

TlGaS₂ YARIMKEÇİRİCİ BİRLƏŞMƏSİNİN İSTİLİK VƏ ELASTİGİYYƏT PARAMETRLƏRİ

¹QURBANOV MEHDİ MƏHƏMMƏD oğlu [ORCID](#)

²QOCAYEV MURĞUZ MUĞAN oğlu [ORCID](#)

³SƏLİMOVA VƏFA VƏLİ qızı [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, 1,2-dosent, 3-assistent

vefa_24@mail.ru

Açar sözlər: yarımkeçirici, istidən genişlənmə, izotermik sıxılma, istilik tutumu, Debay temperaturu, Yunq modulu, termodinamika, adiabatik sıxılma, kimyəvi rabitə

Laylı və zəncirvari quruluşa malik yarımkeçirici birləşmələrin istilik və elastıqıyyət parametrlərinin tədqiqi, həm nəzəri, həm də praktik tətqiq baxımından hər zaman aktual olmuşdur. Bu tip birləşmələr optik kvant generatorlarında və digər həssas çevirici cihazların hazırlanmasında istifadə olunur. Eyni zamanda istilik və elastıqıyyət parametrlərinin qiymətlərinin geniş temperatur intervalında məlum olması, mürəkkəb yarımkeçiricilərin termodinamikasını daha dərinlən araşdırmağa imkan verə biləcək nəzəri modellərin qurulması üçün vacibdir.

Bu işdə TlGaS₂ birləşməsinin istidən genişlənmə əmsalı (α), izotermik sıxılma əmsalı (χ_T) və sabit təzyiqdə molyar istilik tutumunun (C_p) eksperimental qiymətlərindən

istifadə etməklə sabit təzyiqdə və sabit həcmdə molyar istilik tutumlarının fərqi ($C_p - C_V$), sabit həcmdə molyar istilik tutumu (C_V), adiabatik sıxılma əmsalının (χ_S) temperatur asılılıqları təyin edilmiş, bir sıra nəzəri və empirik termodinamik münasibətlər yoxlanmışdır.

TlGaS₂ birləşməsi üçün α , χ_T , C_p , C_V , ($C_p - C_V$) və Debay xarakteristik temperaturu (θ) – nin qiymətləri cədvəldə verilmişdir (cədvəl 1). Molyar istilik tutumlarının fərqi və Debay xarakteristik temperaturu

$$C_p - C_V = \frac{9\alpha^2 VT}{\chi_T} \quad (1)$$

$$\theta_D = \frac{19.37}{(\bar{A} V^{\frac{2}{3}} \alpha)^{1/2}} \quad (2)$$

düsturları vasitəsilə hesablanmışdır [1,2]. Burada V- molyar həcm, T-mütləq temperaturdur.

Cədvəl 1.

T, K	$\alpha, 10^{-6}$ 1/K	$\chi_T, 10^{-12}$ m ² /N	$C_p, \frac{C}{\text{mol K}}$	θ, K	$(C_p - C_V), \frac{C}{\text{mol K}}$	$C_V, \frac{C}{\text{mol K}}$
80	3.85	6.11	67	325	0.105	66.89
90	4.29	6.27	69	319	0.148	68.85
100	4.75	6.46	71	302	0.193	70.66
120	5.24	6.54	74	276	0.355	73.64
140	6.42	6.62	76	267	0.408	75.59
160	6.92	6.68	78	258	0.607	77.39
180	7.28	6.71	79	243	0.735	78.26
200	9.21	6.74	82	228	0.881	81.12
220	9.57	6.76	84	225	1.042	82.96
240	9.76	6.77	86	222	1.125	84.81
260	9.79	6.81	88	218	1.346	86.65
280	10.83	6.84	91	215	1.637	89.36
300	10.86	6.87	92	212	1.808	90.19

$$\chi_T - \chi_S = \frac{9\alpha^2 VT}{C_P} \quad (3)$$

Termodinamik münasibəti əsasında izotermik χ_T və adiabatik χ_S sıxılma əmsalları arasındakı fərq də hesablanmışdır [5]

(1) və (3) münasibətlərinin müqayisəsindən

$$\frac{C_P - C_V}{\chi_T - \chi_S} = \frac{C_P}{\chi_T} \quad (4)$$

alınır. Beləliklə, $(\chi_T - \chi_S)$ fərqini (4) – münasibətindən də hesablamaq olar. TlGaS₂ birləşməsi üçün hesablanmış $(\chi_T - \chi_S)$ fərqi də cədvəldə verilmişdir (cədvəl 2).

Nəzəri araşdırmalar göstərmişdir ki, bərk cisimlər üçün sabit təzyiqdə və sabit həcmdə molyar istilik tutumları nisbəti $(\frac{C_P}{C_V})$, həmin cismin izotermik və adiabatik sıxılma əmsallarının nisbətinə $(\frac{\chi_T}{\chi_S})$ bərabər olmalıdır. [3]

$$\frac{C_P}{C_V} = \frac{\chi_T}{\chi_S} \quad (5)$$

TlGaS₂ birləşməsi üçün aparılmış hesablar (5) münasibətinin yaxşı ödənildiyini göstərmişdir. Bu hesablamaların nəticələri də cədvəldə verilmişdir (cədvəl 2).

Cədvəl 2.

T, K	$(\chi_T - \chi_S),$ 10^{-12} N/m^2	$\chi_S,$ 10^{-12} N/m^2	C_P/C_V	χ_T/χ_S	E , 10^{10} N/m^2	$\vartheta, \text{m/san}$	σ	$\mu,$ 10^{10} N/m^2
80	0.010	6.05	1.002	1.002	26.9	5340	0.22	10.9
90	0.011	6.26	1.002	1.002	26.6	5280	0.23	10.8
100	0.018	6.44	1.002	1.002	26.5	5202	0.22	10.9
120	0.032	6.51	1.003	1.003	19.7	5171	0.30	7.6
140	0.036	6.58	1.005	1.005	18.4	5138	0.31	7.1
160	0.053	6.63	1.006	1.006	17.1	5116	0.32	6.5
180	0.064	6.65	1.007	1.007	15.3	5104	0.33	5.8
200	0.075	6.67	1.012	1.012	13.2	5023	0.36	4.9
220	0.083	6.69	1.016	1.016	12.9	5089	0.35	4.8
240	0.095	6.70	1.019	1.019	12.7	5085	0.36	4.7
260	0.103	6.71	1.020	1.021	12.1	5082	0.36	4.4
280	0.117	6.72	1.022	1.023	11.9	5067	0.37	4.3
300	0.138	6.73	1.023	1.024	11.4	5044	0.37	4.2

TlGaS₂ birləşməsi üçün Debay xarakteristik temperaturunun məlum qiymətləri əsasında Yunq modulunun (E), Puasson əmsalının (σ), sürüşmə modulunun (μ) və səsin sürətinin qiymətləri (ϑ) də hesablanmışdır. Hesablamalar ədəbiyyatdan mövcud olan düsturlar əsasında aparılmışdır [5, 6,7]

$$\theta_D = \frac{1.68 \cdot 18 \cdot 10^3 \sqrt{E}}{M^{1/3} \rho^{1/6}} \quad (6)$$

$$\vartheta = \sqrt{\frac{K}{\rho}} \quad (7)$$

$$1/\chi_T = \frac{E}{3(1-2\sigma)} \quad (8)$$

$$\mu = \frac{E}{2(1+\sigma)} \quad (9)$$

Burada K- hərtərəfli sıxılma modulu, ρ - sıxlıqdır.

Bu hesablamaların nəticələri də cədvəl 2-də verilmişdir. Adiabatik sıxılma əmsalının qiymətinin az olması onunla əlaqədardır ki, cismin adiabatik sıxılması zamanı o, nisbətən daha çox qızır və eyni

zamanda həcmi genişlənməyə məruz qalır. Cədvəldən göründüyü kimi TlGaS₂ birləşməsi üçün bütün temperatur intervalında (5) münasibəti yaxşı ödənilir. Bu, onu deməyə əsas verir ki, kubik kristallik quruluşa malik və bəsit birləşmələr bütün hesablamalarda istifadə edilən nəzəri və empirik düsturlar mürəkkəb yarımkeçirici birləşmələr üçün də yararlıdır. Nəzəri modellərdə göstəriləndiyi kimi TlGaS₂ birləşməsi üçün də sabit həcmdə molyar istilik tutumunun qiyməti, nisbətən aşağı temperaturalarda temperaturdan kəskin asılı olduğu halda, Debay xarakteristik temperaturuna yaxınlaşdıqca $3Rn$ qiymətinə yaxınlaşır (R -universal qaz sabiti, n -birləşməyə daxil olan atomların sayıdır). Temperaturun artması ilə izotermik və adiabatik sıxılma əmsallarının qiymətlərinin artması, eləcə də Yunq modulunun və səsin sürətinin azalması göstərir ki, TlGaS₂ birləşməsində atomlararası kimyəvi rabitə qüvvəsi, temperaturun artması ilə azalır. İstilik və elastiklik parametrlərinin qiymətləri üçün alınan nəticələrin mövcud qiymətlərlə müqayisəsi göstərir ki, TlGaS₂ birləşməsi üçün bu işdə verilmiş cədvəl qiymətlərindən praktik tətbiq sahələrində istifadə etmək olar.

ƏDƏBİYYAT

1. Курбанов, М.М. Тепловое расширение изотермическая сжимаемость TlGaS₂ // Неорганические материалы, –2003, т.39, №8, –с.1-3
2. Абдуллаева, С.Г. Теплоемкость кристаллов TlGaS₂ и TlGaSe₂ при низких температурах, физика твердого тела/ С.Г.Абдуллаева, А.М.Абдуллаев, К.К.Мамедов [və b.] // –1984, т.26, в2, –с.618-620.
3. Əsgərov, B. M. Bərk cisimlər nəzəriyyəsi / B.M. Əsgərov, –Bakı: Bakı Universiteti nəşriyyatı, –2001. –389 s.
4. Сирота, Н.Н. Физика и физико-химический анализ / Н.Н.Сирота, С.Н. Чижевская. –М.: Госстройиздат, –1957, –185 с.
5. Ландау, Л.Д. Теория упругости / Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц –М.: Наука, –1965, –с.227
6. Курбанов, М.М. Тепловое расширение и упругие параметры твердых растворов (TlGaSe₂)_{1-x}(TlInS₂)_x (X=0.1, 0.2) / М.М.Курбанов, М.М.Годжаев, А.Б.Магерамов Изв АН Азерб. Респ. –Баку, №5, –2017, –с.125-129
7. Драбл, Дж. Теплопроводность полупроводников / Дж.Драбл, Г.Голдсמיד. –М.: изд. Иностранной литературы, –1963, –266с.
8. Qurbanov, M. M. TlGaS₂)_x-(TlGaSe₂)_{1-x}(x=0,1; 0,2) bərk məhlullarının izotermik sıxılması və atomlararası rabitə enerjisi / M. M. Qurbanov, F. Ə. Məmmədov, S. C. Məmmədov // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2021. – Vol. 21, No. 4. – P. 4-7. – DOI 10.54758/16801245_2021_21_4_4. – EDN EBMBLX. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47690219>

РЕЗЮМЕ

ТЕПЛОВЫЕ И УПРУГИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ TlGaS₂
Курбанов М. М., Годжаев М. М., Салимова В.В.

Ключевые слова: полупроводник, тепловое расширение, изотермическая сжимаемость, теплоемкость, температура Дебая, модуль Юнга, термодинамика, адиабатическая сжимаемость, химическая связь

В работе приведены таблицы данных значений характеристической температуры Дебая (θ), разницы между молярными теплоемкостями при постоянном давлении и постоянном объеме ($C_p - C_v$), разности значений коэффициентов изотермической и адиабатической сжимаемости ($\chi_T - \chi_S$), модуль Юнга (E) и скорость распространения звука (ϑ) вычисленных по теоретическим и эмпирическим формулам, куда входят экспериментальные значения коэффициента теплового расширения, изотермическая сжимаемость и молярной теплоемкости соединений TlGaS₂. Проверены термодинамические соотношения связывающие молярные теплоемкости с коэффициентами изотермической и адиабатической сжимаемости.

SUMMARY

THERMAL AND ELASTIC PARAMETERS OF TlGaS₂ SEMICONDUCTOR COMPOUNDS

Gurbanov M.M., Gocayev M.M., Salimova V.V.

Keywords: *semiconductor, thermal expansion, isothermal compression, heat capacity, Debye temperature, Young's modulus, thermodynamics, adiabatic compression, chemical bond*

This work deals with, tabular data of the calculated values of the characteristic Debye temperature (θ), the difference between the molar heat capacities at constant pressure and constant volume ($C_p - C_v$), the difference in the values of the coefficients of isothermal and adiabatic compressibility ($\chi_T - \chi_S$), Young's modulus (E) and the propagation velocity sound (ϑ) according to theoretical and empirical formulas, which includes the experimental values of the coefficients of thermal expansion, isothermal compressibility and molar heat capacity of TlGaS₂ compounds. The thermodynamic relations connecting molar heat capacities with isothermal and coefficients of isothermal and adiabatic compressibility are checked.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	09.02.2023
	Son variant	29.04.2023

UOT 517.95

DOI 10.54758/16801245_2023_23_2_8

İKİTƏRTİBLİ XÜSUSİ TÖRƏMƏLİ DİFERENSİAL TƏNLİKLƏRİN TƏSNİFATI VƏ ONLARIN KANONİK ŞƏKLƏ GƏTİRİLMƏSİ TEKNOLOGİYASI

¹**ZEYNALOV SAHİB ADIGÖZƏL oğlu**

²**QULİYEV ƏDALƏT FİRİDUN oğlu**

³**QULİYEV SƏBUHİ VAQİF oğlu**

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti 2-baş müəllim

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti, Ağcabədi filialı, 1- dosent, 3- müəllim

sahib.zeynalov.64@list.ru ; quliyevadalet62@gmail.com ; sebhivavaqif1998@gmail.com

Açar sözlər: tənlik, diferensial, xətti, törəmə, ikitərtibli, funksiya

Fiziki və texniki məsələlərin əksəriyyətinin həlli xüsusi törəməli ikitərtibli xətti diferensial tənliklərin həllinin tapılmasına gətirilir. Xətti tənliyin ümumi şəklə belədir:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \frac{\partial^2 u(x_1, x_2, \dots, x_n)}{\partial x_i \partial x_j} + \sum_{i=1}^n b_i \frac{\partial u(x_1, x_2, \dots, x_n)}{\partial x_i} + cu(x_1, x_2, \dots, x_n) = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

Burada α_{ij} , b_i ($i = \overline{1, n}, j = \overline{1, n}$) və c əmsalları yalnız asılı olmayan $x_1, x_2, \dots, x_n$ dəyişənlərinin funksiyalarıdır. Əgər $f(x_1, x_2, \dots, x_n) \equiv 0$ olarsa, onda (1) tənliyi xətti bircinsli diferensial tənlik adlanır [1]. Xətti olan bütün diferensial tənlikləri üç sinfə (növrə) ayırmaq olar. İki-dəyişənli $u(x, y)$ funksiyasının daxil olduğu tənliyin təsnifatına baxaq [2]. Bu halda xətti bircins tənlik

$$a_{11}(x, y) \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x^2} + 2a_{12}(x, y) \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x \partial y} + a_{22}(x, y) \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial y^2} + F\left(x, y, u(x, y), \frac{\partial u(x, y)}{\partial x}, \frac{\partial u(x, y)}{\partial y}\right) = 0 \quad (2)$$

şəklində, xətti tənlik isə

$$a_{11}(x, y) \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x^2} + 2a_{12}(x, y) \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial x \partial y} + a_{22}(x, y) \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial y^2} + b_1 \frac{\partial u(x, y)}{\partial x} + b_2 \frac{\partial u(x, y)}{\partial y} + cu(x, y) = f(x, y) \quad (3)$$

şəklində olar. (2) yaxud (3) şəklində olan tənlikləri asılı olmayan dəyişənləri yeni dəyişənlərlə əvəz etməklə sadə(kanonik) şəkllə gətirmək olur. (3) tənliyində asılı olmayan dəyişənləri

$$\begin{cases} \xi = \varphi(x, y) \\ \eta = \psi(x, y) \end{cases} \quad (4)$$

əvəz etməklə (ξ, η) və (x, y) nöqtələrinin uyğun olduğu oblastları arasında qarşılıqlı birqiyəmətlili uyğunluq yaradaq [3]. Fərz edək ki, $\varphi(x, y)$ və $\psi(x, y)$ funksiyaları və onların birinci və ikinci tərtib törəmələri kəsilməzdir. (2) tənliyinə

daxil olan xüsusi törəmələri təyin edək:

$$\begin{cases} \frac{\partial u(x, y)}{\partial x} = \frac{\partial u(x, y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial u(x, y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial \eta}{\partial x} \\ \frac{\partial u(x, y)}{\partial y} = \frac{\partial u(x, y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial u(x, y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial \eta}{\partial y} \end{cases}$$

(4) düsturlarına əsasən yazı bilirik:

$$\begin{cases} \frac{\partial \xi}{\partial x} = \frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x} \\ \frac{\partial \eta}{\partial x} = \frac{\partial \psi(x, y)}{\partial x} \end{cases}; \begin{cases} \frac{\partial \xi}{\partial y} = \frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y} \\ \frac{\partial \eta}{\partial y} = \frac{\partial \psi(x, y)}{\partial y} \end{cases}$$

Bu münasibətləri nəzərə alsaq birinci tərtib xüsusi törəmələr üçün yazı bilirik:

$$\frac{\partial u(x,y)}{\partial x} = \frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \quad (5)$$

$$\frac{\partial u(x,y)}{\partial y} = \frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y} \quad (6)$$

İndi isə ikinci tərtib xüsusi törəmələri təyin edək:

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x^2} &= \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{\partial u(x,y)}{\partial x} \right) \cdot \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{\partial u(x,y)}{\partial x} \right) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \right) \cdot \frac{\partial \xi}{\partial x} + \\ &\frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \right) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial x} = \left(\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi^2} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial^2 \varphi(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \right) \cdot \frac{\partial \xi}{\partial x} + \\ &\left(\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial^2 \varphi(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \eta^2} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial^2 \psi(x,y)}{\partial x^2} \right) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial x} = \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi^2} \cdot \left(\frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} \right)^2 + \\ &\frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial^2 \varphi(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \eta \partial \xi} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} + \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \eta^2} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \eta}{\partial x} + \\ &\left(\frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \right)^2 + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial^2 \psi(x,y)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi^2} \cdot \left(\frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} \right)^2 + 2 \cdot \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} + \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \eta^2} \cdot \left(\frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \right)^2 + \\ &\frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial^2 \varphi(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial^2 \psi(x,y)}{\partial x^2} \end{aligned} \quad (7)$$

Burada xüsusi törəmələrin bərabərliyi haqqında Şvars teoreminə istinad olunmuşdur.

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial y^2} &= \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{\partial u(x,y)}{\partial y} \right) \cdot \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{\partial u(x,y)}{\partial y} \right) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial y} = \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi^2} \cdot \left(\frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y} \right)^2 + 2 \cdot \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y} + \\ &\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \eta^2} \cdot \left(\frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y} \right)^2 + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial^2 \varphi(x,y)}{\partial y^2} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial^2 \psi(x,y)}{\partial y^2}, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x \partial y} &= \frac{\partial}{\partial \xi} \left(\frac{\partial u(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \right) \cdot \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial \eta} \left(\frac{\partial u(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \right) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial y} = \\ &\frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y} \cdot \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi^2} + \left(\frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y} + \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y} \right) \cdot \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} + \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y} \cdot \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \eta^2} + \\ &\frac{\partial^2 \varphi(x,y)}{\partial x \partial y} \cdot \frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} + \frac{\partial^2 \psi(x,y)}{\partial x \partial y} \cdot \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \end{aligned} \quad (9)$$

(5), (6), (7), (8) və (9) bərabərliklərini (2) tənliyində yazıb, qruplaşdırma aparsaq, belə bir çevrilmiş tənlik alırıq:

$$\alpha_{11}(x,y) \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi^2} + 2\alpha_{12}(x,y) \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} + \alpha_{22}(x,y) \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \eta^2} + F_1(\xi, \eta, u(x,y), \frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi}, \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta}) = 0 \quad (10)$$

Burada

$$\begin{aligned} \alpha_{11}(x,y) &= a_{11}(x,y) \left(\frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} \right)^2 + 2a_{12}(x,y) \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y} + a_{22}(x,y) \left(\frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y} \right)^2; \\ \alpha_{12}(x,y) &= a_{11}(x,y) \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} + a_{12}(x,y) \left(\frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y} + \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \right) + \\ &a_{22}(x,y) \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y}; \\ \alpha_{22}(x,y) &= a_{11}(x,y) \left(\frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \right)^2 + 2a_{12}(x,y) \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y} + a_{22}(x,y) \left(\frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y} \right)^2 \end{aligned}$$

işarə edilmişdir. Bu bərabərliklərdən istifadə edərək

$$\alpha_{12}^2(x,y) - \alpha_{11}(x,y)\alpha_{22}(x,y) = (a_{12}^2(x,y) - a_{11}(x,y)a_{22}(x,y)) \left[\frac{D(\varphi,\psi)}{D(x,y)} \right]^2 \quad (11)$$

bərabərliyinin doğruluğunu yoxlamaq olar. Burada, $\frac{D(\varphi,\psi)}{D(x,y)}$ Yakobi determinantıdır.

$\Delta = a_{12}^2(x,y) - a_{11}(x,y)a_{22}(x,y)$ tənliyin diskriminantı adlanır. Beləliklə, (2) tənliyini belə təsnif etmək olar:

- 1) Əgər $\Delta > 0$ olarsa, (2) tənliyi hiperbolik növlü tənlik adlanır.
- 2) Əgər $\Delta < 0$ olarsa, (2) tənliyi elleptik növlü tənlik adlanır.
- 3) Əgər $\Delta = 0$ olarsa, (2) tənliyi parabolik növlü tənlik adlanır.

