer alır. Eləcə də, məqalədə əsas yeri daxili audit prosedurunun mərhələləri tutur.

Audit ilk dəfə Amerikada keyfiyyət sistemini sınaqdan keçirmək üçün istifadə edilmişdir. Sonra ISO 9000 seriyalı standartların meydana çıxması ilə audit prosesi bütün Avropaya yayıldı. Audit razılaşdırılmış audit meyarlarının nə dərəcədə yerinə yetirildiyini müəyyən etmək üçün sistemli, müstəqil və sənədləşdirilmiş bir prosesdir. Auditlər səlahiyyətli şəxslər(auditorlar) tərəfindən həyata keçirilir. [10, s.340]

Auditin məqsədi:

- təşkilatın KMS-nin İSO 9001-2015 tələblərinə və audit meyarlarına uyğunluq dərəcəsinin müəyyən edilməsi;
- KMS-nin məhsulların normativ tələblərə və müqavilənin tələblərinə uyğunluğunu təmin etmək qabiliyyətinin qiymətləndirilməsi;
- qarşıya qoyulan məqsədlərə nail olmaq üçün KMS-nin effektivliyinin qiymətləndirilməsi;
- KMS-nın təkmilləşdirilmiş sahələrinin müəyyən edilməsi.

Keyfiyyət auditi fəaliyyətlərin və keyfiyyət nəticələrinin planlaşdırılan fəaliyyətlərə uyğunluğunu, habelə fəaliyyətlərin həyata keçirilməsinin effektivliyini və qarşıya qoyulmuş məqsədlərə nail olmaq üçün uyğunluğunu müəyyən edən sistemli və müstəqil yoxlamadır. Keyfiyyət auditləri iş yerlərinin faktiki yoxlanılmasını və işin gedişatının müşahidəsini tələb edir. Keyfiyyət sisteminin effektivliyinin təhlili planlı şəkildə, çox vaxt ildə bir dəfə həyata keçirilir. Audit keyfiyyət sisteminin effektivliyinin illik təhlilindən daha tez-tez həyata keçirilə bilər.

Keyfiyyət auditinin məqsədi aşağıdakıları təsdiqləməkdir:
- məhsulların təyinatına uyğunluğu;
- müvafiq yazılı prosedurların tətbiqi;
- normativ və hüquqi tələblərə ciddi riaət edilməsi;
- məhsullarda və ya idarəetmə sistemlərində çatışmazlıqların müəyyən edilməsi;
- texniki şərtlərin yerinə yetirilməsi;
- riskləri müəyyən etmək üçün məlumatların toplanması.

Keyfiyyət sisteminin daxili auditi (birinci tərəf auditləri) və xarici auditi (ikinci və üçüncü tərəf auditləri) ola bilər. Birinci tərəfin daxili auditi auditin aparıldığı müəssisənin bu fəaliyyət üçün müvafiq təlim keçmiş işçiləri tərəfindən həyata keçirilir. İkinci tərəfin xarici auditi istehlakçılar və ya müştərinin etibar etdiyi təşkilat tərəfindən həyata keçirilir . Üçüncü tərəfin xarici auditi KMS-in QOST R ISO 9001 tələblərinə uyğunluğunun sertifikatlaşdırılması məqsədilə xarici müstəqil təşkilatlar tərəfindən həyata keçirilir. Üçüncü tərəfin xarici auditi həm istehlakçı müəssisənin tələbi ilə təchizatçı müəssisələrdə, həm də öz ərizəsinə uyğun olaraq müəssisənin özündə aparıla bilər. Daxili audit təşkilatın daxili ehtiyaclarını ödəmək üçün həyata keçirilir. Daxili keyfiyyət auditi uyğunsuzluqların səbəblərini müəyyən etməyə, qabaqlayıcı və düzəldici tədbirlərin görülməsinə imkanları qiymətləndirməyə yönəldilmişdir. [7, s.341]

Təşkilatda KMS-in daxili auditinin məqsədləri aşağıdakı kimidir:
- KMS-nin fəaliyyətinin səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi və onun optimallaşdırılması imkanlarının müəyyən edilməsi;
- KMS-in mövcud standartlara uyğunsuzluğunun müəyyən edilməsi;
- auditin nəticələrinə əsasən düzəldici tədbirlərin həyata keçirilməsinin uğurunun monitorinqi.

Keyfiyyət sisteminin daxili auditinin aparılmasına aşağıdakı səbəblər səbəb ola bilər:
- keyfiyyət sisteminin effektivliyinin planlı təhlili;
- keyfiyyətin yüksəldilməsi üçün həyata keçirilən tədbirlərin qiymətləndirilməsi;
- məhsulun keyfiyyəti ilə bağlı problemlər.

Daxili audit proseduru beş əsas mərhələdən ibarətdir:
- daxili auditin planlaşdırılması;
- daxili auditin hazırlanması;
- daxili auditin aparılması;
- audit nəticələrinin qeydiyyatı;
- düzəldici və qabaqlayıcı tədbirlərə nəzarət.

Daxili auditlər həm planlı, həm plansız ola bilər. Plandankənar yoxlamalar müəssisə rəhbərliyinin qərarı ilə həyata keçirilir. Daxili audit elə planlaşdırılmalıdır ki, hər bir proses və ya prosedur, eləcə də fəaliyyəti məhsulun keyfiyyətinə təsir edən hər bir şöbə sistematik şəkildə yoxlanılsın. Planlaşdırılmış auditlər bir il ərzində tərtib edilmiş və təşkilatın bütün şöbələrinin və keyfiyyət sisteminin bütün elementlərinin auditini əhatə edən cədvələ uyğun olaraq həyata keçirilir. Burada müəssisənin şöbələri, auditin keçirilmə tarixləri, auditin mövzuları, yoxlanılan normativ sənədlər göstərilir. [8, s.341]

Daxili auditin planlaşdırılması üç addımdan ibarətdir:
- daxili audit planının tərtib edilməsi;
- bütün bölmələrin daxili auditə daxil edilməsi üçün onların uzlaşdırılması;
- daxili audit planının təsdiqi.

Daxili audit planı keyfiyyət menecmenti nümayəndəsi tərəfindən təsdiq edilir. Daxili audit planının tərtib edilməsi üçün əsas QOST R ISO 9001-2008 tələblərinə uyğunluğu yoxlanılmalı olan KMS-nin bütün prosesləri və sənədləridir. Daxili audit planını tərtib etdikdən sonra keyfiyyət menecmentinin nümayəndəsi onu departament rəhbərləri ilə razılaşdırır. Daxili audit planı müəssisənin rəhbəri tərəfindən təsdiq edilir. Auditin hazırlanması zamanı müəssisənin rəhbərliyi və auditin rəhbəri yoxlanılacaq prosesləri, təşkilati bölmələri və keyfiyyət sisteminin elementlərini təsvir edir. [1, s. 343]

Daxili auditə hazırlıq dörd mərhələdən ibarətdir:
- daxili audit qrupunun yaradılması;
- daxili audit proqramının hazırlanması;
- daxili audit üçün yoxlama vərəqlərinin hazırlanması;
- yoxlanılan bölməyə bildiriş.

Auditlərin nəticələrinə əsasən, onun effektivliyini artırmaq üçün KMS daxilində qabaqlayıcı və düzəldici tədbirlərin görülməsinə ehtiyac müəyyən edilir. Kənar audit təşkilatın kənar fəaliyyətlərinin həyata keçirilməsində ehtiyacları ödəmək üçün həyata keçirilir. Kənar auditin əsas məqsədi məlumatların maksimum obyektivliyini və müstəqilliyini təmin etməkdir.

Daxili audit qrupunun formalaşdırılması müstəqillik prinsipinə əsaslanır, yəni auditorlar öz fəaliyyətlərini yoxlamamalıdırlar. Audit qrupu yoxlanılan bölmənin fəaliyyəti və onun xüsusiyyətləri ilə tanış olmalıdır. Audit üçün daxili təchizatçılar və ya yoxlanılan şöbənin məhsullarının istehlakçısı olan şöbələrdən auditorların seçilməsi tövsiyə olunur. Audit qrupunun üzvlərinin ixtisas və biliklərinə və onların sayına qoyulan tələblər auditin predmetinə, məqsədlərinə və həcminə uyğun olmalıdır. Qrupun tərkibi baş auditor tərəfindən formalaşdırılır və keyfiyyətin idarə edilməsi üzrə nümayəndə tərəfindən təsdiq edilir. Baş auditor, adətən, keyfiyyət menecmentinin nümayəndəsi tərəfindən təyin edilir və müəssisənin rəhbəri tərəfindən təsdiq edilir.

Daxili audit proqramı keyfiyyət menecmenti nümayəndəsi tərəfindən təsdiq edilir. İki nüsxədə tərtib edilərək qrupun baş auditoruna və yoxlanılan bölmənin rəhbərinə göndərilir. Auditə cəlb olunan auditorlar proqramlardan yoxlama siyahıları və digər iş sənədlərini hazırlamaq üçün əsas kimi istifadə edirlər. yoxlama siyahıları daxili audit qrupu tərəfindən tərtib edilir, onlar yoxlanılan bölmənin fəaliyyəti ilə bağlı ümumi və xüsusi sualların siyahısıdır.

Baş auditor yoxlanılan bölmənin rəhbərinə qarşıdan gələn audit barədə məlumat verir ki, bu da ona auditə hazırlaşmağa imkan verir. Bildirişlə birlikdə audit proqramı menecerə göndərilir.

Problemləri təyin etmə və həll etmə yolları: Auditin effektivliyi auditorların təcrübəsindən, bacarıqlarından və.s asılıdır. Problemlərin çoxu isə bu səbəbdən yaranır. Bir çox müəssisələr hər zaman daxili audit proseduruna lazımi diqqət göstərmirlər. Bu çox vaxt auditə rəsmi münasibət, bu prosedurun həyata keçirilməsi prosedurunu bilməmək və sonradan tanış olacağımız digər problemlər ilə əlaqədardır. KMS-in daxili auditinin aparılması tələbinin 1987-ci il İSO 9000 beynəlxalq standartlarında ortaya çıxmasına baxmayaraq müxtəlif müəssisələrdə daxili auditin aparılmasının xüsusiyyətləri, iştirakçıların problemləri haqqında hələ də məlumat çatışmazlığı var. Auditləri planlaşdırarkən və ya apararkən müəssisələrin mütəxəssisləri qərarlarının düzgünlüyünə dair çoxlu suallar və şübhələrlə üzləşirlər və daxili auditlər haqqında onların istinad edə biləcəyi heç bir məlumat bazası yoxdur. Yalnız son illərdə bu sahədə müsbət tendensiya müşahidə olunub, auditin təşkili ilə bağlı daha çox məqalə dərc olunub, "Keyfiyyətin idarə edilməsi metodları" jurnalında "Audit toqquşmaları" bölməsi dərc olunub və bu problemi qismən də olsa həll edir. Keyfiyyət idarəetmə sisteminin güclü və zəif tərəflərinin qiymətləndirilməsi üçün daxili audit prosesinin yaxşı idarə olunması təmin edilməlidir. Daxili audit prosesi hər hansı seçilmiş prosesi və ya fəaliyyəti müstəqil qiymətləndirmək üçün bir vasitə kimi xidmət edir. Əgər rəhbərlik auditi planlaşdırarkən və apararkən öz öhdəliklərinə ciddi yanaşmırsa və ya onları tam yerinə yetirmirsə, bu, ciddi problemlərə səbəb ola bilər. Daxili auditlə bağlı problemləri həll etmək üçün daxili audit aparılarkən əsas müştərilərlə dərhal razılaşmaq və müəssisədə onun nəzarət funksiyası haqqında ümumi anlaşmaya gəlmək lazımdır. Daxili nəzarət sisteminin qurulması daxili auditin vəzifəsi deyil, rəhbərliyin vəzifəsidir. Daxili audit prosedurların hazırlanması mərhələsində məsləhət xidmətləri göstərə bilər və bununla da müəssisəyə böyük fayda gətirə bilər, lakin daxili nəzarət sisteminin yaradılması və saxlanmasına cavabdeh deyildir. Daxili auditin qiymətləndirilməsi daxili audit xidmətinin saxlanması xərcləri kimi deyil, onun faydalılığı baxımından aparılmalıdır. Daxili audit xidmətinin işinə qiymət daxili auditorlarla sıx əlaqədə olan və onların işinin nəticələrini görən müəssisənin rəhbəri tərəfindən verilə bilər. Nəzarət məsələlərini müəyyən etmək və nəzarətin davam etməsini təmin etmək üçün daxili audit aparılmalıdır. Beləliklə, bu gün daxili auditin geniş imkanlarını nümayiş etdirmək və müəssisələrin sahibləri və rəhbərliyi üçün zəruriliyini sübut etmək üçün əlverişli şərait var.