(7) eyniliyindən çıxır ki, (4) düsturları ilə əvəzləmə apardıqda (2) tənliyinin sinfi(növü) dəyişmir. Çünki, qarşılıqlı birqiymətli çevirmədə Yakobi determinantı sıfıra çevrilir. Asılı olmayan dəyişənləri əvəz etməklə (2) şəklində olan hər bir tənliyi sadələşdirmək, yəni kanonik formaya gətirmək olar. Hər bir sinfə daxil olan tənliyin öz kanonik forması vardır. Bu kanonik formaları nəzərdən keçirək:

1. Əgər (2) tənliyi D oblastında hiperbolikdirsə, onda elə $\varphi(x, y)$ və $\psi(x, y)$ funksiyaları vardır ki, (4) əvəzləməsinin köməyi ilə (2) tənliyi

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \xi \partial \eta} + F_1(\xi, \eta, u, \frac{\partial u}{\partial \xi}, \frac{\partial u}{\partial \eta}) = 0 \quad (12)$$

kanonik şəklinə gətirilir. $\varphi(x, y)$ və $\psi(x, y)$ funksiyalarının tapılması qaydasını müəyyənləşdirək.

1). Əgər D oblastında $a_{11}(x, y) = a_{22}(x, y) = 0$ olarsa, onda $\Delta > 0$ və $a_{12}(x, y) \neq 0$ olar. Bu halda (2) tənliyinin hər tərəfini $a_{12}(x, y)$ -ə bölsək, (12) şəklində kanonik tənlik alırıq.

2). Tutaq ki, D oblastında $a_{11}^2(x, y) + a_{22}^2(x, y) \neq 0$. Aydındır ki, D oblas-tında $a_{11}(x, y)$ və $a_{22}(x, y)$ əmsallarının heç olmasa biri sıfırdan fərqli olar. Sadəlik üçün fərz edək ki, D oblastında $a_{11}(x, y) \neq 0$. (4) bərabərlikləri ilə təyin olunan elə $\varphi(x, y)$ və $\psi(x, y)$ funksiyalarını seçək ki, çevrilmiş (2) tənliyində $\alpha_{11}(x, y)$ və $\alpha_{22}(x, y)$ əmsalları sıfıra bərabər olsun:

$$\begin{cases} a_{11}(x, y) \left(\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x} \right)^2 + 2a_{12}(x, y) \frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x} \frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y} + a_{22}(x, y) \left(\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y} \right)^2 = 0 \\ a_{11}(x, y) \left(\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x} \right)^2 + 2a_{12}(x, y) \frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x} \frac{\partial \psi(x, y)}{\partial y} + a_{22}(x, y) \left(\frac{\partial \psi(x, y)}{\partial y} \right)^2 = 0 \end{cases} \quad (13)$$

bərabərliklərinin birincisini $\left(\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y} \right)^2$ -ə, ikincisini isə $\left(\frac{\partial \psi(x, y)}{\partial y} \right)^2$ -ə bölsək, alırıq:

$$\begin{cases} a_{11}(x, y) \left(\frac{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x}}{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y}} \right)^2 + 2a_{12}(x, y) \frac{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x}}{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y}} + a_{22}(x, y) = 0 \\ a_{11}(x, y) \left(\frac{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x}}{\frac{\partial \psi(x, y)}{\partial y}} \right)^2 + 2a_{12}(x, y) \frac{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x}}{\frac{\partial \psi(x, y)}{\partial y}} + a_{22}(x, y) = 0 \end{cases}$$

Bu tənlikləri həll etsək, $\frac{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x}}{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y}} = \frac{-a_{12}(x, y) \pm \sqrt{\Delta}}{a_{11}(x, y)}$, $\frac{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x}}{\frac{\partial \psi(x, y)}{\partial y}} = \frac{-a_{12}(x, y) \pm \sqrt{\Delta}}{a_{11}(x, y)}$ alırıq. Bərabərliklərin sağ

tərəfləri bərabər olduqda $\varphi = \psi$ alınır. Ona görə də kvadrat tənliyin həlli olaraq müxtəlif kökləri seçmək lazımdır.

$$\lambda_1(x, y) = \frac{a_{12}(x, y) - \sqrt{\Delta}}{a_{11}(x, y)} \quad \text{və} \quad \lambda_2(x, y) = \frac{a_{12}(x, y) + \sqrt{\Delta}}{a_{11}(x, y)} \quad (14)$$

işarə etsək, alırıq:

$$\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x} + \lambda_1(x, y) \frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y} = 0 \quad \text{və} \quad \frac{\partial \psi(x, y)}{\partial x} + \lambda_2(x, y) \frac{\partial \psi(x, y)}{\partial y} = 0 \quad (15)$$

(15) tənlikləri isə

$$\frac{dy}{dx} = \lambda_1(x, y) \quad \text{və} \quad \frac{dy}{dx} = \lambda_2(x, y) \quad (16)$$

tənliklərinə ekvivalentdir. Beləliklə? baxılan halda, $\alpha_{11}(x, y)$ və $\alpha_{22}(x, y)$ əmsallarını sıfıra çevirən $\varphi(x, y)$ və $\psi(x, y)$ funksiyalarını tapırıq: Bu halda (7) eyniliyindən $\alpha_{12}(x, y) \neq 0$ olması alınır. Çevrilmiş (10) tənliyinin hər tərəfini $\alpha_{12}(x, y)$ -ə bölsək, (12) kanonik tənliyini alırıq (16) tənliklərinin ümumi inteqralı $\varphi(x, y) = c_1$ və $\psi(x, y) = c_2$ kimi iki ayrılar ailəsini əmələ gətirir. Bu ayrılar ailəsi (2) tənliyinin xarakteristikası adlanır. (16) tənlikləri xarakteristikanın diferensial tənlikləri adlanır. Qeyd edək ki, müxtəlif ailələrə məxsus olan iki xarakteristika ($\lambda_1(x, y) \neq \lambda_2(x, y)$) kəsişmir. Simin rəqsi hərəkəti məsələsində bu məsələyə baxılır.

2. Əgər (2) tənliyi D oblastında elleptikdirsə, onda bu oblastda elə $\varphi(x, y)$ və $\psi(x, y)$ funksiyaları vardır ki, (4) əvəzləmələrinin köməyi ilə bu tənlik

$$\frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 u(x, y)}{\partial \eta^2} + F_2(\xi, \eta, u, \frac{\partial u}{\partial \xi}, \frac{\partial u}{\partial \eta}) = 0 \quad (17)$$

kanonik şəklinə gətirilir. Əvvəlcə tənliyi formal olaraq

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \xi \partial \eta} + F_1(\xi, \eta, u, \frac{\partial u}{\partial \xi}, \frac{\partial u}{\partial \eta}) = 0 \quad (18)$$

şəklinə gətirək. Bu halda yeni ξ və η dəyişənləri kompleks qoşma olurlar: $\xi = \varphi(x, y) + i\psi(x, y)$, $\eta = \varphi(x, y) - i\psi(x, y)$. Çünki baxılan halda xarakteristikanın diferensial tənlikləri $\frac{dy}{dx} = \frac{a_{12}(x, y) - \sqrt{-\Delta}}{a_{11}(x, y)}$, $\frac{dy}{dx} = \frac{a_{12}(x, y) + \sqrt{-\Delta}}{a_{11}(x, y)}$ – dir. Beləliklə, elleptik növ tənliklərin xarakteristikası yalnız xəyalidir. Asılı olmayan dəyişənlərdən asılı yeni $\rho = \frac{\xi + \eta}{2} = \varphi(x, y)$ və $\sigma = \frac{\xi - \eta}{2} = \psi(x, y)$ dəyişənlərini daxil edək. Nəticədə belə bir tənlik alırıq:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \rho^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial \sigma^2} + F_2(\rho, \sigma, u, \frac{\partial u}{\partial \rho}, \frac{\partial u}{\partial \sigma}) = 0 \quad (19)$$

3. Əgər (2) tənliyi D oblastında parabolikdirsə, onda bu oblastda elə $\varphi(x, y)$ və $\psi(x, y)$ funksiyaları vardır ki, (4) əvəzləməsinin köməyi ilə (2) tənliyi

$$\frac{\partial^2 u}{\partial \eta^2} + F_2(\xi, \eta, u, \frac{\partial u}{\partial \xi}, \frac{\partial u}{\partial \eta}) = 0 \quad (20)$$

kanonik şəklinə gətirilir. $\varphi(x, y)$ və $\psi(x, y)$ funksiyaları belə tapılır: Əvvəlcə elə $\varphi(x, y)$ funksiyası tapa ki, çevrilmiş (10) tənliyində $a_{11}(x, y) = 0$, yəni

$$a_{11}(x, y) \left(\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x} \right)^2 + 2a_{12}(x, y) \frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x} \frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y} + a_{22}(x, y) \left(\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y} \right)^2 = 0 \quad (21)$$

tənliyinin həlli olsun. Hiperbolik növlü tənlikdə olduğu kimi, fərz edək ki, D oblastının daxilində yerləşən heç bir oblastda $a_{11}(x, y)$ sifıra bərabər deyildir. (21) tənliyinin hər tərəfini $\left(\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y} \right)^2$ – na bölsək, alırıq:

$$a_{11}(x, y) \left(\frac{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x}}{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y}} \right)^2 + 2a_{12}(x, y) \frac{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x}}{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y}} + a_{22}(x, y) = 0$$

Tənliyi $\frac{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x}}{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y}}$ -ə nəzərən həll etsək, alırıq: $\frac{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x}}{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y}} = \frac{-a_{12}(x, y) \pm \sqrt{\Delta}}{a_{11}(x, y)}$. Bu ifadədə $\Delta = 0$ olduğunu

nəzərə alsaq, $\frac{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x}}{\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y}} = \frac{-a_{12}(x, y)}{a_{11}(x, y)}$ olar. Burada $\frac{a_{12}(x, y)}{a_{11}(x, y)} = \lambda(x, y)$ işarə etsək, hiperbolik növlü

halından fərqli olaraq, yalnız bir tənlik alınır:

$$\frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial x} + \lambda(x, y) \frac{\partial \varphi(x, y)}{\partial y} = 0 \quad (22)$$

$\varphi(x, y)$ funksiyası olaraq, (22) tənliyinin eyniliklə sifıra bərabər olmayan ixtiyari həllini götürmək olar. Onda çevrilmiş tənlikdə $a_{12}(x, y) = 0$ olur. Bu münasibət (2) tənliyinin hiperboliklik şərtindən və (11) eyniliyindən alınır. $\psi(x, y)$ funksiya-sı olaraq $a_{22}(x, y)$ əmsalını sifıra çevirməyən ixtiyari ikiqat diferensiallanan funksiyanı götürmək olar. Çevrilmiş tənliyi $a_{12}(x, y)$ -ə bölməklə axtarılan kanonik formanı alırıq. Parabolik tipli tənliklər yalnız bir xarakteristik ailəyə malikdir.

Uzun illərin ali məktəb təcrübəsi göstərir ki, tələbələrin əksəriyyəti tənliklərin növünü asanlıqla müəyyənləşdir, ancaq onları kanonik şəkklə gətirərkən bir sıra nöqsanlara yaxud ikitərtibli xüsusi törəmələri taparkən səhvlərə yol verirlər. Nöqsanlar əsasən misalların həllində çoxsaylı diferensiallama əməllərinin aparılması ilə əlaqədar olaraq baş verə bilər. Ciddi səhvlərin aşkarlanması tələbələrin çoxdəyişənli funksiyaların diferensial hesabını mükəmməl mənəm-

səmərəsi kimi qiymətləndirilə bilər. Birdəyişənli funksiyanın diferensial hesabına orta məktəbin riyaziyyat kursunda kifayət qədər yer verilmişdir. Ona görə də hesab edirik ki, çoxdəyişənli funksiyaların diferensial hesabına ayrılan dərs saatlarının miqdarı artırılmalı və praktik tapşırıqların icrasına xüsusi diqqət yetirilməlidir. Tənlikləri kanonik şəkə gətirərkən hesablama nöqsanlarının baş verməsini azaltmaq məqsədi ilə ikitərtibli törəmələri hesablamaq üçün (7), (8) və (9) düsturlarından yaxud onların son nəticəsindən istifadə etmək olar:

$$\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi^2} \cdot \left(\frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x}\right)^2 + 2 \cdot \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} + \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \eta^2} \cdot \left(\frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x}\right)^2 + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial^2 \varphi(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial^2 \psi(x,y)}{\partial x^2} \quad (7)'$$

$$\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi^2} \cdot \left(\frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y}\right)^2 + 2 \cdot \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y} + \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \eta^2} \cdot \left(\frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y}\right)^2 + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial^2 \varphi(x,y)}{\partial y^2} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial^2 \psi(x,y)}{\partial y^2}, \quad (8)'$$

$$\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x \partial y} = \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y} \cdot \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi^2} + \left(\frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y} + \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y}\right) \cdot \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} + \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} \cdot \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y} \cdot \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \eta^2} + \frac{\partial^2 \varphi(x,y)}{\partial x \partial y} \cdot \frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} + \frac{\partial^2 \psi(x,y)}{\partial x \partial y} \cdot \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \quad (9)'$$

Bir neçə misalı nəzərdən keçirək.

Misal 1: $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - y \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0$ tənliyinin formasını təyin edək.[4]

Həlli: $a_{11}(x,y) = 1$, $a_{12}(x,y) = 0$, $a_{22}(x,y) = -y$ olduğundan tənliyin diskriminantı $\Delta = a_{12}^2(x,y) - a_{11}(x,y)a_{22}(x,y) = y$ olar. $\Delta = y > 0$ olduqda tənlik hiperbolik formaya malik olur. $\Delta = y < 0$ olduqda isə tənlik elleptik formaya malik olur.

1). Əvvəlcə hiperboliklik oblastına baxaq. Xarakteristikanın diferensial tənlik-ləri $\frac{dy}{dx} = \frac{a_{12}(x,y) - \sqrt{\Delta}}{a_{11}(x,y)} = -\sqrt{y}$ və $\frac{dy}{dx} = \sqrt{y}$ olar. Buradan $\frac{dy}{\sqrt{y}} = -dx$ və $\frac{dy}{\sqrt{y}} = dx$ alınır. Bu tənlikləri integrallasaq, alarıq: $-2\sqrt{y} + c_1 = x$ və $2\sqrt{y} + c_2 = x$. Buradan isə $x + 2\sqrt{y} = c_1$ və $x - 2\sqrt{y} = c_2$ alınır. $\begin{cases} \xi = \varphi(x,y) = x - 2\sqrt{y} \\ \eta = \psi(x,y) = x + 2\sqrt{y} \end{cases}$ əvəzləməsini aparsaq, onda $\frac{\partial u(x,y)}{\partial x} = \frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial \xi}{\partial x} +$

$$\frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial \eta}{\partial x} \text{ və } \frac{\partial u(x,y)}{\partial y} = \frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} \cdot \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \cdot \frac{\partial \eta}{\partial y} \text{ olar. } \begin{cases} \frac{\partial \xi}{\partial x} = \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial x} = 1 \\ \frac{\partial \eta}{\partial x} = \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial x} = 1 \end{cases} \text{ və } \begin{cases} \frac{\partial \xi}{\partial y} = \frac{\partial \varphi(x,y)}{\partial y} = -\frac{1}{\sqrt{y}} \\ \frac{\partial \eta}{\partial y} = \frac{\partial \psi(x,y)}{\partial y} = \frac{1}{\sqrt{y}} \end{cases}$$

olduğundan

$$\frac{\partial u(x,y)}{\partial x} = \frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \text{ və } \frac{\partial u(x,y)}{\partial y} = \frac{1}{\sqrt{y}} \frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} - \frac{1}{\sqrt{y}} \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta}$$

olar. İndi isə ikinci tərtib xüsusi törəmələri təyin edək: Bu məqsədlə 1-ci tərtib xüsusi törəmələrin

ifadələrindən yaxud (7)' düsturundan istifadə edə bilərik: Aydın məsələdir ki, $\begin{cases} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \varphi(x,y)}{\partial x^2} = 0 \\ \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \psi(x,y)}{\partial x^2} = 0 \end{cases}$ və

$$\begin{cases} \frac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 \varphi(x,y)}{\partial x^2} = \frac{1}{2y\sqrt{y}} \\ \frac{\partial^2 \eta}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 \psi(x,y)}{\partial x^2} = -\frac{1}{2y\sqrt{y}} \end{cases} \text{ olar. Bu ifadələri (7)', (8)' və (9)'- də nəzərə alsaq, alarıq:}$$

$$\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi^2} + 2 \cdot \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} + \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \eta^2},$$

$$\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial y^2} = \frac{1}{y} \left(\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi^2} - 2 \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} + \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \eta^2} + \frac{1}{2y\sqrt{y}} \left(\frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} - \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \right) \right).$$

Törəmələrin ifadələrini verilmiş tənlikdə yazsaq, belə bir çevrilmiş tənliyi alırıq: $4 \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} + \frac{1}{2\sqrt{y}} \left(\frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} - \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \right) = 0$. Əvvəzləmədən $\sqrt{y} = -\frac{\xi-\eta}{4}$ alınır. Axırıncını çevrilmiş tənlikdə yazsaq, alırıq: $\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \xi \partial \eta} + \frac{1}{2(\xi-\eta)} \left(\frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} - \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \right) = 0$.

2). $y < 0$ elleptik oblastında tənliyi kanonik şəkə gətirmək üçün $\rho = \frac{\xi+\eta}{2} = x$, $\sigma = \frac{\xi-\eta}{2i} = 2\sqrt{-y}$ dəyişənlərini daxil edək. Törəmələri təyin edib, verilmiş tənlikdə yazsaq, alırıq: $\frac{\partial^2 u}{\partial \sigma^2} + \frac{1}{\sigma} \frac{\partial u}{\partial \sigma} = 0$

Misal 2: $x \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x^2} - 2\sqrt{xy} \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x \partial y} + y \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial y^2} + 0,5 \frac{\partial u(x,y)}{\partial y} = 0$ tənliyini

kanonik şəkə gətirək [5].

Həlli: Tənliyin diskriminantı $\Delta = a_{12}^2(x,y) - a_{11}(x,y)a_{22}(x,y) = 0$ olur.

Deməli tənlik parabolik formalıdır. Bu halda tənlik bir xarakteristik ailəyə malik olar və xarakteristikanın tənliyi $\frac{dy}{dx} = \frac{a_{12}(x,y)-\sqrt{\Delta}}{a_{11}(x,y)} = -\sqrt{\frac{y}{x}}$ olar. Buradan $\frac{dy}{\sqrt{y}} = -\frac{dx}{\sqrt{x}}$ alınır. Tənliyi inteqrallasaq, alırıq: $\sqrt{x} + \sqrt{y} = c$. Ona görə də $\xi = \sqrt{x} + \sqrt{y}$ olduğunu fərz edək. η dəyişəni olaraq, çevrilmiş tənlikdə $a_{22}(x,y)$ əmsalını sıfıra çevirməyən ixtiyari funksiyanı götürə bilərik. Fərz edək ki, $\eta = \sqrt{x}$. Xüsusi törəmələri təyin edib verilmiş tənlikdə yazsaq, $\frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial \eta^2} - \frac{1}{\eta} \left(\frac{\partial u(x,y)}{\partial \xi} + \frac{\partial u(x,y)}{\partial \eta} \right) = 0$ kanonik tənliyini alırıq.

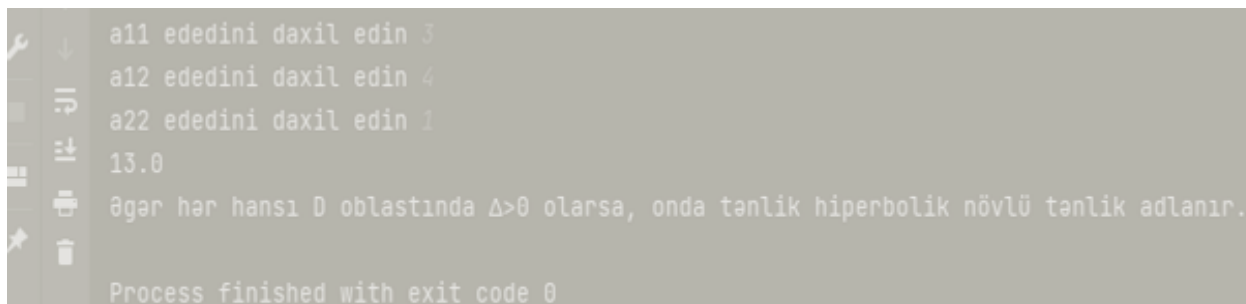
Misal 3: $(l+x) \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial y^2} - 2xy \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x \partial y} - y^2 \frac{\partial^2 u(x,y)}{\partial x^2} = 0$ tənliyinin hiperboliklik, elleptiklik və paraboliklik oblastlarını tapaq.

Həlli: Əvvəlcə tənliyin diskriminantını təyin edək. $\Delta = x^2 y^2 - (l+x)(-y^2) = y^2(x - x_1)(x - x_2)$ olar. Burada $x_1 = \frac{-1-\sqrt{1-4l}}{2}$ və $x_2 = \frac{-1+\sqrt{1-4l}}{2}$. Tutaq ki, $l < \frac{1}{4}$, onda x_1 və x_2 həqiqi ədədlər olur. $\Delta > 0$, yəni $x < x_1$ və $x > x_2$, başqa sözlə $x \in (-\infty, x_1) \cup (x_2, +\infty)$ olduqda tənlik hiperbolik formalı olur. $\Delta < 0$, yəni $x > x_1$ və $x < x_2$, başqa sözlə $x \in (x_1, x_2)$ olduqda tənlik elleptik formalı olur. $\Delta = 0$ olduqda, yəni $l = \frac{1}{4}$ olduqda tənlik parabolik formalı olur. Bu halda $x_1 = x_2 = -\frac{1}{2}$ olur. $x = -\frac{1}{2}$ düz xətti paraboliklik nöqtələrindən ibarət olur. $l > \frac{1}{4}$ olduqda tənlik hər yerdə hiperbolik formalı olur.