Nəticə. Daxili auditlər (yoxlamalar) müəssisənin keyfiyyət idarəetmə sisteminin rəhbərliyi tərəfindən həyata keçirilən yüksək nəzarət formasıdır. Onlar keyfiyyət sahəsində nəticələrin planlaşdırılan fəaliyyətlərə, İSO 9001:2000 tələblərinə, habelə müəssisənin özü tərəfindən yaranmış tələblərə uyğunluğunu müəyyən etmək ilə həyata keçirilir. Auditin aparılması üçün mövcud üsulların təhlili həyata keçirilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, bu üsullar İSO standartının müddəalarına əsaslanır. Təhlil olunan üsullar müəssisənin xüsusiyyətləri nəzərə alınmadan işlənib hazırlanmışdır. Daxili audit prosesinin effektivliyini və səmərəliliyini yüksəltməyə yönəlmiş və prosesin səmərəliliyinə amillərin və şərtlərin təsirini nəzərə almaqla onun aparılması metodologiyası işlənib hazırlanmış və tətbiq edilmişdir. Metodologiya prosesin idarə edilməsinin nəticələri ilə KMS arasında əlaqəni müəyyən etmək üçün prosesin effektivlik göstəricisinin zamanla dəyişməsinin birgə qiymətləndirilməsinə və onun effektivliyinin planlaşdırılmış göstəricisinin həyata keçirilməsinə əsaslanır. Hazırda müəssisədə daxili audit sisteminin olması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Ədəbiyyat

1. Aronov A. Theory of strategic management: a process approach/A. M. Aronov, I. Ya. Blekhtsin, A. N. Petrov; by ed. A.N. Petrova. SPb: Publishing house of Saint-Petersburg State University of Economics,2017

2. Bondareva E. V. The Shuhart-Deming cycle and its modern variations /Bondareva E. V. // In the collec tion: Patterns and Contradictions of the Development of National Economic **Systems: An** International Sci entific and Practical Conference. Stavropol: Agrus,2017;

3. Сероштан, М. В. Управление качеством: Учебник / Михеева Е.Н., Сероштан М.В., - 2-е изд., испр. и доп. - М.:Дашков и К, 2017;

4. Dunaeva V. I. Internal audit of the quality management system / Dunaeva V. I., Dunaev A. N. // Bulletin of the Tula branch of the Financial University.2017;

5. Gorbunov A.V. Internal Audit of the Quality Management System / Gorbunov A. V. // Quality Management.2018;

6. Khokhlova T. D. Audit in the quality management system / Khokhlova, T. D., Lantseva, N. N., Gracheva, O. G. // In the collection: Problems of Biology and Biotechnology; Novosibirsk State Agrarian University.2017;

7. Ким А. В. Внутренний аудит как инструмент эффективного функционирования системы менеджмента качества / Ким А. В. // EurasiaScience: Сборник статей XII Международной научно практической конференции. - 2017;

8. Митрофанов Д. Е. Внутренний аудит системы менеджмента качества на предприятии / Мит рофанов Д. Е.. Онучина А. А., Шпак Е. В., Лопатина Е. Н. // Молодой ученый. - 2018;

9. Проблемы биологии и биотехнологии. Новосибирский государственный аграрный университет.2017

10. Zolotareva A. E. Quality Audit / Zolotareva A. E. // In the collection: The Science of the Young is the fu ture of Russia//Ed.ed.A.A.Gorokhov. 2017.

РЕЗЮМЕ
РОЛЬ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА НА ПРЕДПРИЯТИИ
Ализаде Л.М.

Ключевые слова*: внутренний аудит, аудитор, КМС, проверяемый участок*

В статъе описаны требования к аудиторам. Также описаны цель отраженного аудита качества, план внутренного аудита, программа внутренного аудита, подготовка к внутреннему аудиту. Кроме того, разделение аудита на два вида, внутренний аудт, составляет основное содержание статъи. С другой стороны, особое место в статъе занимают комплексные и совместные виды проверок, этапы процедуры внутреннего аудита.

SUMMARY
T THE ROLE OF INTERNAL AUDIT IN THE ENTERPRISE
Alizadeh L.M.

Keywords*: internal audit, auditor, KMS, section being inspected*

This article describes the requirements for auditors. Also, the purpose of reflected quality audit, iternal audit plan, internal audit program, preparation for iternal audit are described in the article. In addition, the division of audit into two types, iternal audit and external audit, constitutes the main content of the article. On the other hand, complex and joint types of audits have a special place in the article. Also, the main place in the article is occupied by the stages of the internal audit procedure.

ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБЪЕКТА РАБОТ

Асланлы К.А.
ООО "ГЕОТЕХКОНСАЛТИНГ", г. Москва,, Российская Федерация.

Ключевые слова*: разведочное бурение, рудная минерализация, медно-никелевых руд сульфидной минерализации, базит-гипербазитов*

В статье отражены географическое и экономическое положение района, стратиграфия, тектоника, магматизм, полезные ископаемые и законы их распределения в данной местности, горно-геологические и ориентировочные особенности объекта работ, подробная постановка и обоснование задач, методы, применяемые при их решение. Также приведены технические средства, при помощи

которых будет осуществляться геолого-экономическая оценка участка, объемы работ и технико-экономическое обоснование.

Предлагается рассматривать месторождение Елкинское как крупнообъемный объект с невысокими средними содержаниями меди и никеля, пригодный к отработке подземным способом.

Месторождение сульфидных медно-никелевых руд «Елкинское» пространственно и генетически связано с одноименным массивом базит-гипербазитов, относящемуся к мамонскому интрузивному комплексу. Площадь интрузии составляет 9,3 км^2.

Месторождение приурочено к западной части Елкинского норит-диоритового интрузивного массива, располагаясь среди амфиболизированных средне-крупнозернистых норитов. Месторождение представляет собой линзу минерализованных среднезернистых амфиболизированных норитов длиной по простиранию более 1 500 м, по падению более 1000м и мощностью до 100 м, падающую на северо-запад под углом 80-85^0, со склонением на север-восток 50^0 под углом 70-75^0. В «лежачем» и «висячем» боках зоны соответственно на расстоянии 10-50м и 10-30м прослеживается нарушения северо-восточного простирания с падением на северо-запад [2].

Рудная минерализация с содержанием никеля от 0,3% тяготеет к участкам рассланцевания, и чаще всего находится в сростках с тонкими агрегатими амфиболов. Размер зерен, в основном, 0,2-0,5мм.

На стадии поисково-оценочных работ в 2012-2013г.г. было пробурено 23 скважины, в 8 профилях. Глубина скважин изменялась от 385м до 1390м, при среднем значении 860п.м. Бурение скважин велось под углом 65° по азимуту 135°. Учитывая степень изученности и плотность поисковой сети, ресурсы полезных компонентов месторождения «Елкинское» отнесены к категориям C_2 и P_1.

Оруденение в пределах рудной залежи неравномерное, пустые интервалы чередуются с рудными. Выделить отдельные рудные тела сложно из-за недостатка информации, поэтому ресурсы подсчитывались в контуре с содержанием никеля более 0,3%. При этом внутри контура из подсчета среднего содержания исключались рядовые пробы с содержанием никеля менее 0,3%, но учитывался линейный коэффициент рудоносности, который рассчитывался как отношение общей длины рудных интервалов с содержанием никеля более 0,3% к общей длине интервала. Средний коэффициент рудоносности рассчитывался как среднее арифметическое между подсечениями и распространялся на всю рудную залежь, включая прогноз. Среднее содержание по стволу рассчитывалось как средневзвешенное на длину. Так же рассчитывалось средневзвешенное содержание по всему месторождению. Объемный вес руд определен по результатам физических свойств образцов, отобранных по руде через 2,0 м. Всего было учтено 37 определений, средний объемный вес составил 3,26 т/м^3

Проекция скважин выносилась на вертикальную плоскость, поэтому при подсчете прогнозных ресурсов использовалась горизонтальная мощность, затем вычислялась средняя мощность. Предполагаемое распространение оруденения определялось с учетом магнитной аномалии и распространения ореола сульфидной вкрапленности. Глубина подсчета принята до горизонта -1000 м. В связи с неясностью характера выклинивания, средняя мощность распространялась на весь контур рудной залежи [1].

Для подсчета прогнозных ресурсов приняты следующие условия:

- минимальное содержание никеля в оконтуривающей пробе 0,3%;
- глубина подсчета – до горизонта -1000 м;
- объемный вес руды – 3,26 т/м^3;

Подсчет запасов и прогнозных ресурсов никеля, меди и кобальта на месторождении «Елкинское» выполнен при среднем содержании никеля 0,98%, меди – 0,136%, кобальта – 0,036%.

Предварительный подсчет запасов и оценка ресурсов показывают, что месторождение Елкинское относится к крупному типу.

Исходя из результатов химического анализа технологических проб можно сказать что содержания вредных примесей, за исключением мышьяка, находятся в допустимых пределах к требованиям их содержания при пирометаллургической переработке руд. Содержание мышьяка составляет 0,011%.

По сложности геологического строения месторождение «Елкинское» относится к 2 группе в соответствии с Инструкцией ГКЗ по применению классификации запасов к месторождениям кобальтовых и никелевых руд.

Площадь работ имеет выгодное экономическое положение - ближайший населённый пункт п. Елка находится в 0,3 км к северу от месторождения, ближайшая железнодорожная платформа

расположена в 2 к северо-востоку от месторождения и в 6 км к востоку от ж.д.ст. Елань-Колено, ближайшая автомобильная дорога проходит в 2 км к юго-западу и соединяется с магистралью в р.ц. Таловая и Новохоперск. В настоящее время п. Елка заброшен, население отсутствует.

В орографическом отношении участок месторождения приурочен к южной части Окско-Донской низменности, представляющей собой слабо волнистую равнину, расчлененную речной и овражно-балочной сетью. Абсолютные отметки поверхности в районе месторождения колеблются от 89 до 110 м.

Речная сеть принадлежит бассейну реки Дон. Она представлена притоками реки Хопер – реками Еланью и Савалой. Месторождение расположено на правом берегу р. Елань.

зи с этим развитие данной сферы является необходимым и должно следовать современным тенденциям. Одним из главных направлений развития на данный момент во всех сферах является трансформация и цифровизация предприятий, которые нацелены на повышение эффективности, динамичности и гибкости. Район месторождения расположен на границе лесостепной и степной зон. Основные почвы территории – черноземы, мощность которых на водоразделах достигает 1-1,5 м, реже – песчаные почвы.

Климат района умеренно-континентальный, со среднегодовой температурой +6,1°. Самый холодный месяц – январь (средняя температура –9,2°), самый теплый – июль (+18,2^{o}). Среднее количество осадков – 450-500 мм/год.

Промышленность в районе месторождения развита слабо. Немногочисленные предприятия по переработки сельскохозяйственной продукции расположены в поселке Елань-Колено и в районном центре – г. Новохоперске.

Плотность населения в районе месторождения достигает 60-100 человек на 1 км.^{2}. Населенные пункты расположены на расстоянии 3-10 км один от другого. Рабочей силой район обеспечен.

Исходя из выше сказанного данный объект является перспективным для дальнейшего освоения, а именно, для проведения разведочных работ на месторождении Елкинское.

Литература

1. Кривцов И.И., Молотков В.С., Чернышева М.Н. и др. Отчет по теме: «Локальный прогноз сульфидного медно-никелевого оруденения юго-восточной части ВКМ». Воронеж. 1990.
2. Олейников В.В., Киселев Б.В. и др. Отчет о результатах поисково-оценочных работ на Еланском рудопроявлении сульфидных никелевых руд в пределах норитовых интрузий Елань-Эртильской зоны за 1985-1989 гг., 1989

XÜLASƏ
OBYEKTİN İŞLƏRİNİN GEOLOJİ VƏ İQTİSADİ QİYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

Aslanlı K.A.

Açar sözlər: *kəşfiyyat qazması, filiz minerallaşması, sulfid minerallaşması olan mis-nikel filizləri, mafik-hiperbazlı süxurlar*

Məqalədə ərazinin coğrafi və iqtisadi vəziyyəti, stratiqrafiyası, tektonikası, maqmatizmi, faydalı qazıntıları və onların ərazidə yayılma qanunauyğunluqları, iş obyektinin mədən-geoloji və təxmini xüsusiyyətləri, tapşırıqların müfəssəl tərtibi və əsaslandırılması, istifadə olunan metodlar öz əksini tapmışdır. Sahənin geoloji-iqtisadi qiymətləndirilməsinin, işlərin həcminin və texniki-iqtisadi əsaslandırmanın aparılacağı texniki vasitələr də verilmişdir.

SUMMARY
GEOLOGICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE WORKS OF OBJECT

Aslanli K.A.

Keywords: *exploratory drilling, ore mineralization, copper-nickel ores with sulfide mineralization, mafic-hyperbasic rocks*

The report reflects the geographical and economic position of the area, stratigraphy, tectonics, magmatism, minerals and the laws of their distribution in the area, mining and geological and approximate features of the work object, detailed formulation and justification of tasks, methods used to solve them. The technical means by which the geological and economic assessment of the site, the scope of work and the feasibility study will be carried out are also given.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Князева А.В., Троцианская Л.В., Хасанова З.Р., Валеева Ю.С., Салихова Р.Р.
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Российская Федерация
knyazeva_0215@inbox.ru , trocianskaaludmila@gmail.com, khasanova0107@mail.ru
valis2000@mail.ru

Ключевые слова: *цифровизация, теплоснабжение, Российская Федерация, тепловые сети, проблемы теплоснабжения.*

В наши дни развитие России делает все больший упор на цифровизацию всех важных отраслей, который предполагает совершенствование производственных процессов с помощью внедрения информационных технологий. Одной из таких отраслей является тепловая промышленность, которая занимает важнейшее место в жизнедеятельности всей страны. В данной статье рассмотрены такие вопросы как роль цифровизации в данной сфере, проблемы теплоэнергетики и перспективы внедрения цифровых технологий в деятельность предприятий теплоснабжения. Кроме того, представлены актуальные разработки в данной сфере, которые имеют практическое применение на данных момент.

Теплоснабжение является одной из ведущих отраслей в России, которая обеспечивает рост экономической, политической и социальной стабильности. Как известно, российская тепловая сеть считается самой протяженной в мире и составляет 170 тыс. км в двухтрубном исчислении. Протяженность тепловой сети в зависимости от размера населенного пункта составляет от 300 км до 3000 км и более. Кроме того, Российская Федерация занимает 4-ое место по объему производства тепловой энергии и расхода топлива [1]. В свя

За последние годы особенно возрос интерес к цифровизации, который предполагает развитие «умного» общества и «умных» городов. Сам термин «цифровизация» можно трактовать в нескольких вариациях: как оцифровка данных, создание единого документооборота, который будет обеспечивать полноту, достоверность и единообразие всей необходимой информации, так и создание единой платформы интегрированной на региональном уровни для повышения эффективности и качества всей отрасли [2]. Подобный прогресс обычно приводит к изменению экономического уклада и формированию новых отраслей. Толчком к развитию теплоэнергетики в данном направлении стал принятый в 27 июля 2010 года Федеральный закон «О теплоснабжении», основной целью которого является повсеместное качественное и надежное развитие отрасли в масштабах всех страны [5]. Так, в 2022 году в России будет реализован пилотный проект «Цифровое теплоснабжение», который предполагает полное переоборудование предприятий теплоснабжения отечественными продуктами. Данное решение было связано с повышением в несколько раз спроса на технологии российского производства из-за санкций и ухода зарубежных IT-компаний с российского рынка, что предоставило возможность российским разработчикам показать себя и занять выгодные позиции на рынке программных продуктов.

На данный момент перед российскими программистами встали такие проблемы как сокращение количества аварий и времени отключения потребителей от теплоснабжения; сокращение количества несчастных случаев на предприятиях; повышение качества управления процессами; повышение эффективности работы предприятий; снижение тепловых потерь; снижение расходов на обслуживание оборудования, и, как следствие, недопущение роста тарифов на теплоснабжение. Основной проблемой теплоснабжения на сегодняшний день является большой износ оборудования, который является первопричиной возникновения большинства аварий тепловых сетей. Это связано с тем, что большинство тепловых электростанций начали эксплуатироваться с середины прошлого века и отработали свой срок эксплуатации дважды. Однако, провести масштабную реконструкцию и замену оборудования в стране не имеет возможности из-за больших финансовых вложений. Решением может стать внедрение и применение цифровых систем на предприятиях, которые будут нацелены как на мониторинг сетей, что снизит количество аварий и дефектов на 1% на 500 км тепловых сетей в населенных пунктах, так и на создание масштабного документооборота, который снизит трудозатраты на согласование и обмен документацией между регионами до 50%. Данное решение способно сократить затраты городского бюджета на несколько сотен миллион рублей в год [4].

Примером программного комплекса в рамках программы «Цифровое теплоснабжение» является разрабатывающаяся единая платформа цифрового ресурсообеспечения, которая будет

состоять из 11 программных модулей нацеленных на решение следующих проблем от генерации до потребителя:

– снижение потребления электроэнергии;
– контроль потребления и качества;
– снижение затрат на обслуживание;
– снижение затрат на нецелевое использование теплосетей;
– анализ загрузки тепловых сетей;
– снижение количества перевозок;
– оптимизация использования тепловых сетей.

В совокупности все модули позволяют автоматизировать все основные бизнес-процессы цифровой теплоэнергетики. К маю 2022 года было разработано 6 модулей, часть из которых уже внедрены и активно используются на таких предприятиях как АО «Русатом Инфраструктурные решения» и ООО «Тепловодоконал». Завершение разработки всего программного комплекса планируется на 2022-2023 годы [3].

Проект «Цифровое теплоснабжение» является необходимым и востребованным решением в наши дни. И хотя многие предприятия осознали необходимость внедрения новых информационных технологий для повышения эффективности и сокращения затрат, реализация крупномасштабных проектов только начинается. На данный момент существуют лишь единицы завершенных проектов, которые успешно внедрены и активно используются в нашей стране. Предприятия будущего с каждым годом все больше нуждаются в цифровизации, что делает данную проблему все более актуальной.

Литература

1. Цуверкалова О.Ф. Анализ современного состояния и тенденции развития отрасли теплоснабжения в РФ // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – № 11-3. – С. 554-559.
2. Цуверкалова, О. Ф. Проблемы цифровизации теплоснабжения в Российской Федерации / О. Ф. Цуверкалова // Результаты современных научных исследований и разработок : сборник статей XI Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 27 ноября 2020 года. – Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г.Ю.), 2020. – С. 147-150.
3. «Цифровое тепло» российского происхождения // Энергетика и промышленность России URL: https://www.m.eprussia.ru/epr/437-438/2720818.htm (дата обращения: 06.10.2022).
4. Теплосети в 2020: преимущества цифровизации // Цифровая экономика URL: https://www.comnews.ru/digital-economy/content/208954/2020-09-07/2020-w37/teploseti-2020-preimuschestva-cifrovizacii (дата обращения: 06.10.2022).
5. Федеральный закон «О теплоснабжении» N 190-ФЗ с изменениями на 1 апреля 2020 года [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/12177489/ (дата обращения: 06.10.2022).

XÜLASƏ
İSTİLİK TƏMİNATI MÜƏSSİSƏLƏRİNİN RƏQƏMSALLAŞDIRILMASI
Knyazeva A.V., Trotsianskaya L.V., Xasanova Z.R., Valeyeva Y.S., Salixova R.R.

Açar sözlər: *rəqəmsallaşma, istilik təchizatı, Rusiya Federasiyası, istilik şəbəkələri, istilik təchizatı problemləri.*

Hazırda Rusiya Federasiyasının inkişafı informasiya texnologiyalarının tətbiqi yolu ilə istehsal proseslərinin təkmilləşdirilməsini nəzərdə tutan bütün mühüm sənaye sahələrinin rəqəmsallaşdırılmasına getdikcə daha çox diqqət yetirir. Bu sahələrdən biri də bütün ölkənin həyatında mühüm yer tutan istilik sənayesidir. Bu məqalədə bu sahədə rəqəmsallaşmanın rolu, istilik energetikasının problemləri və istilik təchizatı müəssisələrinin fəaliyyətində rəqəmsal texnologiyaların tətbiqi perspektivləri kimi məsələlər müzakirə olunur. Bundan əlavə, bu sahədə hazırda praktik tətbiqi olan cari inkişafı təqdim olunur.

SUMMARY
DIGITALIZATION OF HEAT SUPPLY ENTERPRISES
Knyazeva A.V., Trotsianskaya L.V., Khasanova Z.R., Valeeva Y.S., Salikhova R.R.

Keywords: *digitalization, heat supply, Russia, heat networks, problems of heat supply*

Nowadays, the development of Russia is placing more and more emphasis on the digitalization of all-important industries, which involves the improvement of production processes through the introduction of information technologies. One of these industries is the thermal industry, which occupies an important place in the life of the whole country. This article discusses such issues as the role of digitalization in this area, the problems of thermal power engineering and the prospects for the introduction of digital technologies in the activities of heat supply enterprises. In addition, current development in this area, which have practical application at the moment are presented.

ЭКОНОМИКА В ЭНЕРГЕТИКЕ

Сабирова И. И., Хусаинова Е. А.
Казанский государственный энергетический университет, Казань, Российская Федерация
Iliana.sabirova@mail.ru, Ekaterina0686@yahoo.com

***Ключевые слова**: энергетическая экономика, энергетика, стратегия развития, направления, экономика*

Экономика энергетики рассматривает рыночные силы, государственную политику, влияющую на энергетический сектор. В статье рассмотрены элементы энергетической компании, а также стратегия по улучшению работы в сфере энергетики.

В национальной экономике любого государства энергетическая экономика играет особую роль. Оценка должна учитывать потенциальные возможности, а не только текущий уровень развития. Если рассматривать энергетическую ситуацию во всем мире, то ее можно считать относительно безопасной, поскольку запасы ископаемого топлива довольно велики.

Экономика энергетического сектора имеет свои собственные технологические особенности, которые отличаются от других секторов экономической деятельности, начиная с добычи топливных ресурсов и заканчивая производственным взаимодействием. В результате формируется целый топливно-энергетический комплекс. Почти все промышленные предприятия представляют собой организационную структуру, выраженную в материальной форме. Основные производственные активы, участвующие в процессе создания богатства, обеспечивают условия для ее функционирования. Основными элементами любой энергетической компании выступает гидравлическое, турбинное или аналогичное оборудование. Различия между энергетическими и промышленными фондами заключаются в более значительном соотношении энергетического оборудования и сооружений. Поэтому экономика и управление в энергетическом секторе требуют другого подхода. В процессе эксплуатации производственные фонды со временем теряют качественные характеристики, то есть их стоимость постепенно снижается, а также изнашивается оборудование. Энергетический сектор имеет особое значение для социально-экономического развития Российской Федерации.

Энергетика - одна из отраслей с высокими темпами роста технического прогресса. Главная цель - развивать отрасль в области инноваций и бесперебойной работы. Принятая стратегия включает в себя несколько важных задач:

1. Обеспечение высокого уровня безопасности и эластичного спроса на энергетические ресурсы.
2. Формирование инновационного сектора в государстве, отличающегося максимальной эффективностью.
3. Проведение успешной интеграции всей отрасли непосредственно в мировую систему.
4. Достижение экологической эффективности функционирования топливно-энергетического комплекса.
5. Формирование стабильной институциональной среды в сфере энергетики.

Для реализации вышеуказанных задач и достижения основных приоритетов используется специальная модель, подразумевающая комплексный подход к планированию. Она основана на геополитических и макроэкономических интересах страны, а также на реальной ситуации в этом секторе. Инвестиции в атомную энергетику могут быть оправданы с экономической точки зрения в двух случаях: если цены не превышают те, которые установлены при альтернативных вариантах производства; если спрос достаточно велик, чтобы полученная энергия реализовывалась по цене, значительно превышающей себестоимость. В 1970-х годах атомная энергетика считалась перспективной областью, поскольку цены на нефть и уголь быстро росли. Однако по прошествии десяти лет стало ясно, что такие рассуждения ошибочны. Спрос на электроэнергию резко упал, и стоимость традиционного топлива начала незначительно снижаться. Для развития энергетической экономики в любой стране необходимо регулярно анализировать полученные знания и совершенствовать их, а также ставить определенные задачи и стараться решать их наиболее эффективными способами. Экономический опыт и необходимым условием является системный подход к решению проблем, связанных с энергетическими комплексами.

Таким образом, экономика энергетики - это применение экономики к энергетическим вопросам. Центральные проблемы энергетической экономики включают спрос и предложение на каждое из основных видов топлива, широко используемых, конкуренцию между этими видами топлива, роль государственной политики и воздействие на окружающую среду. Учитывая его

мировое значение в качестве топлива и потрясения на его рынках, экономика нефти является особенно важным элементом энергетической экономики. Другие усилия были направлены на переработку природного газа, угля и урана. Отрасли, преобразующие и распределяющие энергию, в частности электроэнергетика, также получают большое внимание.

Литература

1. Борисов С.А. Экономика энергетики [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.nntu.ru/sites/default/files/file/svedeniya-ob-ngtu/inel/obrazovanie/och/bak/13.03.02/

2. Интернет-ресурсы «FB.ru » [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://fb.ru /

3. Панова А.В. Экономика и энергетика: учеб. пособие. пособие / А.В. Панова; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. - Владимир: Изд-во ВГУ, 2013. - 87 с.

4. Чарышкина А.В. Особенности экономики в энергетической отрасли // Молодой ученый. 2017. - № 12. - С. 373-376.

XÜLASƏ
ENERGETİKANIN İQTİSADİYYATI
Sabirova İ.İ., Xusainova E.A.

***Açar sözlər**: enerji təsərrüfatı, energetika, inkişaf strategiyası, istiqamətlər, iqtisadiyyat.*

Energetikanın iqtisadiyyatı bazar qüvvələrinə, enerji sektoruna təsir edən hökumət siyasətlərinə baxır. Məqalədə enerji şirkətinin elementləri, eləcə də enerji sektorunda işin təkmilləşdirilməsi strategiyası müzakirə olunur.

SUMMARY
ECONOMY OF ENERGY
Sabirova I. I., Khusainova E. A.

***Keywords:** energy economy, energy, development strategy, directions, economy.*

Energy economics looks at market forces, government policies that affect the energy sector. The article discusses the elements of an energy company, as well as a strategy for improving work in the energy sector.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ СОВРЕМЕННЫХ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Хизбуллина Р.Р.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация
mine_post@inbox.ru

***Ключевые слова**: цифровизация, высшее образование, трансформация, социум, социальное развитие.*

В представленной работе рассматривается роль цифровизации в современных социально-экономических условиях. Актуализируется тезис о необходимости применения цифровых инструментов в симбиозе с традиционными формами обучения. Формулируется вывод о расширяющихся в настоящее время возможностях доступа к образованию у обучающихся при использовании цифровых образовательных инструментов.