Xüsusi törəməli xətti bir cins diferensial tənliklərin növünü müəyyənləşdirmək üçün Python proqramlaşdırma dilində proqram tərtib etmək olar.

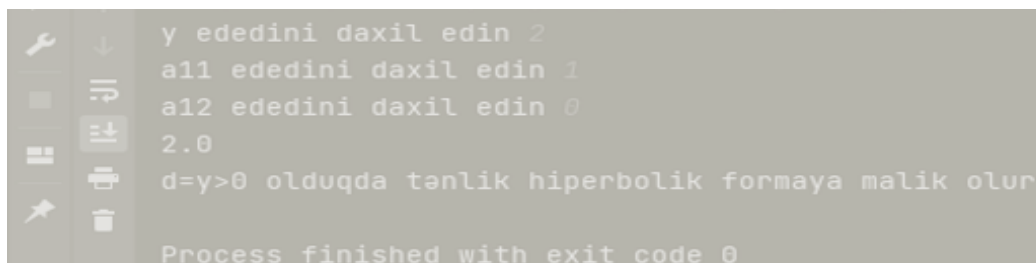
```
import math
#a11(x,y)*(∂^2 u(x,y))/(∂x^2)+2a_12(x,y) (∂^2 u(x,y))/(∂x∂y)+a_22(x,y) (∂^2 u(x,y))/(∂y^2)
a11=int(input("a11 ededini daxil edin"))
a12=int(input("a12 ededini daxil edin"))
a22=int(input("a22 ededini daxil edin"))
Δ=(math.pow(a12,2)-a11*a22)
if Δ>0:
    print(Δ)
    print("Əgər hər hansı D oblastında Δ>0 olarsa, onda tənlik hiperbolik növlü tənlik adlanır.")
elif Δ<0:
    print(Δ)
    print("Əgər hər hansı D oblastında Δ<0 olarsa, onda tənlik elleptik növlü tənlik adlanır.")
else:
```

```
print( $\Delta$ )
print("Əgər hər hansı D oblastında  $\Delta=0$  olarsa, onda tənlik parabolik növlü tənlik adlanır.")
```



```
a11 ededini daxil edin 3
a12 ededini daxil edin 4
a22 ededini daxil edin 1
13.0
Əgər hər hansı D oblastında  $\Delta>0$  olarsa, onda tənlik hiperbolik növlü tənlik adlanır.
Process finished with exit code 0
```

```
import math
#( $\partial^2 u$ )/( $\partial x^2$ )-y ( $\partial^2 u$ )/( $\partial y^2$ )=0
y=float(input("y ededini daxil edin"))
a11=int(input("a11 ededini daxil edin"))
a12=int(input("a12 ededini daxil edin"))
a22=-(y)
d=math.pow(a12,2)-a11*a22
if d==y>0:
    print(d)
    print("d=y>0 olduqda tənlik hiperbolik formaya malik olur")
elif d==y<0:
    print(d)
    print("d=y<0 olduqda tənlik elleptik formaya malik olur.")
```



```
y ededini daxil edin 2
a11 ededini daxil edin 1
a12 ededini daxil edin 0
2.0
d=y>0 olduqda tənlik hiperbolik formaya malik olur
Process finished with exit code 0
```

ƏDƏBİYYAT

1. Тихонов, А.А. Уравнения математической физики / А.А.Тихонов, А.А.Самарский. –М.: Наука, –1977. –368 с.
2. Aslanov, H. İ. Adi diferensial tənliklər və riyazi fizika tənlikləri / H. İ. Aslanov. – Bakı, –2002
3. Zeynalov S.A. Riyazi fizika tənlikləri. Bakı. 2018
4. Будак, В.М. Сборник задач по математической физике / В.М.Будак, А.А. Самарский, А.А.Тихонов. –М.: Физматлит, –1966. –688 с.
5. Abbasov, Z.D. Riyazi fizika tənlikləri / Z.D.Abbasov. –Bakı: Ləman nəşriyyat poliqrafiya MMC, –2018, –380 s.

РЕЗЮМЕ

**КЛАССИФИКАЦИЯ ДВОЙНЫХ ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
УРАВНЕНИЙ И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ КАНОНИЧЕСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ**

Зейналов С.А., Гулиев А.Ф., Гулиев С.В.

Ключевые слова: уравнение, дифференциальный, линейный, производная, двучлен, функция.

В статье рассмотрены специальные дифференциальные уравнения второго порядка, исследован вопрос о приведении их к каноническому виду, приведены решения примеров приведения к каноническому виду гиперболических, эллиптических и параболических уравнений. Сделана попытка обосновать удобство использования формул, записанных в компактной форме, для приведения уравнений к каноническому виду. В итоге была разработана программа на языке программирования Python для определения типа специальных производных дифференциальных уравнений второго порядка с произвольными коэффициентами.

SUMMARY

**CLASSIFICATION OF DOUBLE PARTICULAR DERIVATIVE DIFFERENTIAL
EQUATIONS AND THE TECHNOLOGY OF THEIR CANONICAL FORMATION**

Zeynalov S.A., Guliyev A.F., Guliyev S.V.

Key words: equation, differential, linear, derivative, binomial, function

In the article, two-order special differential equations were considered, the issue of bringing them into canonical form was investigated, solutions of examples for bringing hyperbolic, elliptic and parabolic equations into canonical form were given. An attempt has been made to justify the convenience of using formulas written in compact form to bring the equations into canonical form. In the end, a program in Python programming language was designed to determine the type of special derivative two-order differential equations with arbitrary coefficients.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	02.04.2023
	Son variant	05.06.2023

УДК 547.279

DOI 10.54758/16801245_2023_23_2_16

СИНТЕЗ СУЛЬФИДОВ, СОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОАТОМЫ И СЛОЖНОЭФИРНУЮ ГРУППУ

¹ГУСЕЙНОВ ГАСЫМ ЗУЛЬФАЛИ оглу²ФАРЗАЛИЕВ ВАГИФ МЕДЖИД оглу [ORCID](#)¹Бакинский Государственный Университет, Баку, Азербайджан, профессор²Институт Химии присадок им. А.М.Кулиева, Баку, Азербайджан, академик НАНАqasimhuseynov@bsu.edu.az

Ключевые слова: сульфид, аминосульфид, этоксиэтиловый эфир меркаптоуксусной кислоты, антикоррозионные свойства, противоизносные свойства.

Изучена реакция тройной конденсации этоксиэтилового эфира меркаптоуксусной кислоты с формальдегидом и вторичными аминами. Установлено, что указанная реакция приводят к образованию соответствующих диалкиламинометилэтоксиэтилоксикарбонилметилсульфидов с выходом (75-80%).

Исследована также реакция присоединения этоксиэтилового эфира меркаптоуксусной кислоты к алкиловым эфирам непредельных кислот в присутствии триэтиламина в качестве катализатора и выявлено протекание реакции против правила Марковникова с образованием соответствующих алкоксикарбонилалкил-этоксиэтилоксикарбонилметилсульфидов.

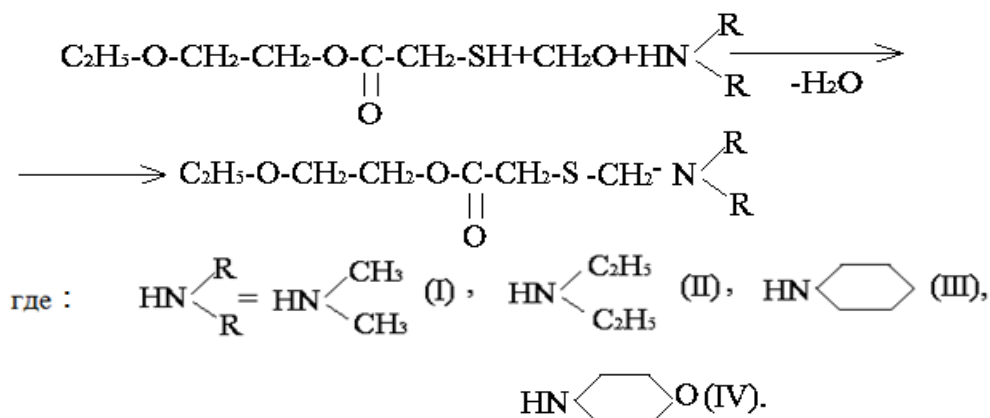
Органические соединения, содержащие в своем составе различные функциональные группы и гетероатомы, находят широкое применение в качестве присадок, улучшающих антиокислительные, антикоррозионные, противоизносные и другие функциональные свойства смазочных масел различного назначения [1]. Среди них особое место занимают соединения, содержащие сульфидную серу. Они относятся к числу ранних присадок к смазочным маслам [2]. Однако, следует отметить, что они являются присадками монофункционального действия, улучшая только лишь противоизносные свойства смазочных масел.

Было установлено [3], что введение сложноэфирной группы в молекулу сульфидов придает соединению, наряду с противоизносными, антикоррозионные и антимикробные свойства. Так, соединения, содержащие в молекуле -SCH₂COOR фрагмент (R-алифатические радикалы) по эффективности функционального действия значительно превосходят обычные сульфиды.

Удобным, одностадийным способом получения указанных соединений является реакция меркаптоуксусной кислоты и ее алкиловых эфиров с различными реагентами, что позволяет легко осуществить многочисленные синтезы за счет наличия в их структуре реакционноспособной -SH группы и получить сульфиды, имеющие практическую ценность [3,4,5].

Основываясь на литературных данных [6], можно было предположить, что введение аминометильной группы в молекулу соединений, содержащих SCH₂COOR фрагмент, будет способствовать усилению их функциональных свойств.

В настоящей статье приводятся результаты исследований по синтезу диалкиламинометилэтоксиэтилоксикарбонилметилсульфидов взаимодействием этоксиэтилового эфира меркаптоуксусной кислоты с формальдегидом и вторичными аминами по нижеследующей схеме:



Реакция осуществляется при эквимольном соотношении реагентов, в течение 4 ч. , в отсутствии катализатора, при температуре 40-50⁰ С. Выход конечных продуктов при этом составляет 75-80%.

Указанная реакция приводит к образованию соответствующих аминосульфидов, что подтверждено методами ИК-и ПМР-спектроскопии.

В ИК-спектре морфолинометилэтоксипропилокарбонилметилсульфида (соед. IV), (Рис.1) имеются полосы поглощения в области 1731 и 1271 см⁻¹, характерные для

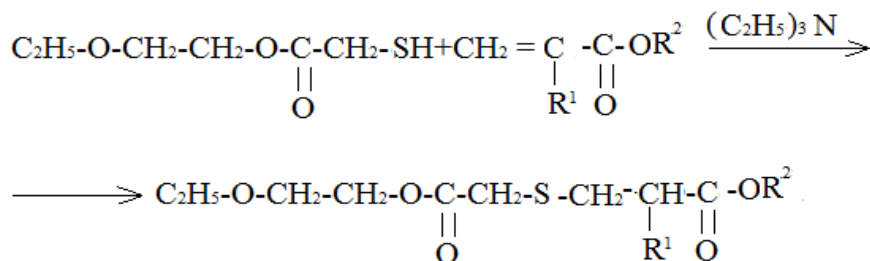
>C=O и >C-N< групп, соответственно. Отсутствие полосы с частотой 2600-2500 см⁻¹ указывает на участие SH группы этоксиэтилового эфира меркаптоуксусной кислоты в реакции аминометилирования [7].

Спектры ЯМР ¹H (δ м.д.) морфолинометилэтоксипропилокарбонилметилсульфида (соед IV), (Рис. 2): 1.1т (3H, CH₃); 2.5 т [4H, N(CH₂)₂]; 3.4с(CH₂S); 3.45к (2H, OCH₂); 3,6 м [4H₂O(CH₂)₂]; 3.62 с (2H, S-CH₂-N); 3.9с(2H, OCH₂); 4.2т(2H, OCH₂).

Спектры ЯМР ¹³C (δ м.д) морфолинометилэтоксипропилокарбонилметилсульфида (соед IV): 15.2(CH₃); 33.4(SCH₂); 51.8 [N(CH₂)₂]; 63.2(S-CH₂-N); 64.7 (OCH₂); 66.7(OCH₂); 67.4[O(CH₂)₂]; 68.1(OCH₂); 171.1(CO).

Полученные аминосульфиды хорошо растворяются в органических растворителях, не растворяются в воде.

Определенный интерес представляет также синтез и исследование соединений, содержащих в молекуле сульфидный атом серы в сочетании с двумя сложноэфирными группами. С этой целью нами изучена реакция этоксиэтилового эфира меркаптоуксусной кислоты с эфирами непредельных кислот. Введение второй сложноэфирной группы в молекулу сульфида, очевидно, должно способствовать дальнейшему усилению функциональных свойств соединений. Было установлено, что в присутствии триэтиламина в качестве катализатора, присоединение этоксиэтилового эфира меркаптоуксусной кислоты к алкиловым эфирам непредельных кислот протекает легко с выделением тепла, причем, C-S связь всегда образуется у карбониевого иона, находящегося в β-положении, в результате чего образуются соответствующие алкоксикарбонилалкилэтоксипропилокарбонилметилсульфиды:



Где: R¹=H, R²=C₂H₅ (V); R¹=CH₃, R²=CH₃ (VI)

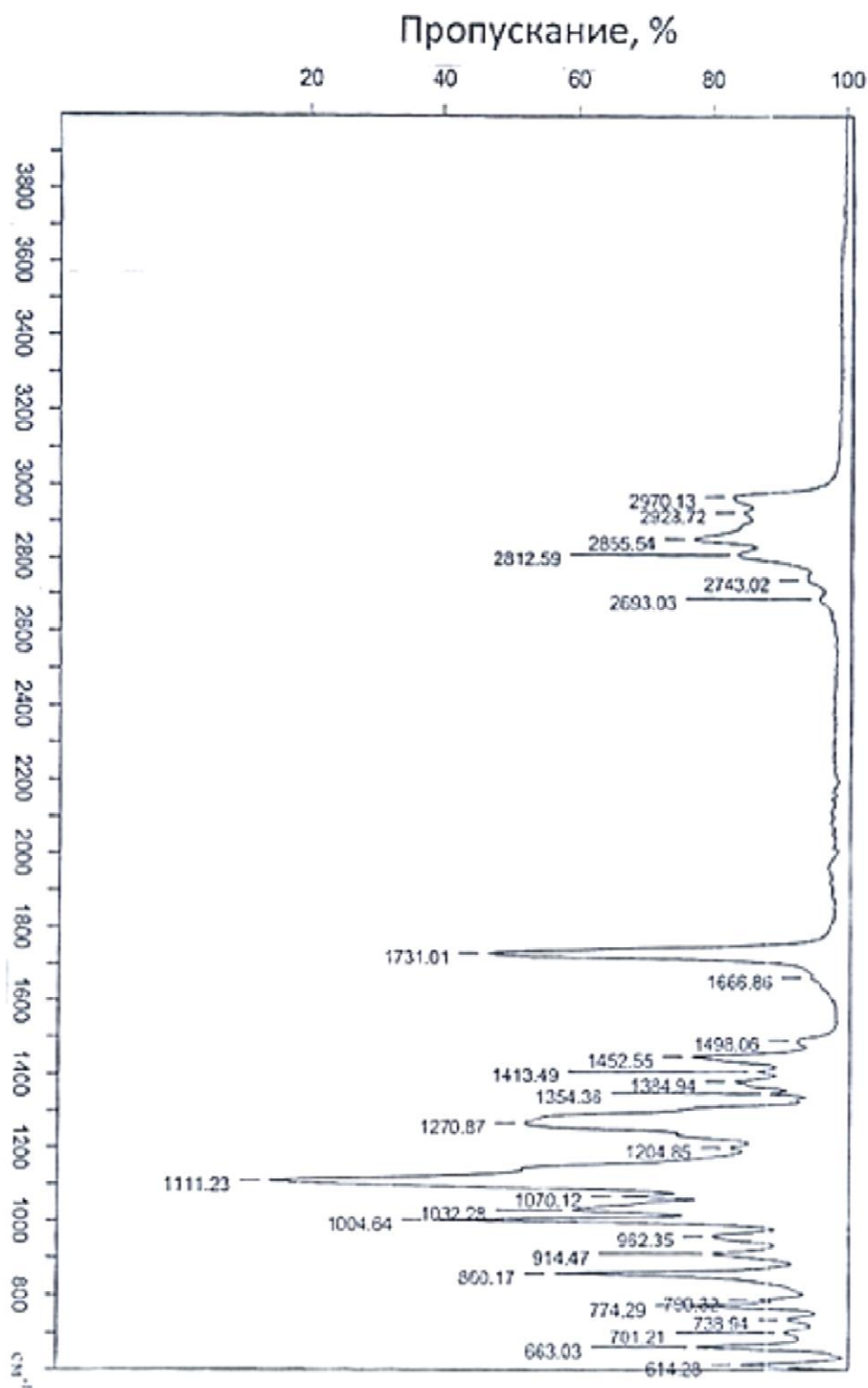
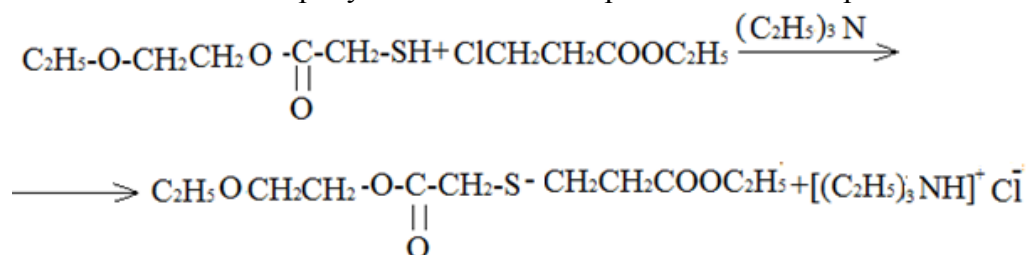


Рис. 1. ИК-спектр морфолинометилэтоксикарбонилметилсульфида

Строение вышеуказанных соединений доказано независимым синтезом: взаимодействием этоксиэтилового эфира меркаптоуксусной кислоты с этиловым эфиром β -хлорпропионовой кислоты в присутствии эквимольярных количеств триэтиламина по схеме:



Выявлена полная идентичность физико-химических констант этоксикарбонилэтил-этоксиэтилоксикарбонилметилсульфида (соединение V) полученного обоими методами.

Экспериментальная часть

ИК-спектры сняты на приборе UR-10 в области 4000-400 см^{-1} .

Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C получены на спектрометре «Bruker 300» с рабочими частотами 300 и 75 МГц, соответственно, в растворе ДМСО при комнатной температуре, внутренний стандарт- ТМС.

Исходный этоксиэтиловый эфир меркаптоуксусной кислоты получен этерификацией меркаптоуксусной кислоты этоксиэтанолом по методике [8] и имел следующие характеристики:

$T_{\text{кип}}$ 110-111 $^{\circ}\text{C}$ (10 мм рт.см.); d_4^{20} 1,1224, n_D^{20} 1,4660, MR_D (найд.) 40,53; выч. 41,01.
 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_3\text{S}$.

Синтез диэтиламинометилэтоксиэтилоксикарбонилметилсульфида (II). К 9 г 36%-ного водного раствора формальдегида при 20-25 $^{\circ}\text{C}$ при перемешивании постепенно прибавляли 8 г диэтиламина. Далее к этой смеси при комнатной температуре добавляли 16,4 г. этоксиэтилового эфира меркаптоуксусной кислоты. При этом наблюдается повышение температуры реакционной смеси. Содержимое колбы выдерживали при 40-50 $^{\circ}\text{C}$ в течение 4 час, затем продукт экстрагировали эфиром, промывали водой и высушивали над безводным сульфатом натрия. Эфир отгоняли, а продукт перегоняли под вакуумом.

Аналогичным путем были получены и другие диалкиламинометилэтоксиэтилокси-карбонилметилсульфиды, характеристики которых приведены в табл.1.

Этоксикарбонилэтилэтоксиэтилоксикарбонилметилсульфид (V). К смеси 16,4 г этоксиэтилового эфира меркаптоуксусной кислоты и 11г этилового эфира акриловой кислоты при комнатной температуре добавляли 0,5 г триэтиламина. Содержимое колбы перемешивали при 80-90 $^{\circ}\text{C}$ в течение 5 час. Целевое соединение выделяли перегонкой под вакуумом. Выход 22,2 г (84 %), $T_{\text{кип}}$ 105-106 $^{\circ}\text{C}$ (2 мм рт.ст) ; d_4^{20} 1,1297; n_D^{20} 1,4719, MR_D 65,51; выч. 65,95. Найдено %: С 49,53; Н 7,86; S 11,92 $\text{C}_{11}\text{H}_{20}\text{O}_5\text{S}$. Вычислено %:С 49,98; Н 7,63; S 12,13.

В аналогичных условиях из этоксиэтилового эфира меркаптоуксусной кислоты и метилметакрилата был получен **метаксикарбонилизопропил-этоксиэтилокси-карбонилметилсульфид (VI)** с выходом 76%. $T_{\text{кип}}$ 127-128 $^{\circ}\text{C}$ (2 мм рт.ст) ; d_4^{20} 1,1183; n_D^{20} 1,4739; MR_D 66,42; выч. 65,95. Найдено %: С 49,46; Н 7,82; S 12,36; $\text{C}_{11}\text{H}_{20}\text{O}_5\text{S}$. Вычислено %:С 49,98; Н 7,63; S 12,13.

Независимый синтез (соед. V). К раствору 16,4 г этоксиэтилового эфира меркаптоуксусной кислоты и 13,6 г этилового эфира β -хлорпропионовой кислоты в бензоле при комнатной температуре и перемешивании добавляли 10,1 г (0,1 г-мол) триэтиламина. При этом наблюдается повышение температуры реакционной смеси. Перемешивание продолжали 3 часа при температуре 50-60 $^{\circ}\text{C}$. Далее реакционную смесь промывали водой, высушивали над безводным сульфатом натрия, растворитель (бензол) отгоняли, а затем вакуумной перегонкой выделяли этоксикарбонилэтил-этоксиэтилокси-карбонилметилсульфид. Выход 21,2 г (80%).