Сегодня глобализация характеризуется состоянием, при котором решающую роль начинают играть информационные потоки и каналы обмена данными [1].

Возникшие глобальные проблемы человечества, обусловленные вынужденным изменением социально-политической ситуации и введением медицинских ограничительных мер, прямым образом оказали влияние на образовательную ситуацию в мире [2]. В настоящее время роль цифровизации, которая все чаще становится неотъемлемой частью социально-экономически систем трудно переоценить. Любой социальный институт сегодня трудно представить вне использования цифровых технологий, которые призваны осуществлять помощь в управлении, распределении, аккумулировании инновационных инструментов и средств для оптимизации работы субъектов, входящих в структуру современных социальных институтов, сохраняя их устойчивое функционирование.

Отечественные исследователи в области определения роли цифровизации в системе развития региональных интеграционных объединений отмечают, что в результате развития информационных и цифровых технологий сегодня наблюдется такое явление как «четвертая промышленная революция»,

для которой характерна определенная зависимость от потоков данных и, особенно от наличия коммуникационных сетей [3].

Сегодня вышей школе цифровизация как инструмент образования обеспечивает освоение обучающимися современных образовательных программ. Так, например, цифровая образовательная система LMS Moodle обеспечивает выполнение самостоятельной работы иностранных студентов в иноязычной образовательной среде в рамках освоения междисциплинарных курсов, что свидетельствует о расширяющихся возможностях доступа к образованию у обучающихся в эпоху глобализации образования [4]. Описанию методических и технологических приемов формирования и развития компетенций самообразования у студентов вузов посвящены научные работы отечественных исследователей, которые так же сходятся во мнении, что содержание отдельных лекционных и практических занятий и использованием интерактивных технологий способствуют развитию компетенций самообразования у студентов вузов [5].

В рамках авторского эмпирического социологического исследования был проведен опрос студентов Казанского государственного энергетического университета (2021 г.) относительно вовлеченности в образовательный процесс элементов цифровизации (n=100 чел., 1-2 курс обучения). Выборка была определена с учетом освоения студентами начальных курсов различных дисциплин общего цикла, что должно сформировать понимание о разнообразии использования цифровых инструментов на занятиях. По итогам опроса выявлено - большинство опрошенных респондентов из числа обучающихся удовлетворены использованием информационно-коммуникационных технологий в рамках освоения дисциплин на первом году обучения (96%). На использование в рамках обучения систему LMS Moodle для подготовки к практическим, семинарским занятиям указали 100% опрошенных, реализуя в личных кабинетах указанной цифровой системы самостоятельную работу, в том числе используют материалы, размещенные, согласно распределенным в рамках соответствующих дисциплин модулям и лекционно-презентационные материалы.

Ориентация на использование цифровых инструментов в обучении, согласно анализу данных, полученных в ходе проведенного социологического исследования, также свидетельствует о понимании студентами необходимости освоения образовательных программ в рамках традиционных форм обучения (89%).

Основными факторами, отмеченными респондентами как одобряемыми при использовании цифровых инструментов в обучении являются – удобный доступ к обучающим материалам (91%), наглядность в обучении (86%), возможность выполнять задания с использованием загружаемых образовательных материалов (82%), возможность выполнить задание с использованием электронно-образовательных ресурсов (78%), освоение элементов геймификации в рамках обучения (69%), возможность использовать материалы для иностранных студентов из любой локации (52%).

Как следует из результатов проведенного исследования, цифровые инструменты активно используются в рамках образовательного процесса в КГЭУ. Не заменяя традиционных форм освоения образовательных программ, цифровые инструменты сегодня являются существенным подспорьем в процессе обучения отечественными и иностранными студентами в современных условиях развития системы образования.

Согласно тезисам, представленным в современных отечественных исследованиях [6], цифровизация в сфере образования преследует несколько задач:

1. повышение навыков и умений преподавателей в сфере цифровых технологий,
2. развитие материальной инфраструктуры,
3. развитие онлайн-обучения;
4. внедрение цифровых программ

Другими словами цифровизация образования в современных социально-экономических условиях представляет собой инновационную компоненту, сочетающую в себе доступность, скорость освоения образовательных программ, удобство применения, расширения образовательных возможностей, системность усвоения образовательных материалов, наглядность демонстрационных возможностей.

В заключении стоит отметить, что в современных условиях развития общества цифровая среда является активно формируемой, инструменты которой используются во всех сферах социальной жизни. В данной связи, система образования, являясь одним из важнейших социальных институтов испытывает потребность в цифровых инструментах при освоении компетенций в рамках как общеобразовательных, так и специальных дисциплин, формирует вспомогательную базу для практико-ориентированного обучения в высшей школе.

Литература

1. Круглов В.В., Никифорова В.Д., Никифоров А.А. Цифровизация как инструмент планетарной глобализации // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2020. № 1. С. 49-54.
2. Панина Е.А. Актуальные вопросы цифровизации образования в современных условиях // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2020. №. 3. С. 60-67.
3. Шинкарецкая Г.Г., Берман А.М. Цифровизация как инструмент развития региональных интеграционных объединений // Образование и право. 2019. №. 7. С. 262-269.
4. Исаева Л.Б., Сабитова Р.Р. Самостоятельная работа иностранных студентов в иноязычной образовательной среде: междисциплинарный Moodle-курс // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2018. Т.10. № 2 (38). С. 100-105.
5. Завада Г.В., Реймер М.В. Элементы методического обеспечения формирования и развития компетенций самообразования у студентов вузов // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2018. № 3 (39). С. 104-111.
6. Гордеева Е.В., Мурадян Ш.Г., Жажоян А.С. Цифровизация в образовании // Экономика и бизнес: теория и практика. 2021. №. 4-1. С. 112-115.

XÜLASƏ
MÜASİR SOSİAL-İQTİSADİ ŞƏRAİTLƏR SİSTEMİNDƏ TƏHSİLİN RƏQƏMSALLAŞMASI
Xizbullina R.R.

***Açar sözlər**: rəqəmsallaşma, ali təhsil, transformasiya, cəmiyyət, sosial inkişaf.*

Təqdim olunan iş müasir sosial-iqtisadi şəraitdə rəqəmsallaşmanın rolunu araşdırır. Rəqəmsal vasitələrdən ənənəvi təhsil formaları ilə simbiozda istifadənin zəruriliyi haqqında tezis yenilənir. Nəticə rəqəmsal təhsil vasitələrindən istifadə edərək tələbələrin təhsilə çıxışı üçün hazırda genişlənən imkanlar haqqında tərtib edilmişdir.

SUMMARY
DIGITALIZATION OF EDUCATION IN THE SYSTEM OF MODERN SOCIO-ECONOMIC CONDITIONS
Khizbullina R. R.

***Keywords**: digitalization, higher education, transformation, society, social development.*

The presented work considers the role of digitalization in modern socio-economic conditions. The thesis for needing to use digital tools in symbiosis with traditional forms of learning is updated. The conclusion is formulated about the currently expanding opportunities for access to education among students using digital educational tools.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ КАК ФАКТОР СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Каюмова А.А., Маркина К.В., Шувагина М.Д., Валеева Ю.С., Салихова Р.Р.
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация
ovakayum@gmail.com, kristina_702@bk.ru, shu.mary@mail.ru, valis2000@mail.ru

***Ключевые слова**: энергетика, Энергетическая стратегия, Российская Федерация, энергетический сектор, социально-экономическое развитие.*

Сфера энергетики в России на протяжении многих лет играет одну из главных ролей в функционировании и развитии экономики. Именно поэтому ее развитие с учетом современных тенденций необходимо планировать на несколько лет вперед. Такие документы как «Энергетическая стратегия России» до 2030 и 2035 годов формируют возможные пути развития данного сектора с учетом всех сопутствующих сфер жизнедеятельности страны. В данной статье рассмотрены основные цели развития, а также особое внимание уделяется социально-экономическому развитию.

Энергетический сектор играет одну из самых главных ролей в развитии экономики России. Это связано с тем, что основная часть природных ресурсов, добываемых на территории страны относятся к энергетическим, например, такие как уголь, газ, нефть, торф, сланец, гидроэнергия и атомная энергия. Около 70% топливно-энергетических товаров России экспортируются в другие страны, что положительно влияет на экономику страны и внешнеполитические отношения. Основными продуктами для экспорта являются нефтепродукты и газ. Однако большинство из перечисленных выше продуктов относятся к не возобновляемым ресурсам, что говорит об их сокращении, а в результате и полном исчезновении запасов, согласно прогнозам, в ближайшие 100-

150 лет. Энергетическая отрасль является ключевой для развития большинства сфер России, а также определяет приоритет положения страны в мировом обществе. Поэтому ее развитие необходимо и должно следовать следующим целям [2,3]:

– максимально эффективное использование природных ресурсов;

– повышение качества жизни населения;

– повышение качества и эффективности работы предприятий энергетического сектора;

– укрепление внешнеэкономических позиций страны.

Развитию энергетической отрасли в России на данный момент отводиться большое внимание, о чем могут свидетельствовать следующие документы:

– распоряжение Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года»;

– распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. №1523-р «Энергетическая стратегия России на период до 2035 года».

Данные документы содержат систему научно обоснованных утверждений о приоритетах долгосрочной энергетической политики государства и механизмах ее реализации [2]. Энергетическая стратегия рассматривает основные направления, ставит определенные цели и задачи на определенный период времени, с учетом актуальной ситуации во внешней и внутренней политике, а также с учетом развития страны в таких сферах как экономика, наука, информационные и другие технологии. Однако, стоит учитывать тот факт, что данные документы не являются обязательными к выполнению по всем поставленным задачам, а лишь технически, экономически и социально обоснованный выбор всех возможных решений актуальных проблем, присутствующих в энергетической отрасли, за указанный период [1].

Согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р, одной из основных тенденцией Энергетической стратегии России является социально-экономическое развитие страны, а также взаимодействие экономики и энергетики. Данная тенденция также отражена и в распоряжении Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. №1523-р. Основной упор социально-экономического развития делается на выполнение следующих задач:

– обеспечение энергетической безопасности;

– обеспечение надежности производственной структуры;

– удовлетворение внутреннего спроса;

– повышение уровня качества, эффективности и экологичности как в производстве, так и в потреблении энергоресурсов, которые положительно влияют на развитие экономической и социальной сферы страны.

Для решения поставленных задач предполагается цифровизация сферы энергетики с использованием современных цифровых технологий, в том числе различных интеллектуальных систем, которые будут направлены на повышение энергоэффективности и снижение нагрузки на окружающую среду [4]. Кроме того, предполагается обновление большинства оборудования для модернизации предприятий энергетики. При этом главным условием должно оставаться обеспечение социального и экономического благополучия, направленного на искоренение бедности и обеспечение здорового образа жизни населения, за счет приемлемых цен на энергетические ресурсы и надежной и устойчивой энергии.

В связи с необходимостью повышения качества экологии и экономией добываемых ресурсов добыча и экспорт в ближайшем будущем будет не возможна в том же объеме, что потребует полной перестройки экономики страны и энергетического сектора. Иначе, существует риск снижения конкурентоспособности страны по сравнению в лидирующими странами, которые перейдут на более эффективную энергетику нового поколения. Для предотвращения такого развития событий, России необходимо сформировать новый экспортный сектор, который полностью не зависит от не возобновляемых ресурсов.

Таким образом, Энергетическая стратегия России предполагает переход страны на принципиально новый уровень развития, которые предполагают кардинальные изменения в социально-экономическом направлении, с использованием инновационных решений и технологий для получения и эффективного использования энергетических ресурсов.

Литература

1. Онуфриева О.А. Энергетическая стратегия России как основа развития ТЭК // Известия СПбГЭУ, 2010. – №6. – с. 134-137.

2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13.10. 2009 г. № 1715-р «Энергетическая стратегия России на период до 2030 года»

3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9.06.2020 г. №1523-р «Энергетическая стратегия России на период до 2035 года».

4. Харитоненко, Л. Б. Энергетический сектор России: актуальные вопросы и перспективы развития / Л. Б. Харитоненко, Р. В. Данилов // Актуальные вопросы развития современного обществ: сборник научных статей VI Международной научно-практической конференции, Курск, 22 апреля 2016 года. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2016. – С. 327-329.

XÜLASƏ
ENERJİ STRATEGİYASI SOSİAL-İQTİSADİ İNKİŞAF AMİLİ KİMİ
Kayumova A.A., Markina K.V., Şuvagina M.D., Valeeva Y.S., Salixova R.R.

***Açar sözlər**: enerji, enerji strategiyası, Rusiya Federasiyası, enerji sektoru, sosial-iqtisadi inkişaf.*

Rusiya Federasiyasında enerji sektoru uzun illərdir ki, iqtisadiyyatın fəaliyyətində və inkişafında əsas rollardan birini oynayır. Məhz buna görə də onun inkişafı, mövcud tendensiyalar nəzərə alınmaqla, bir neçə il qabaqcadan planlaşdırılmalıdır. “Rusiya Federasiyasının 2030-cu və 2035-ci ilə qədər enerji strategiyası” kimi sənədlər ölkə həyatının bütün əlaqəli sahələrini nəzərə almaqla bu sektorun inkişafının mümkün yollarını formalaşdırır. Bu məqalədə inkişafın əsas məqsədlərindən bəhs edilir, eləcə də sosial-iqtisadi inkişafa xüsusi diqqət yetirilir.

SUMMARY
ENERGY STRATEGY AS A FACTOR OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT
Kayumova A.A., Markina K.V., Shuvagina M.D., Valeeva Y.S., Salichova R.R.

***Keywords**: energy, energy strategy, Russia Federation, energy sector, socio-economic development.*

The energy sector in Russia has been playing one of the main roles in the functioning and development of the economy for many years. That is why its development, taking into account current trends, must be planned for several years ahead. Documents such as the "Energy Strategy of Russia" until 2030 and 2035 form possible ways for the development of this sector, taking into account all related spheres of the country's life. This article discusses the main goals of development, as well as special attention is paid to socio-economic development.

ТЕНДЕНЦИИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ

Афанасьев М.В., Уразбахтина Л.Р.
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Российская Федерация
mixail.afanasev.98@inbox.ru , strat.men@yandex.ru

***Ключевые слова**: инновации в энергетике, экономика, цифровизация, патент, энергетические ресурсы, стратегическое планирование.*

В статье рассмотрены основные характеристики и особенности инновационного глобальных изменений, состояние энергетического сектора напрямую влияет на стратегическую развития в энергетическом секторе. В статье описывается влияние глобальных изменений на трансформацию энергетического сектора, инноваций в отрасли, рынков сбыта. Отдельное внимание в статье уделено актуальному вопросу – обеспечения энергетической безопасности. Даны рекомендации для эффективного инновационного развития энергетического сектора в России, и доказана стратегическая важность и актуальность.

В настоящий момент, в условиях безопасность страны. Энергетические ресурсы являются частью практического любого производственного процесса, в связи с этим качество и количество ресурсов определяют условия возможностей производства в стране и жизни общества в целом. [6]

Для российского энергетического сектора основными тенденциями является:

- Постоянный рост цен на энергоресурсы, однако очень сдержанный для внутреннего потребления, с учетом роста цен на мировом рынке – рост цены для внутреннего потребления России считается незначительным, благодаря поддержании стратегии сдерживания тарифов для потребления внутри страны [5];
- Высокие показатели изношенности оборудования в отрасли (60-70% - средний показатель изношенности в отрасли, показывающий количество оборудования, которое необходимо заменить, модернизировать, восстановить);
- Крайне низкое количество отечественных высокотехнологичных инновационных разработок в отрасли [7];

- Создание обучающих программ и комплексная подготовка специалистов без сотрудничества с многими иностранными партнерами, в условиях санкционного давления;

Среди положительных характеристик российского энергетического рынка выделяется:

- Постепенный рост доли отечественных продуктов, товаров, технологий и оборудования в стратегических закупках для предприятий и иных потребителей энергетики. [3];

- В результате санкционного давления ожидается значительный рост инвестиций компаний в инновации внутри компании, увеличение затрат на научные работы и исследования в энергетическом секторе, как от государства, так и от частных компаний;

- Нацеленность на создание собственных инновационных систем и методик управлением производственного цикла;

Важным фактором для инновационного развития энергетического сектора в России является цифровизация. Именно цифровизация поднимает процесс мониторинга огромных массивов данных на новый уровень, дающий отечественным компаниям новые возможности:

- Систематизация постоянно поступающих данных, их ранжирование и аналитика;

- Инновационный мониторинг состояния недр, позволяющий получать обширные данные об скважинах и проводить всесторонний анализ;

- Автоматизация и роботизация процессов [1];

Приоритетными задачами для эффективного инновационного развития энергетического сектора является масштабная цифровизация внутри отрасли, способная осуществлять контрольно-надзорную функцию за всеми субъектами производственной деятельности [2,4]; создание и укрепление инвестиционного климата в отрасли путем масштабной государственной поддержки, создание соответствующего инвестиционного имиджа; увеличение затрат на НИОКР и создание специальных мероприятий по популяризации профессий энергетического сектора.

Инновационного развитие энергетического сектора является стратегической задачей, успешное решение которой, напрямую влияет на безопасность государства, закрепление за Россией рыночных условий на рынках сбыта, повышение конкурентоспособности российского сырья и оборудования являются ключевыми.

Главные проблемы в инновационном развитии энергетическом секторе имеют системный характер и требуют обширного научного анализа.

Литература

1. Колсанов Е.Е., Райская М.В. "Приоритеты, перспективы и инвестиционные механизмы инновационного развития компаний нефтяной промышленности РФ" Вестник Казанского технологического университета, vol. 17, no. 11, 2014, pp. 198-202.

2. Леонова Галина Ивановна. "Государственно- частное партнерство как инструмент повышения энергоэффективности " Индустриальная экономика, vol. 2, no. 2, 2022, pp. 179-184.

3. Макаров О.А., Барбашина Е.А.. "Анализ проблем современной электроэнергетической отрасли и стратегические пути их решения в соответствии с концепцией энергетической стратегии до 2035 года" Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий, no. 2 (68), 2016, pp. 366-373.

4. Пятаева О.А. , Соловьева И.А.. "Трансфер технологий в энергетический отрасли: оценка и анализ зарубежного опыта " Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент, vol. 16, no. 2, 2022, pp. 111-121.

5. Рогозина В.В., Иванова Н.Г.. "Тенденции инновационного развития электроэнергетики России" Успехи в химии и химической технологии, vol. 31, no. 7 (188), 2017, pp. 70-72.

6. Роков А. Иосифович, Маградзе Т.,Самрат Рэй. "Энергетические проблемы в новых экономических условиях " E-Scio, no. 9 (60), 2021, pp. 324-332.

7. Шехова Н.В. "Инновационные тенденции в системе обеспечения энергетической безопасности России" Теоретическая экономика, no. 7 (79), 2021, pp. 95-105.

XÜLASƏ

ENERJİ SEKTORUNDA İNNOVATİV İNKİŞAFIN TENDENSİYALARI

Afanasyev M.V., Urazbaxtina L.R.

***Açar sözlər**: enerji sektorunda yeniliklər, iqtisadiyyat, rəqəmsallaşma, patent, enerji resursları, strateji planlaşdırma*.

Məqalədə innovativ qlobal dəyişikliklərin əsas xüsusiyyətləri müzakirə olunur. Enerji sektorunun vəziyyəti enerji sektorunda strateji inkişafa birbaşa təsir göstərir. Məqalədə qlobal dəyişikliklərin enerji sektorunun transformasiyasına, sənayedəki yeniliklərə və satış bazarlarına təsiri təsvir edilir. Məqalədə aktual məsələyə - enerji təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə xüsusi diqqət

yetirilir. Rusiya Federasiyasında enerji sektorunun səmərəli innovativ inkişafı üçün tövsiyələr verilir, strateji əhəmiyyəti və aktuallığı sübuta yetirilir.

SUMMARY
TRENDS OF INNOVATIVE DEVELOPMENT IN ENERGY SECTOR
Afanasiev M.V., Urazbakhtina L.R.

***Key words**: innovations in the energy sector, economics, digitalization, patent, energy resources, strategic planning.*

The article considers the main characteristics and features of the innovative global changes, the state of the energy sector directly affects the strategic development of the energy sector. The article describes the impact of global changes about the transformation of the energy sector, innovations in the industry, and sales markets. Special attention in the article is paid to the topical issue - ensuring energy security. Recommendations are given for the effective innovative development of the energy sector in Russia, and the strategic importance and relevance of the topic is proved.

ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В РОССИИ

Фатхутдинов А.А., Лялин О.К., Мандрыкин Д.В., Валеева Ю.С., Салихова Р.Р.
Казанский государственный энергетический университет , г. Казань, Российская Федерация
fathutdinov000@mail.ru, o.lyalin2015@yandex.ru, pers_pekt@mail.ru, valis2000@mail.ru

***Ключевые слова**: факторы, внешние, внутренние, электроэнергетика, Российская Федерация.*

В статье рассматриваются внутренние и внешние факторы, обеспечивающие финансовую устойчивость ТЭК России. Предлагается обратить внимание на внешние факторы, которые неподконтрольны электроэнергетическим компаниям.

Электрическая энергия в наше время представляет собой необходимое условие существования, жизнедеятельности и развития любой современной страны. Российский ТЭК уникален огромным объёмом запасов первичных энергетических ресурсов и особенностями их размещения.

Современная наука о энергетике совместно с практикой выработали большое количество новшеств, эффективность которых признана профессионалами не только нашей необъятной страны,но и коллегами за рубежом. Касаемо традиционной генерации электрической и тепловой энергии – это использование ПГУ, введение в эксплуатацию паровых турбин с высокими характеристиками теплоносителя, новых технологий добычи и сжигания угольного сырья.

В области трансформации и передачи электроэнергии – это создание высокоинтеллектуальных электросетей с возможностью активной оптимизации темпов работы. Новые технологии позволяют перевести процесс диагностики в автоматический режим, а также даёт возможность прогнозировать ресурс эксплуатации основных устройств. Усилить показатели также позволили криогенные электрические кабели, обладающие сверхбыстрой проводимостью тока.

На развитие электростанций главным образом влияют следующие факторы:

Внутренние:

– рентабельность операционной деятельности предприятий ТЭК;
– состояние основных средств;
– потребность предприятий отрасли в инвестициях;
– уровень текущих издержек.

Внешние:

– социальная обстановка в регионе (уровень жизни Российская Федерациян);
– стоимость электроэнергии;
– динамика изменения цен на энергоресурсы;
– состояние и стабильность нормативно-правовой базы государственного регулирования тарифов;
– энергоемкость предприятий;
– объем электропотребления;
– динамика изменения объемов потребления электроэнергии;
– приоритеты развития региона;
– уровень инфляции в России;
– инвестиционная привлекательность энергетической отрасли;
– потенциал роста промышленности в регионе.

В совокупности внутренние и внешние факторы составляют финансовую устойчивость ТЭК России и их развития.

Мы выяснили, что финансовая устойчивость электроэнергетических компаний напрямую связана с двумя группами факторов: внутренними и внешними. Предлагаем большее внимание обратить на внешние факторы, т.к. они неподконтрольны электроэнергетическим компаниям.

Внешние факторы в основном зависят от экономической политики, проводимой государством в отношении Российских Электроэнергетических компаний. Кроме того, на финансовую устойчивость также влияют такие внешние факторы как: замедленное развитие экономики и электроэнергетики России после кризисов, нестабильность энергетических рынков мира под влиянием конкуренции, изменчивость стоимости энергоносителей, неизбежность экономических кризисов(слишком большая зависимость от импорта оборудования, технологий и инвестиций в условиях санкций; высокий уровень энергоемкости и электроемкости внутри-валового продукта России.) недостаточный уровень конкуренции на рынке электроэнергии и мощности в России.

Литература

1. Электроэнергетика России: проблемы и стратегические направления развития отрасли /ЗЛ. Дускабилова // Economics: Yesterday, TodayandTommorrow. — 2016. — № 9.—С. 116-128.

2. Лукутин Б. В., Суржикова О. А., Шандарова Е. Б. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении. -М.: Энергоатомиздат, 2008. — 231 с.

3. Роль возобновляемой энергетики в энергосбережении в мире и России // Электрика. — 2004. — № 4. — С. 3–5.

4. Возобновляемая и альтернативная энергетика: ресурсосбережение и защита окружающей среды. — Томск: Изд-во «СибГрафикс», 2011. — 137 с.

XÜLASƏ
RUSİYADA ELEKTRİK SƏNAYESİNİN İNKİŞAFINDA XARİCİ AMİLLƏR
Fatxutdinov A.A., Lyalin O.K., Mandrykin D.V., Valeeva Y.S., Salixova R.R.

Açar sözlər: *xarici, daxili, elektroenergetika, Rusiya Federasiyası, amillər.*

Məqalədə Rusiya Federasiyası yanacaq-energetika kompleksinin maliyyə sabitliyini təmin edən daxili və xarici amillərdən bəhs edilir. Elektrik enerjisi şirkətlərinin nəzarətindən kənarda olan xarici amillərə diqqət yetirilməsi təklif olunur.

SUMMARY
EXTERNAL FACTORS IN THE DEVELOPMENT OF THE POWER INDUSTRY IN RUSSIA
Fatkhutdinov A.A., Lyalin O.K., Mandrykin D.V., Valeeva Y.S., Salikhova R.R.

Keywords: *factors, external, internal, electric power industry, Russia.*

The article discusses the internal and external factors that ensure the financial stability of the Russian fuel and energy complex. It is proposed to pay attention to external factors that are beyond the control of electric power companies.

İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYALARINDA YANACAĞIN AZALDILMASI ÜSULLARININ MÜQAYİSƏLİ TƏDQİQİ

Məmmədova C.P., Fətəliyev F.Ş.
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan
cemile_adna@mail.ru, feteliyevferid01@gmail.com

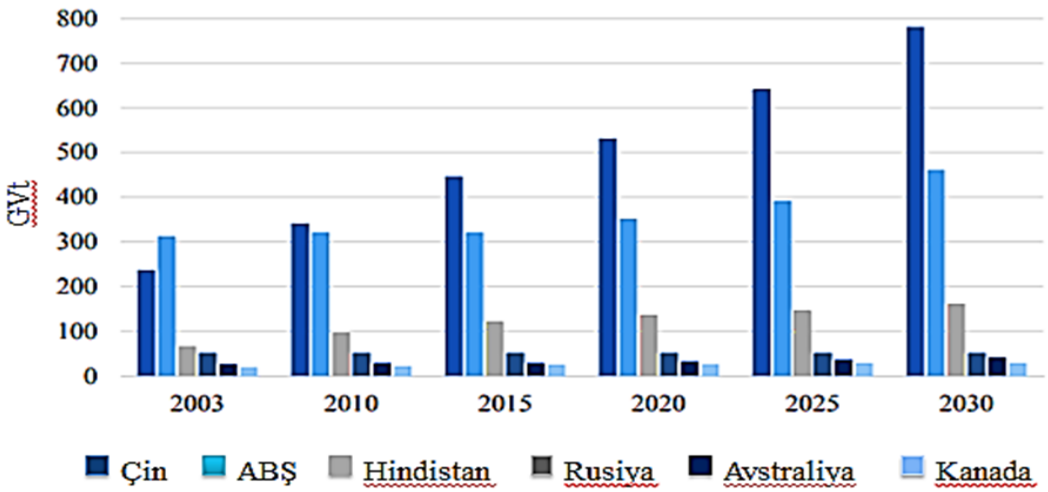
Açar sözlər: *təzyiq, temperatur, başlanğıc parametr, aralıq qızdırılma, buxar, turbin.*

İşdə istilik elektrik stansiyalarında yanacağın azaldılması üsulları araşdırılmışdır. Buxarın başlanğıc parametrlərinin artırılması, aralıq qızdırılması və regenerativ sistem ilə əlaqəlidir. istifadə olunmasıdır. Buxarın ilk parametrinin səmərəli seçilməsi və aralıq qızdırılmadan istifadə etdikdə qurğunun f.i.ə artır və yanacağa qənaət olunur.

Buxar turbinli elektrik stansiyalarının istilik faydalılığı buxarın ilk parametrlərinin yüksəldilməsi ilə artır. Müasir güclü buxar turbinli elektrik stansiyalarının inkişafı əsasən buxarın ilk temperaturunun və ilk təzyiqinin yüksəlməsi ilə xarakterizə edilir. Buxarın ilk parametrlərinin artırılması ilə əlaqədar olaraq buxarın aralıq qızışdırılmasından istifadə edilir, bu da istiliyə və yanacağa əlavə qənaət etməyə şərait yaradır.

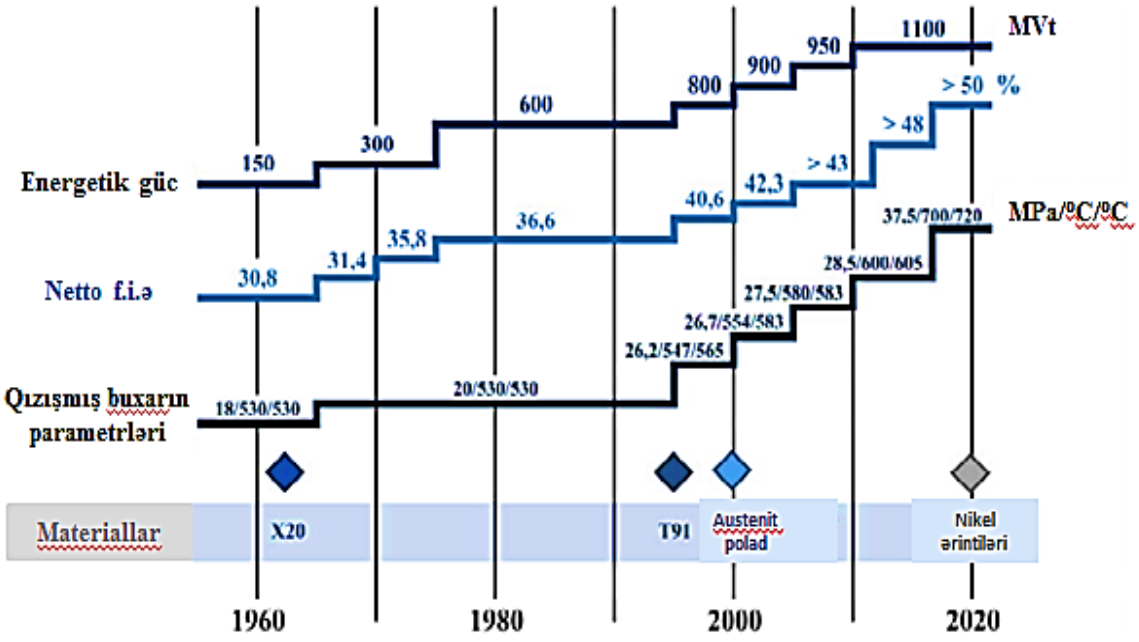
İlk parametrlərin artırılmasının əlverişliliyi, yalnız qazan aqreqatı və buxar mühərriklərindən ibarət olan qurğunun birlikdə işləməsi zamanı özünü göstərir. Ən yaxşı nəticə hər iki parametr birlikdə yüksəldikdə alınır. Parametrlər artdıqda kapital xərcləri 30 % dək artır, bu da 3-4 ilə ödənilir.

Şəkil 1-də üzvü yanacaqlarla işləyən istilik elektrik stansiyaların gücünün illər üzrə artma dinamikası göstərilmişdir.



Şəkil1.1 Üzvi yanacaqlarla işləyən İES-lərin quraşdırılmış gücünün illər üzrə artma dinamikası

Aralıq qızdırılmadan istifadə etdikdə turbində alınan istilik düşgüsü aralıq qızışma olmayan hala nisbətən böyük alındığından turbində buxarın xüsusi sərfi azalır. Aralıq qızışma olan və olmayan halda, turbinin yüksək təzyiqli silindrində istilik düşgüsü bərabər olur. Turbinin alçaq təzyiq silindrində istilik düşgüsü yüksəlir. Buna səbəb temperatur artdığından alçaq təzyiqli silindirdə (ATS) istilik düşgüsü çoxalır, eyni zamanda alçaq təzyiq silindrində nəmlik azalır və f.i.ə artır.



Şək.2. Buxar güc qurğulu İES-lərin parametrlərinin artma dinamikası

Şəkildən göründüyü kimi, dünyanın əsas aparıcı ölkələrində istilik elektrik stansiyaların gücü durmadan artır, lakin atmosferə atılan zərərli qazların miqdarını azaltmaq üçün alternativ enerji mənbələrindən, hidrogen konsepsiyasından istifadə olunması da nəzərdə tutulur. Hal-hazırda dünya üzrə istehsal olunan elektrik enerjisinin 68% istilik elektrik stansiyalarında hasil olunur. Parametrlərinin

artırlmasının bir sıra termodinamik xüsusiyyətləri vardır. Temperaturun artması f.i.ə-nin artmasına müsbət təsir göstərir. Təzyiq artıqda isə turbinin son pillələrində nəmlik çoxalır, buna görədə güclü bloklarda iki dəfəli aralıq qızdırılmadan istifadə olunur və son pillələrdə nəmlik normada saxlanılır.

Beləliklə, aralıq qızdırılma nəticəsində şərti yanacağın xüsusi sərfi aşağı düşür. Bu da aralıq qızdırılma olan güclü KES-lərdə turbinin son pillələrinin konstruksiya edilməsini sadələşdirir.
Şəkil 2-də istilik elektrik stansiyalarda illər üzrə parametrlərinin artma dinamikası göstərilmişdir. Göründüyü kimi illər üzrə parametrlər artdıqca, stansiyada daha keyfiyyətli poladlardan istifadə olunur.
Buxarın ilk temperaturu artdıqda, buxarın xüsusi həcmi böyüyür, turbinin daxili nisbi f.i.ə yüksəlir. Buxarın ilk təzyiqini yüksəltdikdə isə buxarın xüsusi həcmi kiçilir, son pillələrdə buxarın nəmliyi artır və daxili nisbi f.i.ə azalır. Yüksəldilmiş parametrlərlə işləyən stansiyalarda ikidəfəli aralıq qızdırılmadan istifadə olunduğundan son pillələrdə nəmlik normada qalır.

Stansiyanın faydalılığının artmasına bəsləyici suyun regenerativ qızdırılmasıda əsas təsir göstərir.Regenerativ qızdırılmanın energetik faydası, işlənmiş ayrılan buxarlarla istilik itkisi olmadan, yəni itkiləri yenidən bəsləyici su ilə qazana qaytarmaqla, regenerativ ayrılan buxarların hesabına turbində iş görməkdən ibarətdir. Bu halda kondensatorda soyuducu su ilə aparılan istilik itkisi də azalır. Bəsləyici suyun əlverişli temperaturu yanacağın qiymətindən, elektrik yükündən, turbinin ayrımlarının sayından və s. aslıdır. Bu temperatura təsir edən əsas buxarın başlanğıc parametrləridir. İlk təzyiqi yüksək olan buxardan, birinci növbədə güclü turbinlərdən istifadə etmək daha məqsədə uyğundurParametrlər artdıqda regenerativ sistemin təkmilləşdirilməsi aparılır. Bu halda bəsləyici suyun temperaturuda artır. Blokun gücü artdığından turbinə daxil olan buxarın miqdarı və bununla əlaqədar bəsləyici suyun miqdarıda artır, regenerativ qızdırıcıların sayı çoxaldığından qazana daxil olan bəsləyici suyun temperaturuda artır və yanacağa qənaət olunur, f.i.ə artır. Bəsləyici suyun temperaturunun artmasına əsas təzyiqin artması təsir göstərir. Hesablamalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, parametrlər artdıqda yanacağın xüsusi sərfi 7 % azalır.

Buxarın başlanğıc parametrlərinin artırilması istilik elektrik mərkəzlərinin də faydalılığına təsir edir. Yüksək parametrli buxarı əks-təzyiqli turbinlərə tətbiq etdikdə alınan üstünlük kondensasiyalı turbinlərə nisbətən daha yüksək olur. Bu üstünlük buxarın başlanğın parametrlini artiran zaman adiabatik istilik düşgüsünün sürətli artması ilə bağlıdır. Əks-təzyiqli turbinlərdə ilk parametrlərin artırılması ilə daha çox elektrik enerjisi hasil etməyə şərait yaradır, tələbatçılara verilən buxarın keyfiyyəti isə demək olar ki, sabit qalır. Bu tipli turbinlərdə buxarın başlanğıc təzyiqinin artırılması o zaman əlverişli olur ki, əks təzyiqli turbinin son təzyiqi aşağı qiymətlərdə götürülsün.

Nəticə.

1. Müəyyən olunmuşdur ki, buxarın başlanğıc parametrlərinin artırılması stansiyanın faydalılığına təsir göstərən əsas faktorlardan biridir.
2. İki dəfəli aralıq qızdırılması son pillələrdə nəmliyin normada saxlanılmasını təmin edir.
3. Bəsləyici suyun temperaturunun artması faydalılığı artırır, kondensatorda itkilər azalır.
4. Bütün bu faktorların artırılması 300 MVt-lıq bloklarda yanacağın 7% azalmasına səbəb olmuşdur.

Ədəbiyyat

1. Electricity information 2017 Edition. – Paris: International Energy Agency, 2017. – 71 p.
2. Cieszynski, K. Boiler project at ultra supercritical steam parameters (653 °C/672 °C – 30,3/6,0 MPa) / K. Cieszynski, M. Kaczorowski // Proceedings of Workshop on Advanced Ultrasupercritical Coal-fired Power Plants. – Vienna, Austria, 2012.
3. Костюк, А.Г. Концепция турбин нового поколения для угольной энергетики России. Часть 2. Обоснование длительной прочности высокотемпературных роторов паровой турбины / А.Г. Костюк, В.Г. Грибин, А.Д. Трухний // Теплоэнергетика. – 2011. – № 1. – С.55-58.
4. Nowak, G. Convective cooling optimization of a blade for a supercritical steam turbine / G.Nowak, W. Wroblewski, I. Nowak // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2012. – № 55 (17-18). – pp. 4511-4520.
5. https://www.thermopedia.com/content/1151/
6. https://www.chemengonline.com/monitoring-water-steam-chemistry-steam-generators/
7. http://twt.mpei.ac.ru/tthb/2/Aleksandrov/Chapter-7/7-3.pdf

РЕЗЮМЕ

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ТОПЛИВА НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

Мамедова С.П., Фаталиев Ф.Ш.

Ключевые слова*: давление, температура, начальный параметр, промежуточный подогрев, пар, турбина*

В данной работе исследуются способы снижения расхода топлива на тепловых электростанциях. Это связно с увеличеним начальных параметров пара, промежуточным подогревом и использованием регенеративной системы.

Эффективный подбор первого параметра пара и использование промежуточного подогрева повышает КПД агрегата и экономит топливо.

SUMMARY
COMPARATİVE STUDY OF FUEL REDUCTİON METHODS İN THERMAL POWER PLANTS
Mammadova C.P., Fataliyev F.Sh.

Keywords*: pressure, temperature, initial parameter, intermediate heating, steam, turbine.*

The methods of fuel reduction in thermal power plants are investigated. These are increasing the initial parameters of the steam, intermediate heating and using a regenerative system. Effective selection of the first parameter of steam and use of intermediate heating increases the efficiency of the unit and saves fuel.