Таблица 1

Диалкиламнинометилэтоксигетилноксикарбонилметилсульфиды

№ Соединения	Выход, %	Т _{кип} , °C (Р, мм рт-ст)	d_4^{20}	n_D^{20}	MP ₅₀		Найдено, %				Формула	Вычислено, %			
					Найдено	Вычислено	C	H	N	S		C	H	N	S
I	75	115-117 (2)	1,0642	1,4814	59,22	58,99	48,52	8,93	6,08	14,77	C ₉ H ₁₃ NO ₃ S	48,84	8,65	6,33	14,48
II	80	135-136 (1)	1,0312	1,4740	67,96	68,23	52,53	9,70	5,49	13,01	C ₁₁ H ₂₃ NO ₃ S	52,98	9,29	5,61	12,86
III	78	140-141 (1)	1,0785	1,4970	70,92	70,65	54,76	9,17	5,15	12,40	C ₁₂ H ₂₃ NO ₃ S	55,14	8,87	5,36	12,26
IV	75	152-153 (1)	1,1347	1,4932	67,47	67,68	50,52	8,52	5,21	12,46	C ₁₁ H ₂₁ NO ₄ S	50,17	8,04	5,32	12,17

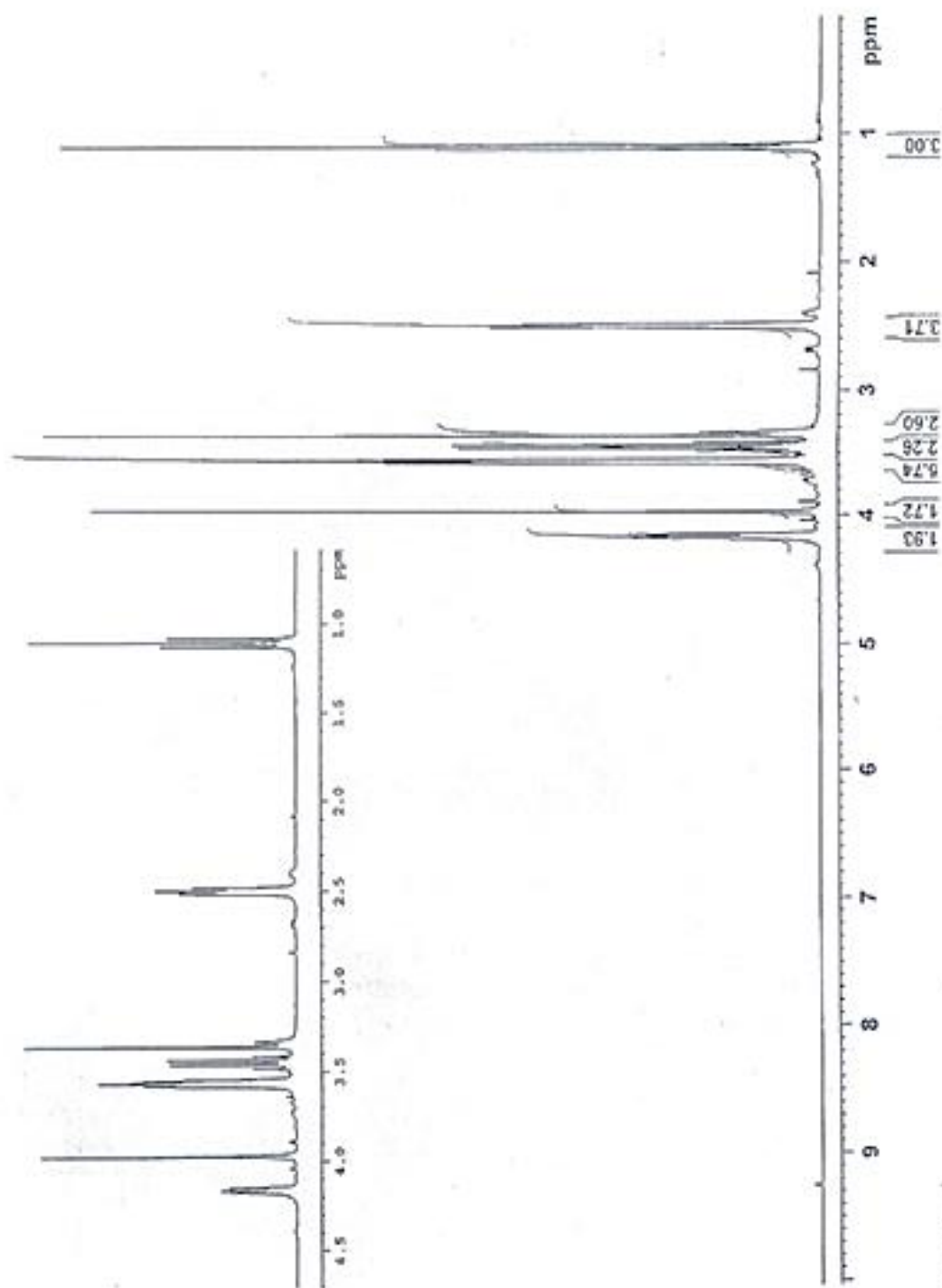


Рис. 2. ЯМР ^1H -спектр морфолинометилэтоксипропанкарбонилметилсульфида

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулиев, А.М. Химия и технология присадок и масел и топливам / А.М.Кулиев, - Л.: Химия, –1985, –312 с.
2. Черножуков, Н.И. Химия минеральных масел / Н.И.Черножуков, С.Э.Крейн, Б.В.Лосиков. 2-е изд. –М.: Гостоптехиздат, –1959, –416 с.
3. Гусейнов, К.З. Функциональные производные тиолов и фенолов в качестве присадок к смазочным маслам и топливам: / Дисс. док. хим. наук./ ИХП А.Н., Азерб.ССР, –Баку, 1991, –471 с.
4. Shahbazi-Alavi, H. CuCr_2O_4 Nanoparticles: An Efficient Heterogeneous Catalyst for the Synthesis of Bis-thiazolidiones / H.Shahbazi-Alavi, J.Safaei-Ghomi, S.H. Nazemzadeh // Org. Chem.Research., Vol.4, №1, March, –2018, –pp.116-123
5. Prakasha, K.C. Synthesis of 5-arylidine-2-(3,4,5- trimethoxyphenyl)-3-(4-phenylthiazol-2-yl) thiazolidine-4-one derivatives as a novel class of antimicrobial agents / K.C.Prakasha, D.Chaganne Gowda // International Journal of Chemistry Research, Vol. 2, Issue 3, –2011, – p.10-14
6. Фарзалиев, В.М. Научные основы разработки эффективных серосодержащих присадок к смазочным маслам: / Дисс. док. хим. наук. / ИХП А.Н. Азерб. ССР, –Баку, 1986, –428 с.
7. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. М.ИИЛ, 1968, 590 с.
8. Гусейнов, К.З. Синтез эфиров тиогликолевой кислоты и применение их в аналитической химии / К.З.Гусейнов, Д.Г.Гамбаров, М.А.Мирзоева [və b.] // Азерб. хим.ж., –Баку, –1977, №6, –с.103-107

XÜLASƏ

HETEROATOMLAR VƏ MÜRƏKKƏB EFİR QURUPU SAXLAYAN SULFİDLƏRİN SİNTEZİ

Hüseynov Q.Z., Fərzəliyev V.M.

Açar sözlər: *sulfid, aninosulfid, merkaptosirkə turşusunun etoksietil efiri, antikorroziya xassəsi, yeyilməyə qarşı xassəsi*

Merkaptosirkə turşusunun etoksietil efirinin (MSTEE) formaldehid və ikili aminlərlə reaksiyası öyrənilmiş və 75-80% çıxımla müvafiq dialkilaminometiletoksietiloksikarbonilmetilsulfidlər sintez edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, trietilaminin katalizator kimi iştirakı ilə MSTEE-nin doymamış turşuların efirlərinə birləşmə reaksiyası Markovnikov qaydasının əksinə gedir və nəticədə, müvafiq alkoksikarbonilalkiletoksietiloksikarbonilmetilsulfidlər əmələ gəlir.

SUMMARY

THE SYNTHESIS OF SULFIDES WITH HETEROATOMIR AND ESTER GROUPS

Huseynov Q.Z., Farzaliyev V.M.

Keywords: *sulfide, aminosulfide, ethoxyethyl ether of mercaptoacetic acid, anticorrosive properties, anti-wear properties*

The reaction of mercaptoacetic acid ethoxyethyl ester (MAAEE) with formaldehyde and secondary amines was studied and corresponding dialkylaminomethylethoxyethoxycarbonylmethylsulfides were synthesized with 75-80% yield. It was determined that with the presence of triethylamine as the catalyst, the coupling reaction of MAAEE with esters of unsaturated acids goes against Markovnikov's rule, and as a result, the corresponding alkoxy carbonylalkylethoxyethoxy carbonylmethylsulfides are formed.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	15.03.2023
	Son variant	18.05.2023

UOT 665.61.014.665.612/6-13.665-76

DOI 10.54758/16801245_2023_23_2_24

SOAPSTOKUN POLİETİLENPOLİAMINLƏ MÜXTƏLİF NİSBƏTLƏRDƏ AMİDLƏRİNİN VƏ NEFT TURŞULARININ ETİLENDİAMINLƏ AMİDİNİN YOL BİTUMUNA TƏSİRİNİN TƏDQIQI

¹İSMAYILOV TEYYUB ALLAHVERDİ oğlu [ORCID](#)²ƏLİZADƏ RUFANƏ ASİF qızı [ORCID](#)³FƏRHADOVA RƏHİMƏ MAHMUD qızı [ORCID](#)⁴ƏLİYEV TOFIQ SƏXAVƏT oğlu [ORCID](#)

Y.H.Məmmədaliyev adına Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

1-dosent, 2-doktorant, 3-texnoloq, 4-mütəxəssis

rufana.alizada93@gmail.com**Açar sözlər:** soapstok, polietilenpoliamin, etilendiamin, bitum

Bituma tez-tez asfalt kimi istinad edilir, lakin asfalt; bitum, çınqıl, qum və digər bağlayıcılardan ibarət yol səki materialı üçün istifadə edilən qarışıqın adıdır. Asfaltda bitumun miqdarı təxminən 5% təşkil edir.

Bitumun əsas tətbiq sahəsi tikinti sənayesidir. Əsasən magistral yollarda, uçuş-enmə zolaqlarında və piyada yollarında asfalt örtüyü üçün bağlayıcı kimi istifadə olunur. Digər ümumi istifadə sahəsi dam örtüyüdür. Döşəmə plitələrinin altlığı və boya kimi müxtəlif tikinti materiallarında izolyasiya məqsədləri üçün də istifadə olunur. Bir sözlə, damların və döşəmələrin su izolyasiyası üçün bitumlu membranlara üstünlük verilir.

Təcrübi hissə:

Reaksiyalar qızdırıcı, termometr və qarışdırıcı ilə təmin olunmuş qurğuda aparılır. Təbii neft turşularının etilendiaminlə 2:1 mol nisbətində amid almaq üçün kolbaya lazım olan miqdarda təbii neft turşuları doldurulmuş, üzərinə etilendiamin damcı-damcı əlavə edilərək 30 dəqiqə qarışdırıldıqdan sonra temperatur 120°C qaldırılmış və bu temperaturda 2 saat qarışdırılma davam etdirilmişdir.

Cədvəl 1.

1	Etilendiamin TNT əsasında alınmış amid +Təcrübə 1	2:1
2	Etilendiamin TNT əsasında alınmış amid +Təcrübə 2	2:1
3	Etilendiamin TNT əsasında alınmış amid +Təcrübə 3	2:1
4	Etilendiamin TNT əsasında alınmış amid +Təcrübə 4	2:1
5	Etilendiamin TNT əsasında alınmış amid	

Cədvəl 2.

Aparılan təcrübələrin nömrəsi	Reaksiyada istifadə olunan maddələr		Ağır flegma (qram)
	Soapstok (qram)	PEPA (qram)	
1	100	20	10
2	100	20	15
3	100	20	20
4	100	25	15
5	100	30	10

Eyni zamanda, soapstokun polietilenpoliaminlə müxtəlif çəki nisbətlərində amidləri alınmışdır. Əvvəlcə lazım olan miqdar soapstok 70-80°C-ə qədər qızdırılmış, daha sonra lazım olan

miqdarda polietilenpoliamin reaksiyaya əlavə edilmişdir. 140-145°C qaldırılmış, bu temperaturda 4 saat reaksiya davam etdirilmişdir. Daha sonra temperatur 90°C-ə qədər soyudulmuş, üzərinə ağır fleqma əlavə edilərək qarışdırılma 30 dəqiqə davam etdirilmişdir.

Sintez olunmuş maddənin İQ spektri Almaniyanın BRUKER firmasının ALPHA İQ-purpe spektro fotometrində çəkilmiş quruluşu araşdırılmış, müəyyən edilmişdir ki, sintez olunmuş maddədə aşağıda qeyd olunan udma zolaqları mövuddur.

722 sm^{-1} – CH_2 qrupunun C-H rabitəsinin riyazi rəqsi;

703, 721, 936 sm^{-1} -C-H əlaqəsinin deformasiya rəqsi;

1051,1130,1188, 1240 sm^{-1} –CO əlaqəsinin valent rəqsi;

1376, 1455 sm^{-1} - CH_3 , CH_2 və CH qruplarının C-H rabitəsinin deformasiya rəqsi;

2853, 2921 sm^{-1} – CH_3 , CH_2 , CH qruplarının C-H rabitəsinin valent rəqsi;

1643 sm^{-1} — „I amid zolağı ”

1542 sm^{-1} – „ II amid zolağı ”

NH qrupunun N-H rabitəsinin deformasiya C-N rabitəsinin valent rəqsinə xas olan udma zolaqları üst-üstə düşür

3066 sm^{-1} – $\text{HC}=\text{C}$ -qrupunun C-H rabitəsinin valent rəqsi;

3285 sm^{-1} – NH rabitəsinin valent rəqsi;

Spektrdən göründüyü kimi təbii neft turşusu etilendiamin hər iki tərəfdə yerləşən NH_2 qrupları ilə birləşərək amid qrupları əmələ gətirir.

Bitumun element tərkibi belədir, kütlə %-lə; karbon 80-85; oksigen 8-11,5; kükürd 0,9-7; azot 0,2-0,5 [1]

Bitumun əsas tətbiq sahəsi yol salma və tikinti sənayesidir. Məlumdur ki, bitumun keyfiyyəti dövlət standartlarına uyğun olmalı və vaxtaşırı mükəmməlləşdirilməlidir. Keyfiyyətə olan tələbatın dəyişməsi asfalt betonun alınma texnologiyasından asılıdır [2].

Bitumun əsas vəzifəsi mineral materialların hissəciklərini möhkəm və uzun müddət etibarlı birləşdirib karkaz halında saxlamaqdır [3].

Son zamanlar yol bitumuna və onun keyfiyyətinə olan tələbat xeyli artdığından Rusiyada federal avtomobil yollarında polimer bitumlu materialın işlədilməsi qərara alınıb. Müəlliflər bu istiqamətdə bir sıra tədqiqatlar aparılıb.

Bitumun ən əsas xassələrindən biri asfalt-beton alınmasında əsas rol oynayan adgeziya xassəsidir, yəni bitumun mineral material olan qırmadaş, qum, torpaq, çınqıl ilə möhkəm yapışmasıdır.

Adgeziya qabiliyyətini yaxşılaşdırmaq üçün çoxlu əlavələr məsləhət görülüb. Belə ki, turşu aminləri, üzvi turşular, onların qurğuşun və kalsium duzları, texniki qatranlar və s. bu qəbildəndir. Bu sahədə amid-aminlər, aromatik turşular, aldehid və ketonlar daha geniş tətbiq tapıb. Son illər bituma qatmaq üçün müxtəlif aşqarların alınması istiqamətində çoxşaxəli tədqiqatlar aparılır.

Təqdim edilən işin əsas məqsədi pambıq yağı tullantısı olan soapstokdan və amin birləşmələrindən istifadə etməklə aşqarlar alıb, çınqıl bitum qarışığına əlavə edib, onun keyfiyyət göstəricilərinə təsirini öyrənmişdir. Hazırlanmış bu kompozisiyalar çınqılların istifadəsi ilə bituma 0,4 və 0,6% əlavə edilərək onların keyfiyyət göstəricilərinə təsiri öyrənilmişdir.

Cədvəl 3.

Göstəricilər	Yol bitumu (Azərbaycan)	T1:Etilen diamin+TNT (1:2)		T2:Etilen diamin+TNT (1:2)		T3:Etilendiamin+TNT (1:2)		T4:Etilendiamin+TNT (1:2)		Etilen diamin+ TNT □ amid	
		0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,6
$T_{yum}, ^\circ\text{C}$	48,5	47.5	47.3	48.4	48.2	47.6	47.4	47.6	47.4	47.2	47
$P_{25}^{0,1}$ MM	48	52	52	49	49	52	52	52	52	52	52

Cədvəl 3. (davamı)

D ₂₅ , sm	75	65	60	71	66	45	41	46	48	55	53
T _{köv} , °C	-18	-23	-24	-24	-26	-23	-22	-21	-23	-24	-26
Adgeziya	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Qeyd: T1,2,3,4-soapstok+PEPA+ağır fleqma

Soapstok PEPA əsasında alınmış amidin fleqmada məhlulu ilə etilendiaminlə TNT-nin qarşılıqlı təsirindən alınmış amidin 1:2 çəki nisbətində hazırlanmış kompozisiyaların çinqilin iştirakı ilə bituma aşqar kimi tədqiqinin nəticələri verilmişdir.

Cədvəldən görünür ki, bu aşqarların çinqil bitum qarışığına 0,4 və 0,6% əlavə edilməsi nəticəsində bitumun keyfiyyət göstəriciləri xeyli yaxşılaşır. Çinqil qarışdırılmış yol bitumunun özünün çinqilə yapışması 3 bal, kövrəklik temperaturu -18, peretrasiyası 48 olduğu halda, bu bituma 0,4 və 0,6% aşqar əlavə edildikdən sonra çinqilə yapışma qabiliyyəti 1 bala qədər yüksəlir, kövrəklik temperaturu -26°C-ə qədər aşağı düşür. Peretrasiyası isə 52-ə qədər yüksəlir.

Alınan nəticələr bir daha göstərir ki, soapsok əsasında sintez olunmuş amid bitumun keyfiyyətini daha da yaxşılaşdırır.

Nəticə. Soapstokun polietilenpoliaminlə amidinin ağır fleqmada məhlulu və təbii neft turşularının etilendiaminlə 1:2 çəki nisbətlərində amidi qarışdırılaraq kompozisiyalar çinqillərin istifadəsi ilə bituma 0,4 və 0,6% əlavə edilmiş, onların keyfiyyət göstəricilərinə təsiri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, bu aşqarlar çinqil qarışdırılmış bitumun adgeziya qabiliyyətini artırır kövrəklik temperaturunu aşağı salır, peretrasiyanı yüksəldir.

ƏDƏBİYYAT

1. Allahverdiyev, Ə.Ə. Bitumlar / Ə.Ə. Allahverdiyev, F.İ. Səmədova. – Bakı: Elm. – 2012. – 192 s.
2. Гуреев, А.А. Производства дорожных битумов в России // Химия и технология топлив и масел. – 2009, №6, – с.6-8
3. Самедова, Ф.И. Технология получения битумов / Ф.И. Самедова, А.А. Аллахвердиев. – Баку: Элм, – 2007, – 155 с.

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ АМИДОВ САПСТОКА С ПОЛИЭТИЛЕНПОЛИАМИНОМ И АМИДОВ В РАЗНЫХ ПРОПОРЦИЯХ И НЕФТЯНЫХ КИСЛОТ С ЭТИЛЕНДИАМИНОМ И АМИДОМ НА ДОРОЖНЫЕ БИТУМЫ

Исмаилов Т.А., Ализаде Р.А., Фархадова Р.М., Алиев Т.С.

Ключевые слова: soapstok, полиэтиленполиамин, этилендиамин, битум

В условиях постоянно увеличивающегося транспортного потока, с учетом климатических факторов, применение традиционных марок дорожных битумов уже не отвечает растущим требованиям дорожной инфраструктуры. Долговечные и качественные асфальтобетонные покрытия на автомобильных дорогах невозможно построить без применения качественных битумов. Отсутствие таких битумов является одной из основных причин несоблюдения нормируемых сроков службы асфальтобетонных покрытий. Следует отметить, что нефтеперерабатывающая промышленность относится к дорожным битумам как к побочному продукту или отходу производства при окислении тяжелых нефтяных остатков.

SUMMARY

**STUDY OF THE EFFECT OF AMIDES OF SOAPSTOCK WITH POLYETHYLENEPOLYAMINE
AND AMIDES IN DIFFERENT PROPORTIONS AND PETROLEUM ACIDS WITH
ETHYLENEDIAMINE AND AMIDE ON ROAD BITUMEN**

Ismayilov T.A., Alizadeh R.A., Farkhadova R.M., Aliyev T.S.

Key words: *soapstock, polyethylene polyamine, ethylenediamine, bitumen*

In the conditions of ever-increasing traffic flow, taking into account climatic factors, the application of traditional road bitumen brands no longer meets the growing demands of road infrastructure. Long-lasting and high-quality asphalt-concrete pavements cannot be built on highways without applying high-quality bitumens. The lack of such bitumen is one of the main reasons for not meeting the normalized service life of asphalt-concrete pavements. It should be noted that the oil refining industry treats road bitumen as a by-product or production waste from the oxidation of heavy oil residues.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	19.10.2022
	Son variant	02.04.2023

YDK 665.7.038.2.665.765

DOI 10.54758/16801245_2023_23_2_27

SÜRTKÜ YAĞLARINA YUYUCU-DİSPERSEDİCİ AŞQARLAR¹MƏMMƏDOVA PƏRVİN ŞAMXAL qızı²GÜLƏLİYEV İKRAM CƏNNƏTƏLİ oğlu³SƏDİRZADƏ İNARƏ ƏLİHEYDƏR qızı

Akad. Ə.M.Quliyev adına Aşqarlar Kimyası İnstitutu, Bakı, Azərbaycan

1- k.e.d., professor, 2- tex.f.d., 3 – mühəndis

aki05@mail.ru

Açar sözlər: dialkilnaftalin, sintetik sulfonatlar, sürtkü yağları, müxtəlif qələvili aşqarlar, funksional xassələr, termiki sabillik.

Sulfonat aşqarlarının çeşidini genişləndirmək və təsir effektini artırmaq məqsədilə onların naftalinin dodesilxloridlə alkilləşməsindən alınan dialkilnaftalin əsasında sintezi aparılmışdır. Yaradılmış müxtəlif qələvili sintetik kalsium sulfonatları yaxşı fiziki-kimyəvi və funksional xassələrə malik olub, bəzi göstəricilərə görə neft mənşəli NSK, S-150 sulfonatlardan həmçinin OLOA 246B və Xaytek 6060M aşqarlardan üstünlüklər.

Termoanalitik tədqiqatlar göstərmişdir ki, dialkilnaftalinsulfonatlar yüksək termiki sabilliyə malikdir.

Hal-hazırda dünya praktikasında mühərrik yağlarında müxtəlif funksional təsirə malik aşqarlar tətbiq olunur [1,2]. Bu aşqarlar içərisində mineral yağlar və sintetik alkilaromatik karbohidrogenlər əsasında istehsal olunan neytral və yüksək qələvili sulfonat tipli yuyucu-dispersedici aşqarlar xüsusi yer tutur [3]. Hərtərəfli tədqiqatlar göstərmişdir ki, sintetik alkilaromatik sulfoturşulardan alınmış aşqarlar fiziki-kimyəvi və funksional xassələrinə görə neft mənşəli sulfonatlardan üstün olmaqla yanaşı, həm də onların istehsalı ekoloji cəhətdən daha perspektivlidir [4-6]. Bu baxımdan sulfonat aşqarlarının çeşidinin yenilənməsi, keyfiyyət göstəricilərinin artırılması və onların əsasında sürtkü kompozisiyalarının yaradılması neft kimyasının aktual problem- lərindən biridir.

Məsələnin həlli. Dialkilnaftalin əsasında müxtəlif qələvili sulfonatların kalsium duzları alınmış və onların sürtkü yağlarının funksional xassələrinə təsiri öyrənilmişdir.

İlkin xammal kimi götürülmüş dialkilnaftalin naftalinin dodesilxloridlə alüminium xlorid katalizatorunun iştirakı ilə məlum üsulla [7] alkilləşməsindən alınır və aşağıdakı fiziki-kimyəvi göstəricilərə malikdir: şua sındırma əmsalı n_D^{20} -1,5190; 20°C-də sıxlıq, kg/m^3 - 903,2; molekul kütləsi- 468.

Dodesilxlorid dodekanın xlor qazı ilə xlorlaşması nəticəsində [7] sintez edilmişdir.

Dialkilnaftalinin sulfolaşma reaksiyası 1:1 nisbətində benzin həlledicisində 98% sulfat turşusu ilə 35-40 °C temperaturda iki mərhələdə aparılır. Sulfoturşuların çıxımı 75% təşkil edir.

Alınmış sulfoturşuların neytrallaşması kalsium hidrokسيدin 25%-li sulu məhlulu ilə 65-70°C-də qələvi reaksiyasına kimi aparılır. Sonra reaksiya qarışığının temperaturu 75-80°C-ə kimi qaldırılır və 2 saat ərzində qarışdırılır. Son mərhələdə temperatur 125-130°C çatdırılaraq reaksiya məhsulu qurudulur, əlavə benzində həll edilərək mexaniki qarışıqlardan azad olunur və həlledici qovulur.

Alınmış neytral sulfonat toluol həlledicisində metanol promotorunun, kalsium hidrokسيدinin artığının iştirakı ilə 40-45°C-də karbon dioksiddə 1 saat müddətində karbonatlaşma reaksiyasına uğradılaraq orta qələvili (C-150 tipli) aşqara çevrilir.

Alınmış aşqarların quruluşu İQ- spektroskopiya üsulu ilə təsdiq edilmiş, aktiv komponentin miqdarı maye adsorbsiya mikroxromatoqrafiya yolu ilə təyin edilmişdir.

İQ spektrlər Amerika istehsalı olan İQ spektrometr Furiye-Nicolet İS-10 aparatında qeydə alınmışdır. Sulfonatların İQ spektrində SO_3 qrupun $\text{S}=\text{O}$ rabitəsinin simmetrik və asimmetrik valent rəqslərini xarakterizə edən 1050-1070 və 1160-1250 sm^{-1} sahələrində intensiv udma zolaqları müşahidə olunur. Orta qələvili aşqarda CO_3^{2-} qrupu 850-880 və 1400-1500 sm^{-1} sahələrdə intensiv zolaqlarla ifadə edilmişdir.

Aşqarların fiziki-kimyəvi və funksional xassələri M-11 yağında standart üsullarla öyrənilmişdir. Yuyuculuq xassələri ПЗБ qurğusunda ГОСТ 5726-2013 üzrə, 250⁰C-də dispersedici xassələr məlum metodla [8], korroziyaya qarşı xassələri ДК-НАМИ cihazında 25 saat ərzində 140⁰C-də ГОСТ 20502-75 təyin edilmişdir. Termiki stabillik ОД-10 2Т tipli Paulik, Paulik, Erdei sistemli derivatoqrafda, hava mühitində qızdırmanın 10⁰C/dəq sürəti ilə dəyişən dinamik rejimdə öyrənilmişdir.

Alınmış sulfonatlar SSK (neytral) və SS-150 (orta qələvili) tünd qəhvəyi mayelərdir. Onların ilkin laboratoriya sınaqlarının nəticələri cədvəl 1 və 2-də göstərilmişdir. Müqayisə üçün həmin cədvəllərdə mürəkkəb texnologiya ilə laboratoriya şəraitində M-8 yağından alınmış NSK, S-150 aşqarlarının və xarici analoq OLOA 246B və Xaytek 6060M sulfonat aşqarlarının göstəriciləri verilmişdir. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, müxtəlif qələvili dialkilnaftalinsulfonatlar baza yağlarında tam həll olur, yaxşı fiziki-kimyəvi, funksional xassələrə malikdir və bu tip aşqarlara irəli sürülən tələblərə cavab verir. Həmin aşqarlar 5% qatılıqda yağların yuyucu, dispersedici, neytrallaşdırıcı, korroziyaya qarşı xassələrini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır..

Cədvəl 1.

Neytral sulfonatların fiziki - kimyəvi və funksional xassələri

Göstəricilər	Neytral sulfonatlar		
	SSK	NSK	OLOA 246B
Çıxım, % götürülən xammala görə	95	39	-
Qələvi ədədi, mq KOH/q	24.5	22	23
Aktiv komponentin miqdarı,%	65.8	41.5	41.4
Sulfat külünün miqdarı, %	9.1	8.3	8.6
Mexaniki qarışıqların miqdarı, %	0.07	0.08	0.1
ПЗБ qurğusunda yuyuculuq xassəsi, ball*	0.5	0.5	0.5
250 ⁰ C dispersedici xassəsi, %*	47	40	40

*M-11 yağı 5% aşqar ilə

Məsələn, aşqarsız yağda yuyuculuq xassəsi 5,0-6,0 bal olduğu halda, sintez edilmiş sulfonatlarda bu göstərici 0,5-0 bal təşkil edir. Neytral dialkilnaftalinsulfonat SSK çıxıma (95 və 39%), tərkibindəki aktiv komponentin miqdarına (65,8 və 41,5%), dispersedici xassəyə görə (47 və 40%) NSK neft sulfonatına və eləcə də OLOA 246B aşqarına görə daha yüksək göstəricilərə malikdir. Orta qələvili SS-150 sulfonatu fiziki-kimyəvi və yuyucu xassələrə görə onlardan üstündür. Belə ki, M-11 yağında SS-150, S-150, Xaytek 6060M aşqarlar nümunələri üçün korroziyaya qarşı xassələri 58,75 və 85q/m² təşkil edir.

Cədvəl 2.

Orta qələvili sulfonatların fiziki - kimyəvi və funksional xassələri

Göstəricilər	Orta qələvili sulfonatlar		
	SS-150	S-150	Xaytek 6060M
Qələvi ədədi, mq KOH/q	153	152	142
Aktiv komponentin miqdarı,%	32.2	29.1	32
Sulfat külünün miqdarı, %	23.3	23.1	23.1
Mexaniki qarışıqların miqdarı, %	0.05	0.07	0.05
ПЗБ qurğusunda yuyuculuq xassəsi, ball*	0	0.5	0.5
250 ⁰ C dispersedici xassəsi, %*	67	60	60
Qurğuşun üzərində korroziya, q/m ² *	58	75	85

*M-11 yağı 5% aşqar ilə

Müasir mühərrik yağlarında tətbiq olunan aşqarlara irəli sürülən vacib tələblərdən biri yüksək termiki stabilliyə malik olmasıdır. Aparığımız termoanalitik tədqiqatlar göstərmişdir ki, sintez edilmiş aşqarların parçalanmasının başlanğıc temperaturu 300°C -dən daha yüksəkdir.

SSK aşqarın 10 və 50% kütlə itkisi 305 və 410°C , SS-150 aşqar üçün isə müvafiq olaraq 320 və 430°C temperaturda müşahidə olunur.

Nəticə. Naftalinin dodesilxloridlə alkülləşməsindən alınan dialkilnaftalindən istifadə etməklə müasir tələblərə cavab verən müxtəlif qələvili kalsium sulfonları sintez edilmişdir. Təcrübi sintetik sulfonatların yaxşı keyfiyyət göstəricilərinə malik olması onların mühərrik yağlarında yuyucu-dispersedici komponent kimi istifadə etməyə imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

1. Фиалко, В.М. Импортозамещение в области присадок к маслам // Мир нефтепродуктов. – 2013, –№ 2, –с. 40-43.
2. Hüseynova, E.Ə. Müasir mühərrik yağlarının tərkibi və təsnifatı / E.Ə. Hüseynova, K.Yu. Əcəmov, V.A. İsmayilova [et al.] // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2020. – Vol. 20, No. 1. – P. 15-20. – EDN EMFCMP. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43177820>
3. Суховерхов, В.Д., Василькевич, И.М. Современные аспекты производства и применения масел и присадок к ним // Мир нефтепродуктов, 2008, № 6, с. 31-34.
4. Садыхов К.И. Нефтяные и синтетические сульфонатные присадки к моторным маслам / К.И.Садыхов. –Баку: Элм, –2006, –180 с.
5. Агаев, А.Н. Гидроксид-алкилбензилсульфонаты как многофункциональные присадки к смазочным маслам и ингибиторы коррозии / А.Н.Агаев, Велиева, С.М., Н.Н.Зейналова [и др.] // Технологии нефти и газа, –2016, –№5, –с.16-19.
6. Патент RU 2728713. Способ получения синтетических сульфонатных присадок к моторным маслам. Котов С.В., Тыщенко В.А., Тимофеева Г.В., Гусева И.А., Баклан Н.С., Лаврентьева Е.М., Зайнулина А.В., Хорошев Ю.Н., Ларюхин М.В., Лукша С.В. Оп. 30.07.2020
7. Кулиев, А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам / А.М. Кулиев–Л.: Химия, –1985, –312 с.
8. Главати, О.Л. Физико-химия диспергирующих присадок к маслам / О.Л.Главати. –Киев: Наукова думка, –1989, –183 с.

РЕЗЮМЕ

МОЮЩЕ-ДИСПЕРГИРУЮЩИЕ ПРИСАДКИ К СМАЗОЧНЫМ МАСЛАМ

Мамедова П.Ш., Кулалиев И.Д., Садирзаде И.А

Ключевые слова: *дialкилнафталин, синтетические сульфонаты, смазочные масла, присадки с различной щелочностью, функциональные свойства, термическая стабильность.*

Для расширения ассортимента сульфонатных присадок и повышения эффективности действия осуществлен их синтез на основе диалкилнафталина, полученного алкилированием нафталина додецилхлоридом. Разработанные синтетические сульфонаты кальция с различной щелочностью обладают хорошими физико-химическими, функциональными и по некоторым показателям превосходят нефтяные сульфонаты НСК, С-150, а также присадки OLOA 246B и Хайтек 6060M.

Термоаналитические исследования показали, что диалкилнафталинсульфонаты обладают повышенной термической стабильностью.

SUMMARY

DETERGENT-DISPERSANT ADDITIVES TO LUBRICATING OILS

Mammadova P.Sh., Gulaliyev I.D., Sadirzadeh I.A

Keywords: *dialkylnaphthalene, synthetic sulfonates, lubricating oils, additives with various alkalinities, functional properties, thermal stability.*

In order to expand the range of sulfonate additives and increase the efficiency of their action, they were synthesized on the basis of dialkylnaphthalene obtained by alkylation of naphthalene with dodecylchloride. The developed synthetic calcium sulfonates with different alkalinities have good physicochemical, functional properties and in some respects surpass petroleum sulfonates NSK, C-150, as well as additives OLOA 246B and Hightech 6060M.

Theme-analytical studies have shown that dialkylnaphthalene sulfonates possess increased thermal stability.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	02.02.2023
	Son variant	30.04.2023

UOT 678.674.742. 22.13.01

DOI 10.54758/16801245_2023_23_2_31

POLİOKSİXLORPROPİLENİN POLİOL TƏRKİBLİ OLİQOEFİRLƏRİN SİNTEZİ VƏ XASSƏLƏRİ

¹İSMAYİLOVA RAİSƏ İSPƏNDİYAR qızı²BABANLI BABAN NİZAMƏDDİN oğlu³ŞAHGƏLDİYEV FİZULİ XANƏLİ oğlu⁴MUSTAFAİYEV AĞA MƏMMƏD oğlu*Polimer Materialları İnstitutu, 1-dissertant,**Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, Bakı, Azərbaycan, 2-dissertant, 4-professor**Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, 3-dissertant*raisaismailova16@mail.ru

Açar sözlər: *propantriol, 1-xlor-2, 3-epoksipropan, polioksixlorpropilentrilid efiri, polioksixlorpropilenviol, ED-20 qatranı, polietilenviolamin, modifikator*

Propantriol əsasında tərkibində xlor atomları olan polioksixlorpropilenviol tərkibli oliqoefirin məqsədyönlü alınma üsulu işlənib-hazırlanmış və ED-20 qatranı üçün modifikator-antipiren kimi sınaqdan keçirilmişdir. Göstərilmişdir ki, oliqoefirdə olan poliol qrupu oliqoefirin reaksiyagirmə qabiliyyətini yüksəldir və üçölçülü torvari quruluşlu polimerin alınmasını asanlaşdırır.

Epoksid qatranlarının bərkidilmə zamanı əsas çatışmayan cəhəti onların kövrək olmalarıdır ki, bu da onların tətbiq sahələrini məhdudlaşdırır, bu məhdudiyyətləri aradan qaldırmaq məqsədilə onların müxtəlif birləşmələrlə modifikasiya olunması mühüm şərtlərdən sayılır [1].

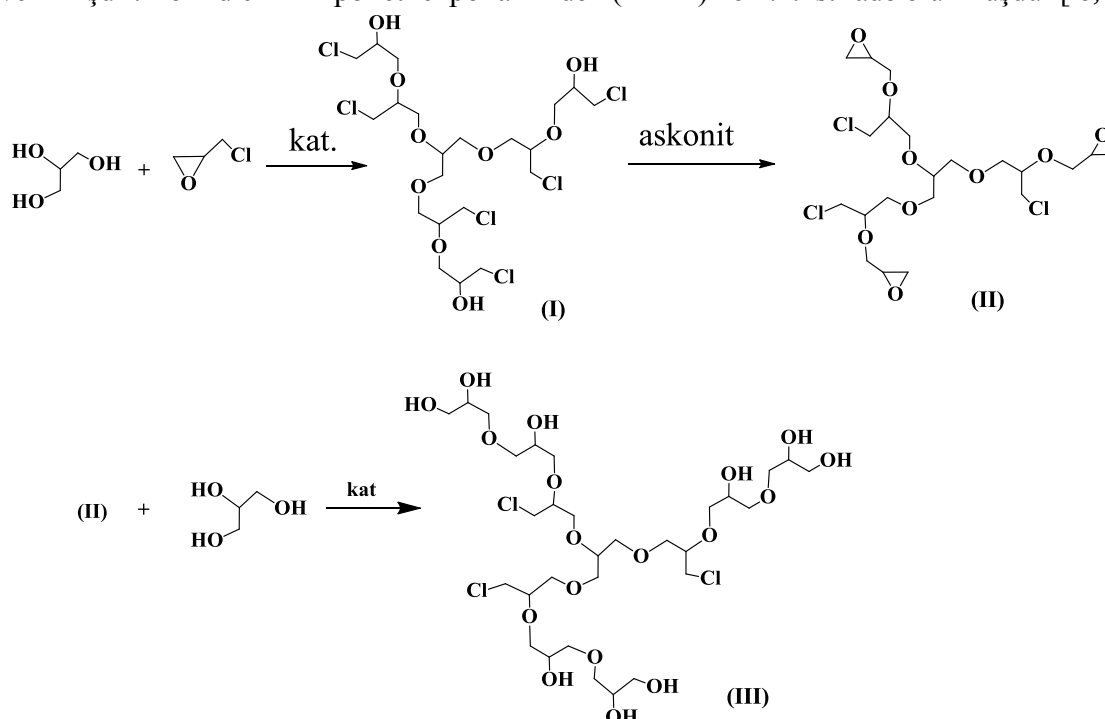
Propantriol və onun funksional əvəzli törəmələri reaksiyagirmə qabiliyyətinə görə geniş imkanlara malikdir. Propantriol əsasında alınan birləşmələr içərisində alifatik quruluşlu oliqoefirlər xüsusi əhəmiyyətə malikdirlər. Onların epoksid qatranlarında modifikator kimi tətbiqindən yüksək adgeziyaya, elastikliyə malik zərbəyə dözümlü polimer materiallar alınır [2-4].

Təqdim olunan iş propantriol əsasında alınan alifatik və şaxələnmiş quruluşlu efirlərin alınma üsullarını təkmilləşdirməyə, yüksək fiziki-mexaniki göstəricilərə malik, öz-özünə sönmən polimer materialların alınmasına həsr olunmuşdur. Bunun üçün biomənşəli yağların və yanacaqların istehsalında yan məhsul kimi alınan propantriolun 1-xlor-2, 3-epoksipropanla qarşılıqlı reaksiyasından tərkibində çoxlu xlor atomları olan alifatik quruluşlu aşağı özlülü oliqoefirlərin alınma üsulu işlənib hazırlanmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, sintez olunan polioksixlorpropilenin trixlorhidrin efirini (I), dioksan mühitində oliqoefirin 5 çəki faizi miqdarında aktivləşdirilmiş askonit sorbentinin iştirakında 303-308 K-də 3 saat müddətində dehidroxlorlaşdırmaqla polioksixlorpropilenin triqlisid efiri (II) alınmışdır. Sintez olunan qlisid oliqoefiri tərkibində çoxlu efir qruplarının, xlor atomlarının olması və molekulun sonlarında üç epoksid qrupunun da olması bu efirin epoksid qatranı üçün modifikator-antipiren kimi istifadə olunmasına zəmin yaradır.

Sintez olunan epoksid oliqoefirinə (II) üçflüorborun dietil efirinin iştirakında propantriolla təsir etməklə polioksixlorpropilenviol (PXPO) oliqoefirinin (III) məqsədyönlü alınma üsulu işlənib hazırlanmışdır.

Alınan polioksixlorpropilenviol oliqoefirinin quruluşu İQ- spektr vasitəsilə təyin edilmişdir. Bu birləşmənin İQ- spektrində sadə efir qrupunu xarakterizə edən, 1125sm^{-1} , OH qrupunu təsdiqləyən 3496sm^{-1} , -C-Cl rabitəsini göstərən $724-748\text{sm}^{-1}$, epoksid qrupunu təsdiq edən $1256-912\text{sm}^{-1}$ tezliklərində udulma zolaqları aşkar edilmişdir [5].

Sintez olunmuş polioksixlorpropilenpoliöl oliqofiri (III) ED-20 qatranında modifikator-antipiren kimi sınaqdan keçirilmişdir. Bərkidilmiş kompozisiyanın fiziki-mexaniki göstəriciləri cədvəldə verilmişdir. Bərkidici kimi polietilenpoliamindən (PEPA) 16 k.h. istifadə olunmuşdur [6, 7].



Kompozisiya 353 K-ə qədər qızdırılmış ED-20 qatranı ilə müvafiq miqdarda modifikatorla eynicikli kütlə alınana qədər qarışdırılır, sonra otaq temperaturuna qədər soyudulan qarışığın üzərinə PEPA əlavə edərək yenidən intensiv qarışdırılır, qalıblərə tökülür və bərkidilir. Bərkimə müddəti otaq temperaturunda 24 saat, 353 K-də 6 saat, 383 K-də 5 saat və 393 K-də 4 saat təşkil edir. Kompozisiyanın bərkimə dərəcəsi nümunəni Sokslet aparatında 10 saat qaynar asetonla ekstraksiya etməklə müəyyən edilmişdir. Tədqiq olunan nümunələrdə bərkimə dərəcəsi 98-99 %-təşkil edir. Müqayisə üçün müvafiq şəraitdə ED-20-PEPA qarışığından kompozisiya hazırlanmış və sınaqdan keçirilmişdir. Aparılan müqayisələr göstərir ki, polioksixlorpropilenpoliölün (III) iştirakı ilə alınan və PEPA ilə bərkidilmiş kompozisiyaların fiziki-mexaniki xassələri ED-20 qatranı və PEPA əsasında alınan kompozisiyalardan üstündür. Bütün nümunələrdə modifikatorun miqdarını 30 k.h.-nə qədər artırıqda kompozisiyanın xassələri kifayət qədər yüksəlsə də onun möhkəmlik xassələri modifikatorun 20 k.h. miqdarında maksimum həddə olur. Müəyyən edilmişdir ki, polikondensləşmə prosesində hidroksil qrupunun olması oliqofirin reaksiyaya girmə qabiliyyətini artırır, üçölçülü torvarı quruluşun alınmasına səbəb olur. Eləcə də müəyyən edilmişdir ki, polioksixlorpropilenpoliöl epoksid kompozisiyalarda torvari quruluşun formalaşmasında aktiv iştirak edir və onun yüksək fiziki-mexaniki, adgeziya xassələri ilə bərabər, kompozisiyaya öz-özünə sönmə xassələri də verir.