MÜNDƏRİCAT

PLENAR İCLAS

1. *Vali A. Huseynov, Rouggani R.Merzouki.* New approach to determination of crystalline strong electric field *(Institute of Physics)* 3
2. *Власова А.Ю.*Ресурсосберегающие технологии утилизации высокоминерализованных кислых отходов с ионитной части комбинированной водоподготовительной установки на Стерлитамакской ТЭЦ (*КГЭУ*) 7
3. *Hacıbalayev N.M.,Cavadova A.İ.* Azad edilmiş ərazilərdə enerji siyasəti – təhlil (*SDU*). 17
4. *Юсифбейли Н.А., Насибов В.Х., Ализаде Р.Р.* Характеристики графиков нагрузки азербайджанской энергосистемы и потенциал их улучшения (*АзТУ, АНИПИИЭ*) 20
5. *Кашапов Н.Ф., Шамсутдинов Э.В.* Роботизированные, плазменные технологии в промышленности и биоинженерии *(КФУ)*.....24

I BÖLMƏ *** I СЕКЦИЯ *** I SECTION

BƏRK CİSİM VƏ YARIMKEÇİRİCİLƏR FİZİKASI
ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА И ПОЛУПРОВОДНИКОВ
PHYSICS OF SOLID STATES AND SEMICONDUCTORS

6. *Алескерова Д.М., Отарханова Г.Н.* Влияние полупроводникового соединения $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$ диэлектрические свойства полиэтилена низкой плотности. *(СГУ)* 29
7. *Aliguliyeva Kh.V., Gahramanov S.Sh., Abdullayev N.A., Gahramanov K.Sh., Badalova Z.I.* Splitting of some energy bands with broadening of the interlayer distance in doped bismuth telluride. (*SSU, BSU IP ANAS)* 31
8. *Байрамов Д.Д., Мамедов Э.Г., Велиева Б.А., Селимова А.Р.* Электрофизические свойства в сплавах системы TlI_nS_2- $TlGdS_2$. *(СГУ)* 36
9. *Байрамов Д.Д., Абдулова И.Н, Ибрахимова А.Б., Бабаева А.Ф.* Электропроводность твердых растворов $TLIn_{1-x}ND_xSe_2$ в сильных электрических полях. *(СГУ)* 40
10. *Bayramov C.C. , İsmayılov R.M. Abdulova İ.N., Ziyadova S.Ş.* $TlInSe_2 - TlGdSe_2$ sistem ərintilərinin istidən xətti genişlənmə əmsalının nəzəri hesablanması və onun kimyəvi rabitə qüvvəsi ilə əlaqəsi. *(SDU)*.....43
11. *Зарбалиев М.М., Сардарова Н.С., Исмаилов М.Г., Халилова Р.Д., Янушкевич К.И,* Монокристаллы $TLInTe_2$ в сильных электрических полях**.** *(СГУ, НПЦМ НАНБ)* 45
12. *İsmayılov R.M., Mustafayeva Ü.M., Bayramov C.C., İsmayılova X.Ə., Abdulova İ.N.* $Tl\dot{I}nSe_2 -$ $TlGdSe_2$ sistem ərintilərinin istilıik tutumu. *(SDU)* 48
13. *Кулиева Г.Г, Абдулова И.Н., Меликова Я.К.* Отношение ортогональности для полиномов Шарлье относительно непрерывной меры. *(СГУ)*.....51
14. *Talıflı A.F.* In_2Se_3 birləşməsinin səthinin morfologiyasının tədqiqi. (*SDU)*.....55
15. *Янушкевич К.И., Зарбалиев М.М., Сардарова Н.С., Кулиева К.А.,Исмаилов М.Г., Халилова Р.Д.* Эфект переключения в сплавах системы TlInTe2 – TlLnTe2. *(НПЦМ НАНБ[1], СГУ[2])* 57
16. *Əliyeva N.Ə., Məmmədov R.A., Orucova A.A.* $TlSe_{1-x}S_x$ (x=0,2) bərk məhlul kristalının AC – keçiriciliyi. *(AMEA RPİ, MDU)* 60
17. *Həşimov A.M., Süleymanova L.Ç., Tağıyeva Z.A., Hüseynova S.A., Əhədova S.S, Haciyeva V.M., Qurbanov K.B.* Polimer sistemlərdə səth hadisələrinin avtomatlaşdırılmış nəzarət vasitəsilə tədqiqi. *(ETN Fİ[1], MDU[2])*.....61
18. *Cəfərov T.A., Hüseynov C.İ., Qaraşova G.Ə. Sn1-xTbxSe* monokristallarının termoelektrik hərəkət qüvvəsinə *γ*-şüaların təsiri. *(ADPU)*.....64
19. *Hüseynova K.M., Məmmədova R.L.* Tm ilə dopinq olunmuş TlGaS2 kristalının optik xassələri. *(SDU)*.....67
20. *Qurbanov M.M., Qocayev M.M* Tallium halkogenidlərinin gryunayzen parametri və kristal qəfəsində atomların kipləşmə sıxlığı. *(SDU)* 71
21. *Сардарова Н.С.* Фотопроводимость монокристалла [TlInSe2]1-x[Nd2Se3]x. *(СГУ)* 73
22. *Долгий В.К, Волобуев В.С., Почтенный А.Е., Барайшук С.М.* Электрофизические свойства тонких пленок оксида индия. *(БГАТУ, БГТУ)*.....76

23. *Qardaşbəyova N.A.* Yarımkeçirici nanokristalların alınma texnologiyaları. *(NDU)*.....80
24. *Макоед И.И., Римский Г.С., Демиденко О.Ф., Янушкевич К.И.* Влияние катионного замещения на структурные характеристики никель-цинковых ферритов шпинелей. *(БГУ, НПЦ НАН РБ[2])*.....84
25. *Мамедова Р.Л., Шахсуварова Г.А., Айвазова З.Н.* Радиотермолюминесценция γ-облученных композиций полипропилен *+X ОБ.%NA+*-монтмориллонит. *(СГУ)* 88

II BÖLMƏ *** II СЕКЦИЯ *** II SECTİON

FİZİKA VƏ TEXNİKİ FƏNLƏRİN TƏDRİSİ METODİKASI
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ И ТЕХНИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН
METHODOLOGY OF TEACHING PHYSICS AND TECHNICAL DISCIPLINES

26. *Həşimova A.İ., Sadıqova S.R.* Fizikanın tədrisində müasir pedaqoji texnologiyalardan və müasir təlim prinsipindən istifadə edərək təlim-tərbiyə mühitinin yaradılması. *(SDU)* 93
27. *Qocayev M.M., Qurbanov M.M.* Nüvə energetikası və ekologiya problemi. *(SDU)*.....94
28. *Zeynalov H.İ., Qarayeva E.S.* Kvant fizikasının yaranmasında baş verən mühüm hadisələr. *(SDU)* 96
29. *İmanova K.S., Məlikova Y.Q.* Elektromaqnit induksiya mövzusunun əsas qanun və anlayışlarının elmi metodik analizi. *(SDU)* 98
30. *Lətifova S.S., Həşimova A.İ.* Məsələ həllinin psixodidaktik təhlili. *(SDU)*.....101
31. *Məmmədov F.Ə., Sadıqova S.R., Ziyadova S.Ş.* Fizikanın tədrisində didaktik prinsiplərin rolu. *(SDU)*.....104
32. *Sadıqova S.R., Məmmədov F.Ə.* Fizika dərslərində şagirdlərin idrak fəaliyyətinin aktivləşdirilməsində İKT- dən istifadə. *(SDU)* 106
33. *Şahsuvarova Q.Ə., Məmmədova R.L.* Fizikanın tədrisində informasiya kommunikasiya texnologiyalarının rolu. *(SDU)* 107
34. *Səlimova V.V., Lətifova S.S.* Bioloji mənşəli doldurucuların aşağı sıxlıqlı polietilenin dielektrik xassələrinə təsiri. *(SDU)* 110
35. *Dadaşova R.B., Camalxanova I.S., Camalətdinova Ü.H.* Elektron texnikasının materialları. *(SDU)*.....112
36. *Cabbarova S.M., Cəfərova S.N.* Bərpa olunan enerji növləri. *(SDU)*.....113
37. *Quliyeva A.İ., Camalxanova İ.S.* Azərbaycanda qeyri-ənənəvi enerji mənbələri. *(SDU)*.....114
38. *Əmirova Z.C., Əsgərov C.S., Həmidova H.M.* Sənaye müəsisələrinin elektrik təchizatının layihələndirilməsi üçün "EESXEMQUR" kompüter proqramı *(ADNSU)*.....116
39. *Əsgərov C.S. , Həmidov M.H , Əmirova Z.C.* Coxdilli elektrotexniki terminologiya lüğətinin kompüter proqramının işlənilməsi *(ADNSU)* 120
40. *Razıyev S.Ə., Quliyeva G.N., Cəfərova S.N.* Faradey qanunlarının öyrənilməsində inteqrasiyanın rolu. *(ADİU, SDU)* 125

III BÖLMƏ *** III СЕКЦИЯ *** III SECTION

ENERGETİK SİSTEMLƏR VƏ KOMPLEKSLƏR
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ
POWER SYSTEMS AND COMPLEXES

41. *Будникова И.К., Галимова И.И.* Мониторинг несанкционированного потребления электроэнергии. *(КГЭУ)*.....127
42. *Aşurova Ü.İ., Şıxəliyeva S.Y.* Azərbaycanın elektrik şəbəkələrində elektrik enerjisi itkilərinin hesablanması, təhlili və tənzimlənməsi təcrübəsi. *(MDU)*.....130
43. *Бандурин И.И.* Мониторинг несанкционированного потребления электроэнергии. *(ПГУ)* 133
44. *Гусейнов Э.Н.* Исследование защиты обмотки генератора от замыканий на землю с помощью схемы баланса напряжений. *(АГУНП)*.....137
45. *Зверев Л.О., Злобин В.Г.* Повышение эксплуатационных свойств дизельной генераторной установки. *(СПГУПТД)* 141

46. *Kutbidinov O.M., Yusupov D.T.* Probability of safe operation and failure of the tractiontransformer. *(TSTU)* 144
47. *Tursunov D.A.* Application of energy-saving technologies in climate control (*FPİ)* 147
48. *Юсупов Д.Т., Мухаммаджонов М.Ш.* Основные влияющие факторы на охлаждающие процессы масляных трансформаторов *(ИПЭ АН РУз, ФПИ)* 149
49. *Юсупова Ф.Т.* Определение оптимального угла отклонения для получения электрической энергии с использованием винтовой турбины Архимеда. *(ФПИ)* 151
50. *Прокоп Г.С., Хисматуллин А.С., Исмоилов Х.И.* Автоматизированная система управления компенсации реактивной мощности. (*УГНТУ)*.....154
51. *Abdullayeva S.C., Qəhrəmanova A.Q.* Böhrandan yüksək təzyiqlərdə üfiqi boruların temperatur rejimi və istilikverməsi. *(SDU)*.....157
52. *Arıxov N.R.,Sadıxov N.İ.* Sənaye müəssisələrinin elektrik təchizatı sistemlərinin yük düyünlərində gərginliyin qeyri – xətti təhriflərinin koorelyasiya–reqresiya analizi. (*SDU)* 159
53. *Баширов М.Г, Баширова Э.М, Юсупова Э.Г., Шеин С.А.* Совершенствование электромагнитно-акустического метода диагностики энергетического оборудования. *(УГНТУ)* 160
54. *Hacıbalayev N.M.* Əsas maqnitlənmə əyrisinin tənliyi. *(SDU)* 163
55. *Quliyev Z.A., Abdullayeva Ü.R., Camalətdinova Ü.H.* Elektrik təchizatı sistemlərində elektrik enerjisi ilə qidalanmada etibarlılığın tədqiqi və yüksəldilməsi tədbirlərinin işlənməsi. *(SDU)*.....164
56. *Məmmədzadə R.K., Baqiri A.M.* Elektrik veriliş xətlərinin ildırımdan mühafizəsi. *(SDU)*.....166
57. *Şirinova A.Y., Camalətdinova Ü.H.* Sənaye yük düyünlərində enerji tələbatının idarəsinin optimallaşdırılması. *(SDU)* 168
58. *Abdulova N.A., Məmmədova G.T.* Günəş panelinin işiqlandırma dirəyinə bərkidilməsi. (*SDU)* 169
59. *Balayeva Ə. H.* Nəqliyyat vasitələrinin istismarında tormoz enerjisindən alternativ enerji mənbəyi kimi istifadə və qurğuda invertorun tətbiqi. *(SDU)*.....171
60. *Həşimova A.R.* Statiki kondensatorlu asinxron generatorlu KEQ-in statiki xarakteristikaları. *(SDU)*.....173
61. *Прищепов М.А., Збродыга В.М., Зеленькевич А.И.* Взаимовлияние основных конструктивных и энергетических параметров силового трехфазного трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом». *(БГАТУ)* 175
62. *Həmidova R.N., Abdullayeva G.K.* Müstəvi günəş kollektorunun səmərəliliyinin artırılmasıyolları. (*ADNSU)* 178
63. *Копылова С.К., Шамсутдинова Д.Р., Корнилова С.А., Валеева Ю.С.* Проблема перспективы развития теплоэнергетики в России. (*КГЭУ)* 181
64. *Галимова А.Р., Гапоненко С.О.* Анализ современных тенденций развития методов неразрушающего контроля и технической диагностики трубопроводных систем. (*КГЭУ)* ...183
65. *İsmayılov M.B.* İstilik elektrik stansiyalarının ekoloji zərəri. *(MDU)*.....185
66. *Quliyev H.B.,İbrahimov F.Ş.* Dəyişən istehsal güclü paylanmış generasiya sistemlərində qeyri-simmetrik rejimlərdən intellektual mühafizənin modelləşdirilməsi. (*AzTU)* 188
67. *Филипушкова Ю.В., Паранина А.А., Валеева Ю.С.* Методы повышения надежности и качества сервисного обслуживания электроэнергетики. *(КГЭУ)* 191