Cədvəl

Polioksixlorpropilenpoliöl oliqofiri əsasında alınan kompozisiyaların göstəriciləri

ED-20+PXPO PEPA-nın nisbətləri	Dartılma, MPa	Nisbi uzanma, %	Polada adgeziyası, MPa	Odadavamlılıq, san.
90:10:16	86	7.4	20.7	21
80:20:16	98	15.1	28	Sönür
70:30:16	95	11.0	25.5	Sönür

Təcrübi hissə

Propantriolun polioksixlorpropilentrilxlorhidrin efirinin (I) sintezi

Reaksiya kolbasına 50 ml dioksan, 0,1 mol (9,2qr) propantriol və reagentlərin çəkisinin 0,05 % (3,28qr) miqdarında üçflüorborun dietil efiri tökülür, üzərinə damcı-damcı 0,61 mol 1-xlor-2,3-epoksipropan əlavə edilir. Qarışıqın temperaturu tədricən 453 K-ə qədər yüksəldilir, 3 saat müddətində qarışdırılır və 96% (62,1qr) çıxımla polioksixlorpropilenin trilxlorhidrin efiri (I) alınır.

Polioksixlorpropilentrilqlisid efirinin (II) sintezi

Reaksiya kolbasına 0,1 mol (64,7qr) xlorhidrin efiri (I) və 50 ml aseton yerləşdirilir və üzərinə reagentlərin 5 çəki faizi miqdarında askonit sorbenti əlavə edilir. Qarışıq 303-308 K-də 3 saat müddətində dehidroxlorlaşdırılır. Reaksiya sona çatdıqdan sonra süzülür, həlledici su nasosunun köməyiylə qovulur, tərkibində 19-20 % epoksid ədədi və 19 % xlor atomu olan kəhraba rəngli polioksixlorpropilenin trilqlisid efiri (51,1qr) 97% alınır (II).

Polioksixlorpropilenpoliol oliqofirinin (III) sintezi

Reaksiya kolbasına 0,1 mol (53,75qr) polioksixlorpropilentrilqlisid efiri (II) yerləşdirilir üzərinə 0,35 mol (32,2qr) təzə qovulmuş propantriol, 50 ml toluol və 0,05 % miqdarında üçflüorborun dietil efiri əlavə edilir və 5 saat müddətində qaynadılır. Reaksiya başa çatdıqdan sonra soyudulur və 5 %-li Na₂CO₃ məhlulu ilə neytrallaşdırılır. 97-98 % (79,65qr) çıxımla tünd kəhraba rəngli maddə alınır.

Nəticələr və onların müzakirəsi

Propantriolun 1-xlor-2,3-epoksipropanla qarşılıqlı reaksiyasından tərkibində xlor atomları olan alifatik quruluşlu, aşağı özlülük polioksixlorpropilenin trilxlorhidrin efiri sintez edilmiş və dioksan mühitində dehidroxlorlaşdırmaqla polioksixlorpropilenin trilqlisid efiri alınmışdır. Sintez olunan polioksixlorpropilenin trilqlisid efirinə üçflüorborun dietil efirinin iştirakında propantriolla təsir etməklə polioksixlorpropilenpoliol oliqofirinin məqsədyönlü alınma üsulu həyata keçirilmişdir. Alınan polioksixlorpropilenpoliol oliqofiri ED-20 qatranında modifikator-antipiren kimi sınaqdan keçirilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Ахундов, И. А. Полибутадиены: синтез и модификация / И. А. Ахундов // Научные известия. Серия: Естественные и технические науки. – 2022. – Т. 22, № 3. – С. 38-45. – DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_38. – EDN VCMWQT.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=50023135>
2. Мустафаев, А.М. Некоторые особенности синтеза и свойства хлорсодержащих олигоэфиров на основе пропантриола и 3-хлор-1,2-эпоксипропана/ А.М.Мустафаев, Н.А.Алекперов, С.Д.Муршудова // Азерб. хим. журн. –2006. № 2. –С.127-131.
3. Mustafayev, A.M. Propantriol əsasında epoksiakrilat oliqofirlərinin sintezi və xassələri / Mustafayev A.M., İsmayılova R.İ., Hüseynov İ.Ə. [və b.] // Azər. kim. jurnalı, –2015, №1, –s. 44-49
4. Ismailova, R.I. Synthesis and use of polyoxychloropropylene-epoxymethacrylate oligoesters as active modifier of epoxy diene resin ED-20 / Ismailova R.I., A.M.Mustafayev, N.Ya.Ishenko [et al.] // International journal of engineering research & science Vol/4, Issue 2, February – 2018, pp.1-6
5. Беллами, Л. Новые данные по ИК- спектрам сложных молекул / Л.Беллами. –М.: Мир, – 1971, –318 с.
6. Муршудова, С.Д. Хлорсодержащие олигоэфирэпоксисметакрилаты: Синтез и модифицирующие свойства / С.Д.Муршудова, А.М.Мустафаев, Н.А.Алекперов. // Азерб. хим. журнал. – Баку, –2008, № 3. –с. 146-149
7. Мошинский, Л. Эпоксидные смолы и отвердители / Л.Мошинский. –Тель-Авив: Аркадия пресс Ltd., –1995, –370 с.

РЕЗЮМЕ

**СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПОЛИОЛСОДЕРЖАЩИХ ОЛИГОЭФИРОВ
ПОЛИОКСИХЛОРПРОПИЛЕНА**

Исмаилова Р.И., Бабанлы Б.Н., Шахгельдиев Ф.Х., Мустафеев А.М.

Ключевые слова: пропантриол, 1-хлор-2,3-эпоксипропан, полиоксихлор-пропилен-триглицеридный эфир, полиоксихлорпропиленполиол, смола ЭД-20, полиэтиленполиамин, модификатор

На основе пропантриола, целенаправленно разработан способ получения полиолсодержащего олигоэфира полиоксихлорпропиленполиола имеющего в своем составе атомы хлора. Полученный олигоэфир был испытан в качестве модификатора-антипирена для смолы ЭД-20. Показано, что полиольная группа увеличивает реакционную способность олигоэфира и намного облегчает образование полимера трехмерной сетчатой структурой.

SUMMARY

**SYNTHESIS AND PROPERTIES OF POLYOL-CONTAINING OLIGOESTERS OF
POLYOXYCHLOROPROPYLENE**

Ismailova R.I., Babanly B.N., Shahgeldiev F.Kh., Mustafayev A.M.

Keywords: propanetriol, 1-chloro-2,3-epoxypropane, polyoxychloropropylene glyceride ether, polyoxychloropropylene polyol, resin ED-20, polyethylene polyamine, modifier

On the basis of propanetriol, a method for obtaining a polyol-containing oligoester of polyoxychloropropylene polyol with chlorine atoms in its composition has been purposefully developed. The resulting oligoester was tested as a flame retardant modifier for ED-20 resin. It is shown that the polyol group increases the reactivity of the oligoester and greatly facilitates the formation of a polymer with a three-dimensional mesh structure.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	22.02.2023
	Son variant	04.05.2023

UOT 544.478.02

DOI 10.54758/16801245_2023_23_2_35

Mg-Co-O, Zn-Co-O VƏ Fe-Co-O KATALİZATORLARININ SİNTEZİ VƏ RENTGENOQRAFİK TƏDQIQI

MƏDƏTOVA FƏRİDƏ ZƏİD qızı [ORCID](#)

Neftin Qazın Geotexnoloji Problemləri və Kimya Elmi Tədqiqat İnstitutu, ADNSU,

Bakı, Azərbaycan, k.f.d., b.e.i.

farida_086@mail.ru

Açar sözlər: rentgenfaza analizi, buxar konversiyası, sintez, dəmir-kobalt oksid, sink-kobalt oksid, maqnezium-kobalt oksid

Giriş. Katalizatorların seçilməsi və təkmilləşdirilməsi nəzəriyyəsinin yaradılması məqsədilə hal-hazırda katalizatorların kimyəvi və fiziki xassələrinin tədqiqinin tamamilə yeni və təkmilləşdirilmiş klassik üsullarının istifadəsilə geniş tədqiqatlar aparılır [1-5]. Bunun nəticəsində katalizatorlar barədə məlumatlarımız xeyli tam və dərin olmuşdur. Buna baxmayaraq, katalizatorlar haqqında az və ya çox həqiqətə bənzər nəzəriyyələr hələ də təklif edilməmişdir. Ona görə də katalizatorların fiziki-kimyəvi xassələrinin (faza tərkibi, onlarda qarışıqların mövcudluğu, səth sahəsi, kristalliklik və s.) əsasında onların aktivliyi, seçiciliyi və uzunömürlülüüyünün söylənilməsinin nə dərəcədə mümkün olması məsələsi çox vacib hesab edilir [6-10]. Eyni zamanda iş prosesində katalizator həm reaksiya mühitinin, həm də reaksiyanın aparılması şəraitinin (təzyiq, temperatur, kontakt müddəti və s.) təsirinə məruz qalır ki, bu da katalizatorun səth xassələrinin və faza tərkibinin dəyişməsinə gətirib çıxara bilər. Ona görə də tərəfimizdən binar Mg-Co-O, Zn-Co-O və Fe-Co-O katalizatorları sintez edilmiş və rentgenoqrafik tədqiqatları həyata keçirilmişdir.

Məlumdur ki, hidrogenin alınmasının əsas üsullarından biri etanolun buxar konversiyası reaksiyası hesab edilir. Əvvəllər tərəfimizdən müxtəlif əlavələr ilə binar kobalt oksid tərkibli katalizatorlar öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq edilmiş katalizatorların aktivliyi onların tərkibindən asılıdır. Bununla əlaqədar olaraq, tərəfimizdən rentgenoqrafiya üsulu ilə kobalt tərkibli katalizatorların faza tərkibi öyrənilmişdir. Hazırlanmış katalizatorların faza tərkibinin rentgenoqrafik tədqiqatları “Bruker” (Almaniya) şirkətinin “D2 Phaser” avtomatik toz difraktometrində (CuK α -şüalanma, Ni-süzgəc) aparılmışdır.

Tədqiqat hissəsi.

Dəmir-kobalt oksid katalizatorları dəmir nitrat və kobalt nitratın sulu məhlullarının birgə çökdürülməsi üsulu ilə hazırlanmışdır. Alınmış qarışıq 95-100°C-də buxarlandırılır, sonra əmələ gələn çöküntü 100-120°C-də qurudulur və sonra isə azot oksidləri tam ayrılanana qədər 250°C temperaturda parçalanır. Alınmış bərk kütlə 700°C-də 10 saat ərzində közərdilmişdir. Beləliklə, Fe:Co = 9:1-dən Fe:Co = 1:9-dək elementlərin atom nisbəti ilə 9 katalizator nümunəsi sintez edilmişdir.

Sink-kobalt oksid katalizatorları sink karbonat və kobalt nitratın sulu məhlullarının birgə çökdürülməsi üsulu ilə hazırlanmışdır. Alınmış qarışıq 95-100°C-də buxarlandırılır, sonra əmələ gələn çöküntü 100-120°C-də qurudulur və sonra isə azot və karbon oksidləri tam ayrılanana qədər 250-300°C temperaturda parçalanır. Alınmış bərk kütlə 700°C-də 10 saat ərzində közərdilmişdir. Beləliklə, Zn:Co = 9:1-dən Zn:Co = 1:9-dək elementlərin atom nisbəti ilə 9 katalizator nümunəsi sintez edilmişdir.

Maqnezium-kobalt oksid katalizatorları maqnezium karbonat və kobalt nitratın sulu məhlullarının birgə çökdürülməsi üsulu ilə hazırlanmışdır. Alınmış qarışıq 95-100°C-də buxarlandırılır, sonra əmələ gələn çöküntü 100-120°C-də qurudulur və sonra isə azot və karbon

oksidləri tam ayrılanana qədər 250°C temperaturda parçalanır. Alınmış bərk kütlə 700°C-də 10 saat ərzində közərdilmişdir. Beləliklə, Mg:Co = 9:1-dən Mg:Co = 1:9-dək elementlərin atom nisbəti ilə 9 katalizator nümunəsi sintez edilmişdir.

Cədvəl 1-də binar kobalt tərkibli katalizatorların hazırlanması üçün istifadə olunan reaktivlər və onların markası göstərilmişdir.

Cədvəl 1.

Katalizatorların hazırlanması üçün istifadə olunan reaktivlər və onların markası

Reaktiv	Kimyavi formulu	Markası
kobalt nitrat	Co(NO ₃) ₂	Analiz üçün təmiz
Ferrum nitrat	Fe(NO ₃) ₃	Analiz üçün təmiz
Sink karbonat	ZnCO ₃	Analiz üçün təmiz
Maqnezium karbonat	MgCO ₃	Təmiz

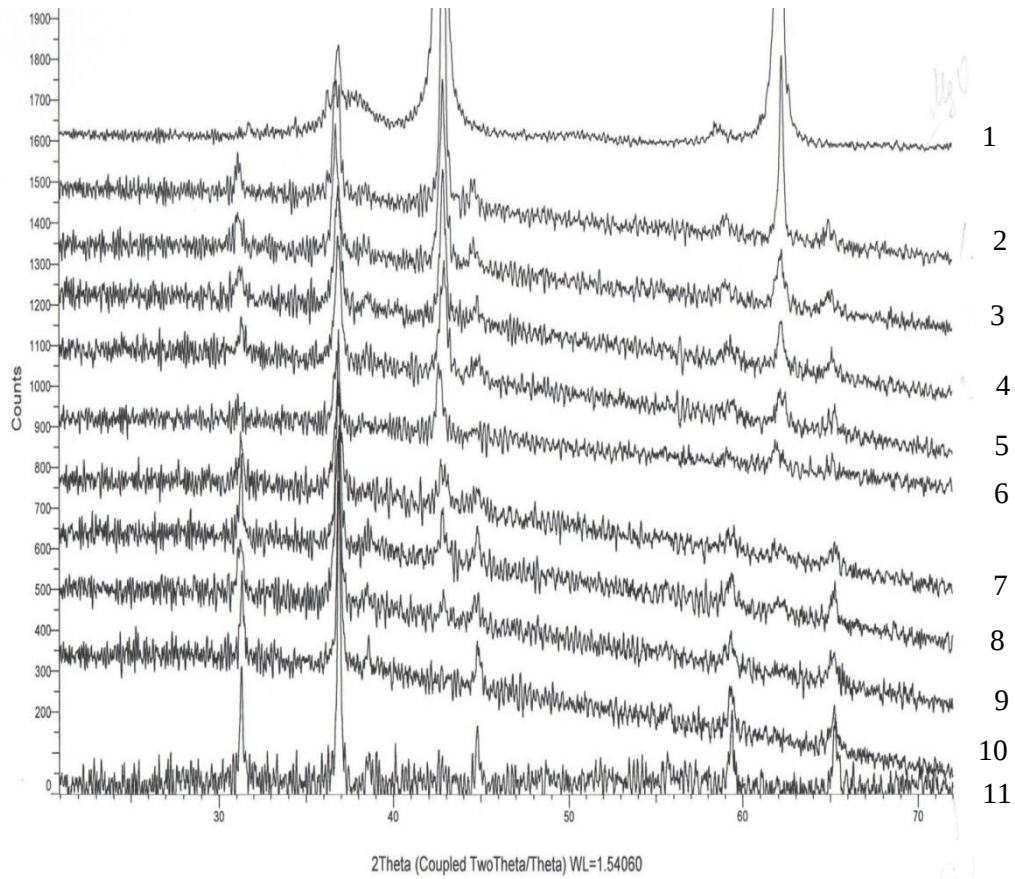
Qeyd etdiyimiz kimi Mg-Co-O, Zn-Co-O və Fe-Co-O katalizatorlarının rentgenoqrafik tədqiqatlarını da həyata keçirmişik. Tədqiqatlar $5^0 \leq 2\theta \leq 75^0$ əks olunma bucağı intervalında aparılmışdır. Şəkil 1-də bütün doqquz mMg/nCo nisbətlərinin bir yerdə toplanmış difraksiya mənzərəsi göstərilmişdir. Bu difraksiya şəkillərinin əvvəlində və axırında həmçinin MgO və Co₃O₄ oksidləri göstərilmişdir. Rentgenoqramın analizi göstərir ki, (4Mg - 6Co) və (5Mg - 5Co)-dan başqa bütün nümunələr iki fazadan: MgO və Co₃O₄ ibarətdir və hamısında komponentlərin faiz nisbəti saxlanılır. Difraksiya mənzərəsində reflekslərin intensivliyinin qanunauyğun dəyişikliyi bunu göstərir. (4Mg-6Co) və (5Mg-5Co) nisbətlərinin vəziyyətinin ətraflı analizi üçün "PIP" proqramından istifadə edilmişdir ki, bu da difraksiya mənzərəsinin istənilən sahəsini böyütməyə imkan verir. Nəticələr göstərir ki, bəzi hallarda bir refleks şəklində görünən əslində bir neçə refleksə parçalanmışdır. Hərtərəfli rentgenfaza analizi göstərir ki, Mg-Co-O sistemində (4Mg-6Co) nisbətində aşağıdakı fazalar əmələ gəlir: MgO, MgO₂, Co₃O₄, CoCo₂O₄ və Co_{2.82}O₄, (5Mg - 5Co) nisbətində isə: MgO, MgO₂, Co_{2.77}O₄, Co_{2.82}O₄ və CoCo₂O₄ fazaları əmələ gəlir.

Şəkil 2-də nümunə kimi 5Mg – 5Co nisbətində tərkibin difraksiya mənzərəsi göstərilmişdir. Şəkildə 20~36.8°-də ən intensiv xətt ilə yanaşı bu refleksin genişləndirilmiş təsviri göstərilmişdir.

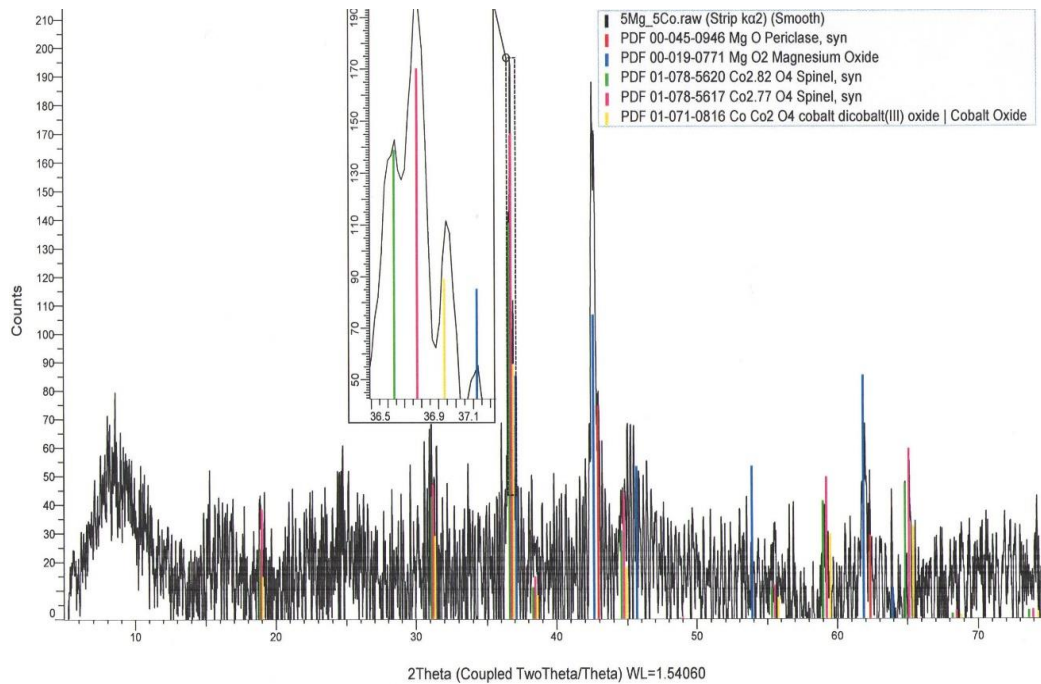
Zn-Co-O katalizatorunun rentgenoqrafik tədqiqatları həmçinin $5^0 \leq 2\theta \leq 75^0$ əks etmə bucağı intervalında aparılmışdır və mövcud sistemdə 9 nümunə tədqiq edilmişdir. Rentgenfaza analizi əsasında aşkar edilmişdir ki, Zn-Co-O katalizatoru sistemində iki faza: ZnO və Co₃O₄ əmələ gəlir.

Şəkil 3-də bütün doqquz (mZn/nCo) nisbətlərinin bir yerdə toplanmış difraksiya mənzərəsi göstərilmişdir. Bu difraksiya şəkillərinin əvvəlində və axırında həmçinin ZnO və Co₃O₄ oksidləri göstərilmişdir. Rentgenoqramların analizi göstərir ki, bütün nümunələrdə komponentlərin Zn/Co faiz nisbəti saxlanılır ki, difraksiya mənzərəsində reflekslərin intensivliyinin qanunauyğun dəyişikliyi bunu göstərir.