IV BÖLMƏ *** IV СЕКЦИЯ *** IV SECTION

ENERGETİKANIN ÜMUMİ MƏSƏLƏLƏRİ
ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГЕТИКИ
GENERAL ENERGY ISSUES

68. *Баглаева Э.А., Тимургалиева К.Э. , Фецюх Я.А., Валеева Ю.С.* Современное нормативно-правовое регулирование систем теплоснабжения в России *(КГЭУ)* 194
69. *Медведева С.Н., Власова А.Ю.* Анализ качества воды хозяйственно-питьевого назначения в г. Казань 2021 год. *(КГЭУ)* 199
70. *Кондратьев А.Е.* Перспективы применения свалочного газа для систем теплоснабжения. (*КГЭУ)* 201
71. *Королев В.И. , Зверева Э.Р.* Экологическое воздействие объектов размещения отходов химводоподготовки предприятий ТЭК. (*КГЭУ)* 204

72. *Давлетшина М.Р., Аюпов А.Ф.* Математическое моделирование процессов разложения газогидратных пластов в высокочастотном электромагнитном поле. *(УГНТУ, МИФИ)*.....208
73. *Лычагина Н.Д., Муравьева Е.А.* Анализ качества технологического процесса. *(УГНТУ)*.....212
74. *Павлов В.Б.* Использование барьерного разряда для очистки воды. *(УГНТУ)*.....215
75. *Хисматуллин А.С., Холматов Ш.Ш.* Разработка методики определения параметров функционирования системы. *(УГНТУ)*.....218
76. *Шулаев Н.С., Ефимова Г.Ф., Абдуллаев А.З.* Анализ спектра излучения при гармонических колебаниях заряда в дипольной и квадрупольной системах. *(УГНТУ)*.....221
77. *Шулаева Е.А.* Модернизация автоматизированной системы управления стадией кристаллизации тяжелой соды. *(УГНТУ)*.....226
78. *Ələsgərov G.A. Arıxov E.N.* Enerji daşıyıcılarının istilik təchizatı sistemlərinin iş rejimlərinə təsiri. *(AzMİU)*.....228
79. *Fətəliyeva L.Ç.* Böyük verilənlərdə iyerarxik klasterləşdirmə alqoritmi. (*İTİ*) 230
80. *Xudaverdiyeva M.Ə.* Maneələrdən yayınma qabiliyyətinə malik mobil robot üçün Mamdani əsaslı qeyri-səlis kontroller. *(ADNSU)* 232
81. *Гаджиева В.Т., Гараев А.А,* Определение степени заряженности по величине эдс в свинцово – кислотных аккумуляторах применяемых в солнечных установках. *(НГУ)*.....235
82. *Садриев Р.Ш., Садриев С.Р.* Особенности высокочастотного барьерного разряда между твердым и жидким электродами. *(КФУ)* 240
83. *İsmayılova Ş.H., Cumalıyeva İ.C.* Maili borularda sərfi fasiləsiz azalan mayenin hərəkəti. *(SDU)* 243
84. *Абдуллин Т.Р.* Численный расчёт вынужденных колебаний трубопровода. *(КГЭУ)* 246
85. *Борисова О.В., Нурмиев И.И., Хуснуллин А.А* Главные вопросы автоматизированного электрического привода. *(КГЭУ)* 251
86. *Власова А.Ю., Галлямова И.Р.* Современные фильтрующие материалы, применяемые для подготовки воды. *(КГЭУ)* 254
87. *Гатауллина И.М.* Расчет собственных колебаний стенок энергетических трубопроводов *(КГЭУ)*.....256
88. *Iskhakova R., Nurgaliev A., Iskhakov A.* Possibility of utilizing waste activated sludge as a renewable energy source. *(KSPU)*.....259
89. *Kozlov V., Valiullina D., Iksanova E.* Diagnostics of transformer oil condition by its chromaticity coordinates. (*KSPU)* 266
90. *Əhmədova R.R., Hüseynova A. E., Babayeva T. M.* Enerji təchizatı və çirklənmə *(SDU)* 273
91. *Aşurova N. D., Seyidova G. M., Əliyeva A.Ş.* Enerji sənayesinin ətraf mühit problemləri və onların həlli yolları *(SDU)* 275
92. *Hacıyeva X.Ə., Quliyeva A.A., Avdunova A.M.* Su obyektlərinin termal çirklənməsi *(SDU)*.....276
93. *Павлович И.А., Скрипко А.Н., Скрипко А.Н., Шевчик Н.Е.* К вопросу об искусственной обработке грунта для строительства и ремонта низкоомных заземляющих устройств *(БГАТУ)*.....278
94. *Низамов А.А. . Насыбуллин Р.Р.* Полимерные гель-электролиты на основе полиуретановых ономеров *(КГЭУ)* 281

V BÖLMƏ *** V СЕКЦИЯ *** V SECTION

AVTOMATLAŞDIRMA, CİHAZLAR VƏ NƏZARƏT METODLARI
АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ
AUTOMATION, DEVICES AND CONTROL METHODS

95. *Гусейнов Т.К.* Проточные трубчатые резонаторы вибрационно-частотных плотномеров с дополнительными опорами. *(SDU)* 284
96. *Hüseynova Q.H.* Maşınqayırma istehsalında sənaye robotunun keyfiyyətinə nəzarət sisteminin proqram təminatı. *(SDU)* 286
97. *Abdulova N.A., İsmayılov F.B.* LM386 mikrosxem əsasında vibrasiya-amplitud sıxlıq vericisi üçün gücləndirici. *(SDU)*.....288
98. *Quliyeva T.S.* İnsan – maşın interfeysi. Ümumi tələblər. *(SDU)* 291

99. *Teyyubova S.R.* Bütöv nüvəli maqnit işəburaxıcısının işlənməsi. *(SDU)* 292
100. *Байрамалиева Э.Н., Адыгезалов В.С., Некрасова Т.Н.* Преобразователи больших перемещений. *(СГУ, ВГАУ)*.....294
100. *Səttarov V.Q., Abdullayeva Ü.R.* Elektromaqnit tipli alçaq mexaniki tezlikli vibrotəsirləndiricilər. (*SDU)* 295
101. *Ломакин И.В., Самохвалова К.Ю.* Измерительный канал мехатронного модуля вакуумной терапии. *(КГЭУ)*.....297
102. *Якупова И.Д.* Виброакустический метод оценки технического состояния энергетических коммуникаций. (*КГЭУ)*.....300
103. *Ağayeva F.Ş., Məmmədova R.C., Məhərrəmova A.M.* Texnoloji proseslərdə fiziki parametrlərin ölçmə dəqiqliyinin yüksəldilməsi üsulları. *(SDU)*.....302
104. *Ахмедов Р.М., Алиева Х.Р.* Информационно-измерительная система контроля процессов и объектов на основе метода измерения и обработки мгновенных значений электрических сигналов. *(AzTU)* 304
105. *Mənsurov Q.M, Quliyeva L.İ.* Binalarda istilik enerjisi sərfinin kommersiya uçotu sistemi üzrə virtual cihaz modullarının aparat və proqram təminatının işlənməsi üçün əsas texniki şərtlər. (*SDU)* 307
106. *Namazov A.M., Nağıyeva S.F., Qaraxanov M.N.* Çoxmodlu difraksiya vericisinin tədqiqi. (*SDU, AzTU)* 309
107. *Гадирова Т.Т.* Вибрационно-амплитудный плотномер. (*ВВИ)*.....314
108. *Юсупов Д.Т., Кадыров Х.М.* Высокочастотный вибрационный контроль масляных силовых трансформаторов. *(ИПЭ АН РУз , ФПИ)*.....316
109. *Семин Д.И.* Имитационное моделирование как инструмент технического обслуживания электрооборудования. (*КГЭУ)* 318
110. *Даутов Р.Р., Кондратьев А.Е.* Пути повышения термодинамической эффективности тепловых насосов (*КГЭУ)* 322
111. *Николов Н.Н., Луков В.Й., Александрова М.И.* Дискретный адаптивный наблюдатель состояния на основе метода наименьших квадратов *(ТУВ)*.....324
112. *Hacıyeva K.R.* Pyezoelektrik çevirici qurğunun arduino üzərindən idarə olunması. *(SDU)*.....330

VI BÖLMƏ *** VI СЕКЦИЯ *** VI SECTION

ENERGETİKADA İQTİSADİYYAT VƏ İDARƏETMƏ
ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ В ЭНЕРГЕТИКЕ
ECONOMICS AND MANAGEMENT IN ENERGY

113. *Акберова Г.И., Зиганшин М.Г.* Выбор оптимальных способов модернизации и инвестирования в децентрализацию системы теплоснабжения учебного корпуса университета. *(КГЭУ)*.....332
114. *Винокурова Е.С.* Оценка эффективности введения системы энергетического менеджмента. *(КГЭУ)*.....335
115. *Дубровская М.О.* Финансовые результаты предприятия ТЭК: сущность и значение. (*КГЭУ)*.....336
116. *Камалиева З.З., Хабибуллина И.И., Хусаинова Е.А.* Энергетический менеджмент промышленности. *(КГЭУ)*.....338
117. *Хабибуллина Г.И., Хусаинова Е.А.* Конкуренция в электроэнергетике. *(КГЭУ)* 341
118. *Шапко А.Р.* Значение энергетического комплекса для экономического развития России. *(УГНТУ)* 342
119. *Гиниятуллина Л.Р., Корбанова Ч.С., Юнусова Л.И., Валеева Ю.С., Галимова Э.И.* Цифровизация в электроэнергетике. (*КГЭУ)* 345
120. *Байдуганова К.В.* Роль нефтегазовой промышленности в экономике Российской федерации. *(УГНТУ)* 347
121. *Əmirov İ.B., Mirzəbəyov A.Ə.* Enerji təhlükəsizliyi milli təhlükəsizliyin əsası kimi. *(SDU)* 351

122. *Султангалиева А.С., Кульжанов Д.У., Яшков В.А.* Электроэнергетика Казахстана: (история, становление, тенденции развития). *(АУНГ)* 353
123. *Напойкина А.В., Шакирова Д.А., Бадретдинова Р.Р. Валеева Ю.С., Салихова Р.Р.* Инвестиционные проекты энергетики. (*КГЭУ)* 358
124. *Махиянова А.В.* Способы сокращения временных затрат персонала (на примере реализации капитального строительства в АО «Татэнерго»). *(КГЭУ)* 361
125. *Хазиева А.А., Хусаинова Е.А.* Необходимость энергетического менеджмента на предприятиях ТЭК. *(КГЭУ)* 363
126. *Сафина Ф.Д., Игошина Д.А., Хусаинова Е.Ф.* Обеспечение экономической безопасности предприятия. *(КГЭУ)* 365
127. *Хисамеева Д.Р., Шайхутдинова И.Г, Валеева Ю.С., Галимова Э.Н.* Энергетический переход. *(КГЭУ)* 367
128. *Яковлева А.Э., Казнова Д.Д., Хусаинова Е.А.* Перспективы развития малого бизнеса в энергетическом секторе России на современном этапе. (*КГЭУ)*....369
129. *Əlizadə L.M.* Daxili auditin müəssisədə rolu. (*ƏMAPƏNE)*....371
130. *Асланлы К.А..* Геолого-экономическая оценка объекта работ. *(ГТК)* 374
131. *Князева А.В., Троцианская Л.В., Хасанова З.Р., Валеева Ю.С., Салихова Р.Р.* Цифровизация предприятий теплоснабжения. *(КГЭУ)*....377
132. *Сабирова И.И., Хусаинова Е.А.* Экономика в энергетике. *(КГЭУ)*....379
133. *Хизбуллина Р.Р.* Цифровизация образования в системе современных социально-экономических условиях. *(КГЭУ)* 380
134. *Каюмова А.А., Маркина К.В., Шувагина М.Д., Валеева Ю.С., Салихова Р.Р.* Энергетическая стратегия как фактор социально-экономического развития. (*КГЭУ)* 382
135. *Афанасьев М.В., Уразбахтина Л.Р.* Тенденции инновационного развития в энергетическом секторе....384
136. *Фатхутдинов А.А., Лялин О.К., Мандрыкин Д.В., Валеева Ю.С., Салихова Р.Р.* Внешние факторы развития электроэнергетики в России. (*КГЭУ)* 386
137. *Məmmədova C.P., Fətəliyev F.Ş.* İstilik elektrik stansiyalarında yanacağın azaldılmaısı üsullarının müqayisəli tədqiqi *(АГУНП)* 387