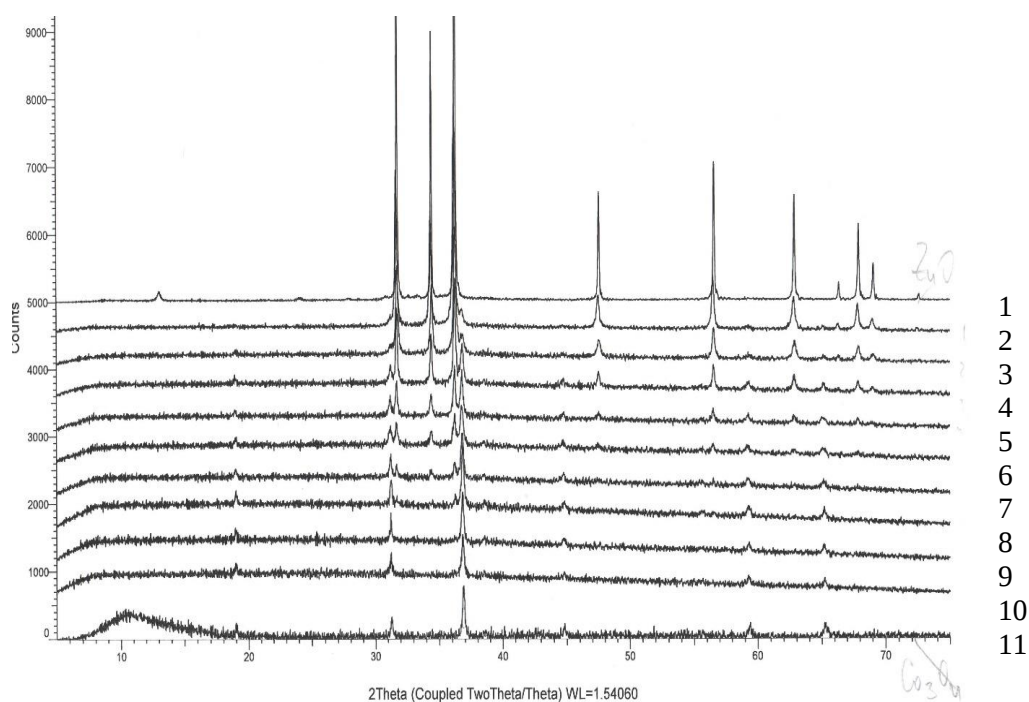
Fe-Co-O katalizatorunun rentgenoqrafik tədqiqatları həmçinin $5^0 \leq 2\theta \leq 75^0$ əks etmə bucağı intervalında aparılmışdır və mövcud sistemdə 9 nümunə tədqiq edilmişdir. Rentgenfaza analizi əsasında aşkar edilmişdir ki, Fe-Co-O katalizatoru sistemində iki faza: Fe₂O₃ və Co₃O₄ əmələ gəlir. Şəkil 4-də bütün doqquz (mFe/nCo) nisbətlərinin bir yerdə toplanmış difraksiya mənzərəsi göstərilmişdir. Bu difraksiya şəkillərinin əvvəlində və axırında həmçinin Fe₂O₃ və Co₃O₄ oksidləri göstərilmişdir. Rentgenoqramların analizi göstərir ki, bütün nümunələrdə komponentlərin Fe/Co faiz nisbəti saxlanılır ki, difraksiya mənzərəsində reflekslərin intensivliyinin qanunauyğun dəyişikliyi bunu göstərir. Qeyd etmək lazımdır ki, iki halda: 6Fe/4Co və 5Fe/5Co nisbətlərində Fe₂O₃ əvəzinə Fe_{1.987}O₃ əmələ gəlir.



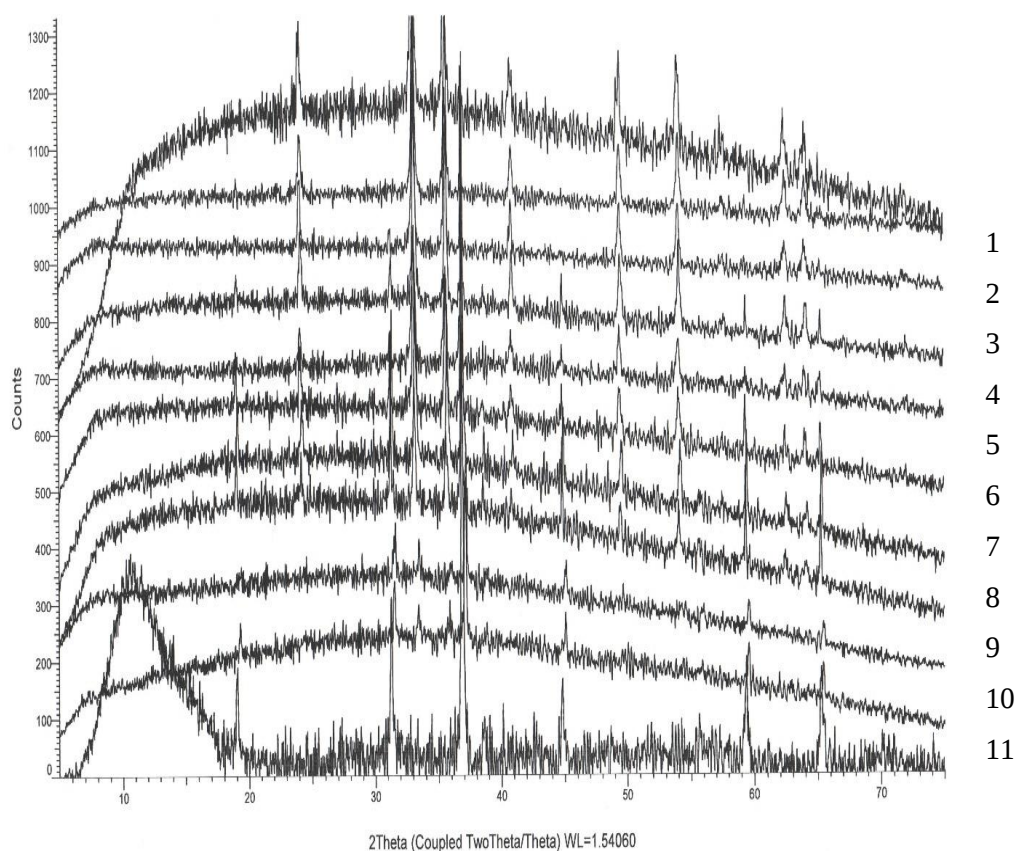
Şəkil 1. Maqnezium və kobalt oksid, həmçinin bütün doqquz Mg-Co-O katalizatorunun difraktoqramları
1.MgO; 2. Mg-Co=1:9; 3.Mg-Co=2:8; 4.Mg-Co=3:7; 5.Mg-Co=4:6; 6.Mg-Co=5:5; 7.Mg-Co=6:4;
8.Mg-Co=7:3; 9.Mg-Co=8:2; 10.Mg-Co=9:1; 11. Co_3O_4 .



Şəkil. 2. Mg:Co=5:5 tərkibli binar maqnezium-kobalt oksid katalizatorunun difraksiya mənzərəsi



Şəkil 3. *5Sink və kobalt oksidi, həmçinin bütün doqquz Zn-Co-O katalizatorlarının difraktoqramları*
 1.ZnO; 2. Zn-Co=1:9; 3.Zn-Co=2:8; 4.Zn-Co=3:7; 5.Zn-Co=4:6; 6.Zn-Co=5:5; 7.Zn-Co=6:4;
 8. Zn-Co=7:3; 9.Zn-Co=8:2; 10.Zn-Co=9:1; 11. Co_3O_4 .



Şəkil 4. *Dəmir və kobalt oksidi, həmçinin bütün doqquz Fe-Co-O katalizatorlarının difraktoqramları*
 1. Fe_3O_4 ; 2. Fe-Co=1:9; 3.Fe-Co=2:8; 4.Fe-Co=3:7; 5.Fe-Co=4:6; 6.Fe-Co=5:5; 7.Fe-Co=6:4; 8. Fe-
 Co=7:3; 9.Fe-Co=8:2; 10.Fe-Co=9:1; 11. Co_3O_4 .

Tərəfimizdən həmçinin “D2 Phaser” cihazında DIFFRAC.EVA proqramı üzrə bütün nümunələrin kristalliklik dərəcəsi hesablanmışdır ki, nəticələr cədvəl 2-də göstərilmişdir.

Cədvəldən görünür ki, Mg-Co-O sistemi üçün nümunələrin kristallikliyi onların tərkibində maqneziumun miqdarının Mg:Co=1:9 katalizatorunda 14.9%-dən Mg:Co=9:1 katalizatorunda 31.9%-dək artması ilə artır. Praktiki olaraq analoji asılılıqlar digər sistemlər üçün də alınmışdır. Belə ki, Zn-Co-O sistemi üçün onların tərkibində sinkin miqdarının Zn:Co=1:9 katalizatorunda 14.7%-dən Zn:Co=9:1 katalizatorunda 68.5%-dək artması ilə nümunələrin kristallikliyi artır, Mg-Co-O sistemində isə kristalliklik dərəcəsi Fe:Co=1:9 katalizatorunda 16.6%-dən Fe:Co=9:1 katalizatorunda 31.9%-dək artır.

Cədvəl 2.

Mg-Co-O, Zn-Co-O və Fe-Co-O sistemlərində nümunələrin kristallığı

Mg-Co-O sistemi, %		Zn-Co-O sistemi, %		Fe-Co-O sistemi, %	
Mg:Co nisbəti	Kristallıq	Zn:Co nisbəti	Kristallıq	Fe:Co nisbəti	Kristallıq
1:9	14.9	1:9	14.7	1:9	16.6
2:8	14.7	2:8	18.1	2:8	21.2
3:7	15.9	3:7	16.6	3:7	16.7
4:6	16.3	4:6	18.3	4:6	17.4
5:5	17.9	5:5	21.4	5:5	23.3
6:4	15.4	6:4	23.0	6:4	28.4
7:3	17.8	7:3	31.1	7:3	26.2
8:2	19.2	8:2	40.5	8:2	36.7
9:1	31.9	9:1	68.5	9:1	37.5

Beləliklə, binar kobalt tərkibli sistemlərin rentgenfaza analizi əsasında müəyyən edilmişdir ki, bütün üç sistemdə əsasən ilkin oksidlərin iki fazasının formalaşması müşahidə edilir.

Nəticələr.

- Binar Fe-Co-O, Zn-Co-O və Mg-Co-O oksid katalizatorları sintez edilmiş və etanolun hidrogenə buxar konversiyası reaksiyasında yüksək aktivlik nümayiş etdirmələri müəyyən edilmişdir. Göstərilmişdir ki, oksidlərdən biri üstünlük təşkil edən katalizator nümunələri etanolun buxar konversiyası reaksiyasında yüksək aktivliklə bərabər yüksək selektivliyə də malikdirlər.
- Binar Fe-Co-O, Zn-Co-O və Mg-Co-O sistemlərin rentgenfaza analizi aparılaraq müəyyən edilmişdir ki, bütün üç sistemdə əsasən iki ilkin oksid fazasının: Fe_2O_3 və Co_3O_4 , ZnO və Co_3O_4 , MgO və Co_3O_4 formalaşması müşahidə olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Mane R.B., Kondawar S.E., Niphadkar P.S., Joshi P.N., Patil K.R., Rode C.V. Effect of preparation parameters of Cu catalysts on their physico-chemical properties and activities for glycerol hydrogenolysis, *Catalysis Today*, Volume 198, Issue 1, 2012, Pages 321–329
2. Nousir S., Maache R., Azalim S., Agnaou M., Brahmi R., Bensitela M. Synthesis and investigation of the physico-chemical properties of catalysts based on mixed oxides $\text{Ce}_x\text{Zr}_{1-x}\text{O}_2$, *Arabian Journal of Chemistry*, Volume 8, Issue 2, March 2015, Pages 222–227
3. Zbuzek M., Vráblík A., Tukač V., Veselý M., Prokešová A., Černý R. The physico-chemical structure and activity of hydrodesulphurization catalysts aged by accelerated method, *Catalysis Today*, Volume 256, Part 2, 1 November 2015, Pages 261–268
4. Kumar N., Mäki-Arvel P., Hajek J., Salmi T., Murzin D.Yu., Heikkilä T., Laine E., Laukkanen P., Väyrynen J. Physico-chemical and catalytic properties of Ru-MCM-41 mesoporous molecular sieve catalyst: influence of Ru modification methods, *Microporous and Mesoporous Materials* Volume 69, Issue 3, 22 April 2004, Pages 173–179

5. Zieliński M. The catalytic and physico-chemical properties of Ni/MgF₂–MgO catalysts, *Applied Catalysis A: General*, Volume 449, 27 December 2012, Pages 15–22
6. Manish Dixit, Manish Mishra, P.A.Joshi, D.O. Shah, Physico-chemical and catalytic properties of Mg–Al hydrotalcite and Mg–Al mixed oxide supported copper catalysts, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Volume 19, Issue 2, 25 March 2013, Pages 458–468
7. Oishi K., Savadogo O. Correlation between the physico-chemical properties and the oxygen reduction reaction electro catalytic activity in acid medium of Pd–Co alloys synthesized by ultrasonic spray method, *Electrochimica Acta*, Volume 98, 30 May 2013, Pages 225–238
8. Ma Xinbin, Zhao Renzhe, Xu Genhui, He Feib, Chen Hongfang, Physico-chemical properties of supported Cu catalysts for production of dimethyl carbonate, *Catalysis Today*, Volume 30, Issues 1–3, 17 June 1996, Pages 201–206
9. Arena F., Famulari P., Interdonato N., Bonura G., Frusteri F., Spadaro L. Physico-chemical properties and reactivity of Au/CeO₂ catalysts in total and selective oxidation of CO, *Catalysis Today*, Volume 116, Issue 3, 15 August 2006, Pages 384–390
10. Venu Gopal Devulapelli, Endalkachew Sahle-Demessie, Catalytic oxidation of dimethyl sulfide with ozone: Effects of promoter and physico-chemical properties of metal oxide catalysts, *Applied Catalysis A: General*, Volume 348, Issue 1, 30 September 2008, Pages 86–93

РЕЗЮМЕ
СИНТЕЗ И РЕНТГЕНОВСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ
Mg-Co-O, Zn-Co-O И Fe-Co-O
Мадатова Ф.З.

Ключевые слова: рентгенофазовый анализ, паровая конверсия, синтез, оксид железа-кобальта, оксид цинка-кобальта, оксид магния-кобальта.

Известно, что одним из основных способов получения водорода является реакция паровой конверсии этанола. Ранее нами были изучены катализаторы, содержащие бинарный оксид кобальта с различными добавками. Установлено, что активность исследованных катализаторов зависит от их состава. В связи с этим нами изучен фазовый состав кобальтсодержащих катализаторов методом рентгенографии. Рентгенофазовые исследования фазового состава приготовленных катализаторов проводили на автоматическом порошковом дифрактометре «D2 Phaser» (CuK α -излучение, Ni-фильтр) фирмы «Bruker» (Германия).

SUMMARY
SYNTHESIS AND X-RAY STUDY OF Mg-Co-O, Zn-Co-O AND Fe-Co-O CATALYSTS
Madatova F.Z.

Keywords: X-ray phase analysis, steam conversion, synthesis, iron-cobalt oxide, zinc-cobalt oxide, magnesium-cobalt oxide.

It is known that one of the main methods of obtaining hydrogen is the steam conversion reaction of ethanol. Previously, we have studied catalysts containing binary cobalt oxide with various additives. It was determined that the activity of the studied catalysts depends on their composition. In this regard, we have studied the phase composition of cobalt-containing catalysts by x-ray imaging. X-ray studies of the phase composition of the prepared catalysts were carried out in the "D2 Phaser" automatic powder diffractometer (CuK α radiation, Ni filter) of the "Bruker" (Germany) company.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.03.2023
	Son variant	05.05.2023

UOT 546.65.24

DOI 10.54758/16801245_2023_23_2_41

Er-Bi-Te SİSTEMİNDƏ FAZAƏMƏLƏGƏLMƏNİN XARAKTERİ

MƏMMƏDOVA SƏBA HÜSEYNXAN [ORCID](#)

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan, doktorant

saba.mammadova36@gmail.com

Acar sözlər: sistem, analiz, kvazibinar, qeyri-kvazibinar, diaqram, temperatur, evtektika

Giriş. Elmi-texniki tərəqqi termoelektrik, fotoelektrik, optik. Maqnit və s.xassəli yeni funksional materialların axtarışı və təəbiqi ilə sıx bağlıdır. [1-3]. Belə materiallar içərisində VB qrup elementlərindən Sb, Bi və NTE xalkogenidləri xüsusi əhəmiyyətə malikdirlər. Sürmə və bismut selenid və telluridləri texnikada termoelektrik materiallar kimi geniş tətbiq olunur. [4-6]. Lakin onların bir sıra çatışmamazlıqları vardır. Onlar laylı quruluşlu olduğu üçün mexaniki davamlılıqları aşağıdır, bu da onların tətbiq olmalarına müəyyən məhdudiyyətlər qoyur.

Termoelektrik xassəyə malik olan NTE xalkogenidli Sb_2Te_3 , Bi_2Te_3 layları arasına daxil olaraq onları Ten mexaniki davamlılığının artmasına səbəb ola bilər. Ona görə də Er-Bi-Te üçlü sistemində kimyəvi qarşılıqlı təsirin tədqiqi elmi və praktiki cəhətdən xüsusi əhəmiyyət kəsb edir [7,8].

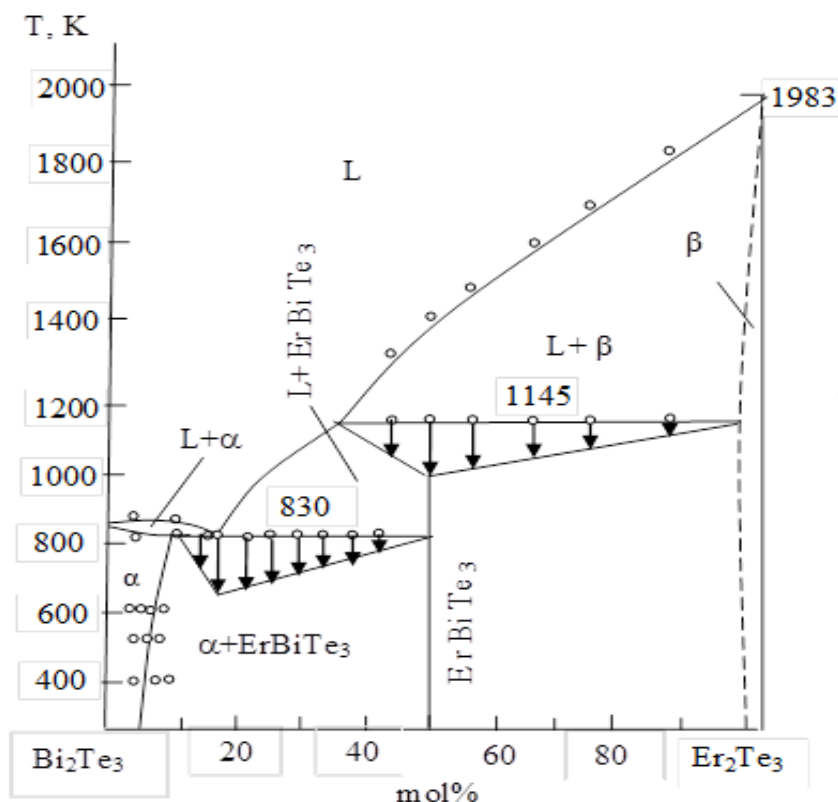
Eksperimental hissə. Er-Bi-Te üçlü sistemi ərintiləri aşağıdakı təmizlik markasında olan elementlərdən istifadə edilmişdir: Erbium “Erbm-0” metallik markasında, Bi-“B-4”, tellur “TA-2” markasında istifadə edilmişdir. Sistemin ərintiləri birbaşa sintez üsulu ilə içərisi 10^{-3}Pa təzyiqə qədər çıxarılmış və qrafitləşdirilmiş kvarts ampulalarda 900-1300K temperaturda (tərkibdən asılı olaraq) 30-40 saat ərzində sintez edilərək hazırlanmışdır. ərintilərdə homogenlik şəraitinin yaranması üçün onlar sintezdən sonra əzilərək həb halına salınmış və xüsusi formada hazırlanmış kvarts ampulalarda vakuum şəraitində mufel peçində solidusdan 50-100K aşağı temperaturda bərk fazalı sintez üsulu ilə üç ay ərzində termiki emal edilmişdir.

Termiki emaldan sonra ərintilər fiziki-kimyəvi analiz metodları-DTA, YDTA, RFA, MQA, mikrobərkliyin və sıxlığın təyini ilə tədqiq edilmişdir. Ərintilərin DTA-sı 1300K temperatura qədər “Termoskan-2” markalı piromertdə ± 5 dərəcə dəqiqlikdə təyin edilmişdir. Pt-Pt/Ph termocütündən istifadə edilmişdir. 1300K-dən yuxarı temperaturalarda isə ərintilərin termiki analizi YDTA BTS-987 və BYTY-51-681-75 markalı cihazda helium mühitində aparılmışdır. W-W/Re termocütündən istifadə edilmişdir. Ərintilərin MQA MUM-7 markalı mikroskopda aparılmışdır. Mikrobərkliyin ölçülməsi Vickersə görə PIMT-3 markalı cihazda aparılmışdır. RFA isə BRUKER XRDD8 Advance cihazında ± 5 dəqiqliklə çəkilmişdir.

Nəticələr və onun müzakirəsi

Yuxarıda qeyd edilən tədqiqat metodlarından alınan nəticələrə əsasən politermik kəsiklərin hal diaqramları qurulmuşdur. Bi_2Te_3 - Er_2Te_3 kəsiyi kvazibinardır (şəkil 1).

Sistemdə komponentlərin 1:1 nisbətində 1150K-də peritektik çevrilmə reaksiyası ilə ErBiTe_3 tərkibli inkonrquent birləşmə əmələ gəlir. Sistemdə evtektikanın koordinatları belədir: 750K temperaturda 15 mol% Er_2Te_3 . Bi_2Te_3 əsasında 300K-də 5mol% həllolma sahəsi əmələ gəlir. ErTe-Bi, ErBi-ErTe, Bi_2Te_3 -ErTe kəsikləri də kvazibinardır, hal diaqramları evtektik tiplidir. Onlarda qarşılıqlı təsirin xarakteri cədvəldə verilmişdir.



Şəkil 1. Bi_2Te_3 - Er_2Te_3 kəsiyi hal diaqramları

Cədvəl.

Er-Bi-Te sistemində evtektik tipli kəsiklərdə qarşılıqlı təsirin xarakteri

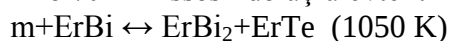
Kəsiklər	Evtektikanın koordinatları		Bərk məhlul, 300K	Şəkil, №
	mol %	T, K		
Bi_2Te_3 -ErTe	70 mol% Bi_2Te_3	800	5 mol% ErTe	2a
ErTe-Bi	100 mol% Bi	544	----	2b
ErBi-ErTe	45mol% ErTe	1600	----	2c

Bi_2Te_3 -Er kəsiyi qeyri-kvazibinardır (şəkil 2), üç tabeli üçlü sistemin sahəsini kəsir: ErBi-Er-ErTe, ErBi-Bi-ErTe, ErTe-Bi- Bi_2Te_3 .

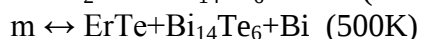
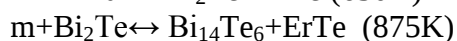
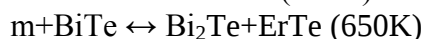
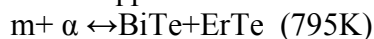
Kəsiyin üçlü sistemin 82-100mol% Er sahəsində kəsişmə nöqtəsində tabeli sistemdə evtektik tarazlıq baş verir.



Kəsiyin bu hissəsində likvidus üç komponentin ilkin kristallaşma ayrılərindən təşkil edilmişdir. Burada 1300K uyğun izotermdə Er və ErTe birgə kristallaşmasını əks etdirir. Kəsiyin 66,7-82 mol% Er hissəsində üçlü evtektik və peritektik tarazlıqlar baş verir:



Kəsiyin 33,3-100 mol% Er tabeli üçbucağı kəsdiyi hissədə üçlü nonvariant peritektik və evtektik tarazlıq prosesləri öz əksini tapmışdır:





Kəsiyin birinci tabeli üçlü sistemi kəsdiyi sahəsində üçlü evtektik və peritektik tarazlıqlar öz əksini tapmışdır:

$$m \leftrightarrow \text{ErBi}_2 + \text{ErTe} + \text{Bi} \quad (50\text{K})$$

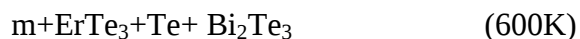
Kəsiyin ikinci tabeli üçlü sistemi kəsdiyi hissədə müvafiq nonvariant tarazlıq prosesləri baş

$$m + \text{BiTe} \leftrightarrow \text{Bi}_2\text{Te} + \text{ErTe} \quad (650\text{K})$$
$$m \leftrightarrow \text{ErTe} + \text{Bi} + \text{Bi}_{14}\text{Te}_6 \quad (500\text{K})$$

Kəsiyin üçüncü hissəsində $\text{ErTe-Bi}_2\text{Te}_3\text{-ErTe}_3$ tabeli sistemdə 970K-də ErTe və

Er₂Te₃ komponentlərinin birgə kristallaşması prosesi 900K-də, $m + \text{Er}_2\text{Te}_3 \leftrightarrow \text{ErBiTe}_3$ (S)+ErTe nonvariant peritektik proses, 650K-də $m + \text{ErTe} + \text{S} + \text{Bi}_2\text{Te}_3$ nonvariant evtektik proses baş verir. Kəsiyin ErTe-ErB- Te tabeli sistemini kəsdiyini dördüncü hissəsində müvafiq tarazlq prosesləri öz əksini tapmışdır:

$$m + \text{Er}_2\text{Te}_3 \leftrightarrow \text{Er}_2\text{Te}_3 +) + \text{Bi}_2\text{Te}_3 \quad (850\text{K})$$



Er-Bi-Te sisteminin likvidusu altı komponentin mayeden kristallaşma monovariant ayrılərindən təşkil edilmişdir: $m + \text{Te}$; $m + \text{ErTe}_3$; $m + \text{Er}_2\text{Te}_3$; $m + \text{ErTe}$; $m + \text{Er}$.

Nəticə. Fiziki-kimyəvi analiz metodları ilə Er-Bi-Te üçlü sistemində qarşılıqlı təsirin xarakteri tədqiq edilmişdir. Sistemlərin hal diaqramları qurulmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, Er-Bi-Te üçlü sistemi beş tabeli üçlü sistemdən təşkil edilmişdir. Sistemdə komponentlərin 1:1 nisbətində 1150K-də peritektik çevrilmə reaksiyası ilə ErBiTe_3 tərkibli inkongruent birləşmə əmələ gəlir.

ƏDƏBİYYAT

1. Диаграммы состояния двойных металлических систем / Справочник под ред. Н.П.Лякишева, –М.: Машиностроение, –т.2, –1997, –1023 с.
2. Абдулсаламова, М.Н. Физико-химия антимонидов и висмутидов редкоземельных элементов // Журнал Всесоюзного Химического Общества, О.И.Менделеева, –т. XXVI, №6, –1981, –с.73-78
3. Гольцман, Б.М. Полупроводниковые термоэлектрические материалы на основе Bi_2Te_3 / Б.М.Гольцман, В.А.Кидинов, И.А. Смирнов. –М.: Наука, –1972, –320 с.
4. Мамедова, С.Г. Исследование систем $\text{Sb}_2\text{Se}_3\text{-Ce}_2\text{Se}_3$ и $\text{Bi}_2\text{Se}_3\text{-Ce}_2\text{Se}_3$ // С.Г.Мамедова, Ф.М.Садыгов, В.А.Гасымов [и др.] Журн. Неорг. Химии, –2003, т.48, N3, –с. 494-496
5. Ганбарова, Г.Т. Исследование химического взаимодействия в системе $\text{Sb}_2\text{Se}_3\text{-NdSe}$ // Г.Т.Ганбарова, Ф.М.Садыгов, В.А.Гасымов [и др.] J.Qafqaz University Chemistry and Biology, –2013, т.1, N2, –с.158-160
6. Ганбарова, Г.Т. Физико-химическое исследование системы $\text{Sb}_2\text{Se}_3\text{-Nd}_3\text{Se}_4$ // Ганбарова Г.Т., Садыгов Ф.М., Ильяслы Т.М. [и др.] Межд. журн. прикл. фунд. исслед., –2016, N12, –с.311-313
7. Sadygov, F.M. Physico-chemical study of the $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Er}_2\text{Te}_3$ system and the properties of the resulting phases // F.M.Sadygov, T.M.Ilyasly, Z.I.Ismailov [et all.] Eurasian Union of Scientists. Series: medical, biological and chemical sciences. –2021, N10(91), –pp.37-40
8. Kristie J. Koski/ Chemical Intercalation of Zerovalent Metals into 2D Layered Bi_2Se_3 Nanoribbons // Kristie J. Koski [et. all] Journal of the American Chemical Society. –2012, Vol. 134, –pp.13773-13779
9. Исмаилова, Э.Н. Фазовая диаграмма системы $\text{Cu}_2\text{SnSe}_3\text{-Cu}_3\text{SbSe}_4$ / Э.Н. Исмаилова // Научные известия. Серия: Естественные и технические науки. – 2022. – Т. 22, № 3. – С. 33-37. – DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_33. – EDN BBDWOR.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=50023134>

РЕЗЮМЕ

ХАРАКТЕР ФАЗООБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ Er-Bi-Te

Мамедова С.Г.

Ключевые слова: система, анализ, квазибинарный, неквазибинарный, диаграмма, температура, эвтектика

Изучен характер взаимодействия в тройной системе Er-Bi-Te современными методами физико-химического анализа. Тройная система Er-Bi-Te исследована для квазибинарных сечений $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Er}_2\text{Te}_3$, $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-ErTe}$, ErTe-Bi , ErBi-ErTe , неквазибинарных $\text{Er}_2\text{Bi-Te}$, $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Er}$. Строятся Т-х диаграммы состояний систем и Т-х-у диаграммы состояний тройных систем. Было установлено, что тройная система Er-Bi-Te состоит из пятичленной тройной системы. Инконгруэнтное соединение, содержащее ErBiTe_3 , образуется в системе по реакции перитектической конверсии при 1150 К в соотношении компонентов 1:1.

SUMMARY
CHARACTERISTICS OF SPACE ESTABLISHMENT IN Er-Bi-Te SYSTEM
Mammadova S.H.

Keywords: *system, analysis, quasibinar, non-quasibinar, diagram, temperature, eutectic,*

The nature of the interaction in the Er-B-Te triple system with modern methods of physicochemical analysis has been studied. The Er-Bi-Te triple system was studied for $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Er}_2\text{Te}_3$, $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-ErTe}$, ErTe-Bi , ErBi-ErTe quasibinar, $\text{Er}_2\text{Bi-Te}$, $\text{Bi}_2\text{Te}_3\text{-Er}$ non-quasibinar sections. T-x state diagrams of systems and T-x-y state diagrams of triple systems are constructed. It was determined that the Er-Bi-Te triple system consisted of a five-member triple system. An incongruent compound containing ErBiTe_3 is formed in the system by a peritectic conversion reaction at 1150K in a 1: 1 ratio of components.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	27.02.2023
	Son variant	30.04.2023

NAFTALAN NEFTİ TULLANTISININ TƏMİZLƏNMƏSİ PROSESİ¹**ƏSGƏROVA GÜLNARA MAYIL qızı**²**MƏMMƏDOVA NƏRGİZ HƏSƏN qızı**³**ŞƏRİFOVA RƏMZİYYƏ YAQUB qızı**³**HƏSƏNOVA İLAHƏ İLHAM qızı***Ekologiya və Təbii Ehtiyatlar İnstitutu, Gəncə, Azərbaycan, 1-e.i., 2-mühəndis, 3-böyük laborant
askerova_gulnara@list.ru ; ila9502@yandex.ru****Açar sözlər :** Naftalan nefti, tullantı, deemulsasiya, adsorbsiya , həlledici*

Giriş: Naftalan nefti Azərbaycanın müalicə xüsusiyyətinə malik, zəngin, unikal yeraltı sərvətidir. Digər neftlərdən alışıqsızlığı ilə seçilir, həmçinin başlanğıc qaynama temperaturu yüksək olduğundan benzin, kerosin, liqroyin fraksiyasını ayırmaq olmur. Əsrlərdir müalicə məqsədilə istifadə olunur.

Naftalan nefti tullantısı üzərində aparılan tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, müalicə məqsədilə çoxsaylı istifadədən sonra belə neftin tərkibində 20% -ə qədər bioaktiv birləşmələr qalır. Tərkibdə qalan bu bioaktiv birləşmələri laboratoriya şəraitində ayırmaq, həmçinin qətranlı birləşmələri kənarlaşdırmaq mümkündür. Sadə texniki üsulla, yerli xammallardan istifadə olunaraq laboratoriya şəraitində təmizlənmə aparılır və konserogen birləşmələr təmizlənir. Nəticədə spesifik müalicəvi xassəyə malik olan Naftalan nefti, uzunmüddətli istifadədən sonra tullantı kimi atılmır və şəffaf şəkildə, zəngin müalicəvi tərkibi ilə yenidən istifadəyə verilir.

Naftalan nefti tullantısının təmizlənməsi prosesi 3 mərhələdən ibarətdir: deemulsasiya, adsorbsiya və bioaktiv birləşmələrin həlledicidən ayrılması.

Neftin tərkibindəki su və mexaniki qarışıqlar deemulsasiya prosesi nəticəsində kənar edilir. Naftalan nefti tullantısının deemulsasiya prosesi 3 litrlik kolbada su hamamında daima qarışdırılmaqla aparılmışdır. İlk növbədə, məhlulun qatılığının deemulsasiya prosesinə təsiri öyrənilmişdir. Deemulsasiya prosesi zamanı həlledici kimi heptan istifadə olunmuşdur [3].

Aparılan deemulsasiya prosesində həlledicinin neftə nisbəti, temperaturun və vaxtın təsiri müvafiq olaraq cədvəl 1, 2, 3-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1.*Həlledicinin nisbətinin deemulsasiya prosesinə təsiri*

№	Naftalan neftinin həllediciyə olan nisbəti	Temperatur °C	Vaxt, saat	Naftalan neftində suyun miqdarı, %	Qalıq su , %
1	1:0,5	40-50	4	16,7	15,2
2	1:1	40-50	4	31,5	izi
3	1:1,5	40-50	4	32,7	izi
4	1:2	40-50	4	31,8	izi

Cədvəl 1-dən göründüyü kimi, həlledicinin miqdarı artdıqca deemulsasiya prosesi yaxşılaşır, yəni tullantının həllediciyə nisbəti 1,0 – 1,5-dən 1,0 – 2,5-ə qədər artdıqca tullantının tərkibindəki su və mexaniki qarışıqlar tamamilə ayrılır.

Deemulsasiya prosesinə temperaturun təsirinə nəzər saldıqda görürük ki, temperatur müəyyən həddə qədər artdıqca 50-60 °C kimi proses sürətlənir, ancaq temperaturun sonrakı artımı prosesə təsir etmir və qətranlaşmaya şərait yaradır. Ona görə də maksimal temperatur həddi 50-60°C qəbul edilmiş və Naftalan neftinin deemulsasiya prosesi qeyd olunan temperatur həddində aparılmışdır [1] .

Cədvəl 2.

Temperaturun deemulsasiya prosesinə təsiri

Nö	Nümunə	Temperatur °C	Vaxt , saat	Naftalan neftində suyun miqdarı, %	Qalıq su, %
1	Naftalan neftinin həllədiciyə olan nisbəti (1:1)	20	4	23,6	9,8
2		30	4	29,1	3,4
3		40	4	31,3	izi
4		50	4	33,1	izi
5		60	4	33,6	izi
6		70	4	34,0	izi

Cədvəl 3.

Vaxtın deemulsasiya prosesinə təsiri

Nö	Nümunə	Temperatur °C	Vaxt,saat	Naftalan neftində suyun miqdarı, %	Qalıq su, %
1	Naftalan nefti həllədicisi nisbəti (1:1)	40-50	1	17,5	13,5
2		40-50	2	24,8	9,7
3		40-50	3	28,7	4,2
4		40-50	4	32,9	izi
5		40-50	5	33,2	izi
6		40-50	6	33,4	izi

Tədqiqat işinin davamı olaraq vaxtın deemulsasiya prosesinə təsiri öyrənilmişdir. Cədvəl 3-dən görüldüyü kimi, vaxt artımı müəyyən həddə 5 saata qədər, son məhsulun çıxımının artmasına səbəb olur, sonrakı artım isə gedişata təsir etmir.

Su və mexaniki qarışıqlardan təmizlənmiş Naftalan nefti tullantısından bioloji-aktiv birləşmələri ayırmaq üçün adsorbsiya üsulundan istifadə edilir. Adsorbent kimi yerli xammaldan – bentonit və seolitdən istifadə olunur ki, bu da daha ucuz başa gəlir. İstifadə olunan adsorbent hissəciklərinin ölçüsü adsorbsiya prosesində böyük əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki adsorbent hissəciklərinin hədsiz dərəcədə xırda olması prosesi çətinləşdirir [2].

Adsorbentin miqdarının adsorbsiya prosesinə təsiri tədqiq olunmuş və nəticələri cədvəl 4-də göstərilmişdir.

Cədvəl 4.

Adsorbentin miqdarının adsorbsiya prosesinə təsiri

Nö	Naftalan neftinin həllədicidə miqdarının adsorbentə nisbəti	Çıxım, %	N _D ²⁰	D ₄ ²⁰
1	1:2	18,4	1,5245	0,975
2	1:4	17,1	1,5206	0,964
3	1:5	16,6	1,5138	0,952
4	1:6	15,3	1,5111	0,938
5	1:7	14,8	1,5095	0,936
6	1:8	13,4	1,5063	0,928
7	1:9	12,2	1,5044	0,919
8	1:10	11,8	1,5015	0,895

Cədvəl 4-dən görüldüyü kimi adsorbentin həllədicidəki Naftalan neftinə nisbəti artdıqca qətransız Naftalan neftinin çıxımı azalır. Bu zaman ən optimal variant 1:2 nisbətidir ki, qətransız Naftalan neftinin çıxımı ən yüksək – 18,4 % təşkil edir.

Adsorbsiya prosesindən sonra Naftalan neftinin təkimindəki həllədicisi qovulur. Bu mərhələdə ən böyük əhəmiyyət kəsb edən temperatur amilidir. Proses zamanı temperatur 80°C- dən yuxarı olmamalıdır. Çünki, daha yüksək temperaturlarda karbohidrogenlərin termiki parçalanması və parçalanma məhsullarının yenidən birləşərək daha iri molekullu tünd rəngli birləşmələrə çevrilməsi baş verir. Ona görə də həllədicisi kimi heptandan istifadə etmək daha səmərəlidir, çünki bu həllədicisi

aşağı qaynama temperaturuna malikdir. Aşağı temperatur və inert mühitdə alınan bioloji-aktiv birləşmələr daha açıq rəngdə olur.

Nəticə olaraq alınan Naften fraksiyasının göstəriciləri cədvəl 5-də göstərilmişdir.

Cədvəl 5.

№	Naftalan nefti və naften fraksiyası	N_D^{20}	D_4^{20} q/sm ³	γ -mm ² /s	PH
1	Naftalan nefti	1,45-1,47	0,941	20,459	6,24
2	Naften fraksiyası N-1	1,4916	1,1612	15,234	4,25
3	Naften fraksiyası N-3	1,4860	1,3314	17,463	3,99

Alınan bioloji-aktiv birləşmələrə müxtəlif əlavələr etməklə əczaçılıqda istifadə olunur [4].

ƏDƏBİYYAT

1. Ələsgərov İ.Ə, Əskərova G.M, Nağıyev N.Q. Naftalan neftinin qətransızlaşdırılması zamanı adsorbentlərin tədqiqi / Azərbaycan Texnologiya Universiteti, Elmi xəbərlər, Gəncə-2018, №3/26, s. 48-52
2. Xəlilov Q.V., Əliyev F.Y., Məmmədov E.N. Azərbaycanın təbii sərvətlərinin bioloji-fəal maddələri və onların istifadəsi. Gəncə: Elm, -2005
3. Əliyev F.Y., İmamquliyev G.M., Cəfərova İ.A. Naftalan neftinin tullantısının konsorogen birləşmələrdən təmizlənməsi / Материалы VIII Бакинской Международной Мамедалиевской конференции по нефтехимии, Баку-2019
4. Дубинин М.М. Физико-химические основы адсорбционной техники. М.: ОНТИ, 1995
5. Əhmədova, R.R. Sumqayıtçaydan götürülmüş su nümunələrində fiziki-kimyəvi parametrlərin təyini / R. R. Əhmədova, T. M. Babayeva, N. D. Aşurova // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2021. – Vol. 21, No. 3. – P. 48-50. – EDN RZNEEC.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=47176421>

РЕЗЮМЕ

ПРОЦЕСС ОЧИСТКИ ОТХОДОВ НАФТАЛАНСКОЙ НЕФТИ

Аскерова Г.М., Мамедова Н.Г., Шарифова Р.Я., Гасанова И.И.

Ключевые слова: нафталанская нефть, отходы, деэмульгация, адсорбция, растворитель.

В результате проведенных исследований отходов нафталанской нефти, установлено, что даже после многократного использования в лечебных целях в нефти остается до 20% биоактивных соединений. Разделить эти биоактивные соединения, оставшиеся в составе, а также удалить смолистые соединения можно в лабораторных условиях. Очистка проводится простым техническим методом, с использованием местного сырья, очищая канцерогенные соединения. В результате нафталанская нефть, обладающая особыми целебными свойствами, не выбрасывается как отходы после длительного использования, а повторно используются ее богатые целебные свойства.

SUMMARY

WASTE TREATMENT PROCESS OF NAPHTALAN OIL

Askerova G.M., Mammadova N.H., Sharifova R.Y., Hasanova İ.İ.

Key words: Naphthalan oil, waste, deemulsification, adsorption, solvent

As a result of studies conducted on naphthalene oil waste, it was found that even after repeated use for medicinal purposes, up to 20% of bioactive compounds remain in the oil. It is possible to separate these bioactive compounds remaining in the composition in the laboratory, as well as remove resinous compounds. Purification is carried out in laboratory conditions by a simple technical method, using local raw materials, carcinogenic compounds are purified. As a result, Naftalan oil, which has special healing properties, is not thrown away as waste after long-term use, but is transparently reused with its rich healing content.

Daxilolma tarixi: İlkin variant 06.04.2023
Son variant 10.05.2023

UOT 504.61; 504.9

DOI 10.54758/16801245_2023_23_2_49

SİLAHLI MÜNAQIŞƏLƏRİN ƏTRAF MÜHİTƏ TƏSİRİ

CƏBRAYILOV AZƏR RAFİQ oğlu*Milli Müdafiə Universiteti, Hərbi İdarəetmə İnstitutu, b.m.*azer.jabrailov@gmail.com

Açar sözlər: silahlı münaqişələr, ətraf mühit, biomüxtəliflik, ekosistemlərin dağıdılması, Qarabağ müharibəsi

Silahlı münaqişələr ətraf mühitə və bioloji müxtəlifliyə dərin təsir edir. Müharibənin nəticələri çox geniş və məhv edici qüvvəyə malik ola bilər, lakin silahlı münaqişələrin ətraf mühitə və bioloji müxtəlifliyə təsiri tez-tez göz ardı edilir. Çirklənmə və ekosistemlərin məhv olmasından, bioloji müxtəlifliyin itkisinə və ekosistemlərin işləməsinin pozulmasına qədər, silahlı münaqişələrin təsiri, münaqişə başa çatdıqdan sonra uzun müddət davam edə bilər [1]. Bu məsələləri effektiv şəkildə həll etmək üçün silahlı münaqişələrin ətraf mühitə və bioloji müxtəlifliyə təsirini tamamilə anlamaq vacibdir.

Silahlı münaqişələr iki və ya daha çox tərəf arasında silahlı gücün istifadəsi kimi tərif edilir, adətən hökumətlər və ya silahlı qruplar arasında. Müxtəlif növlü silahlı münaqişələr var, o cümlədən beynəlxalq silahlı münaqişələr (iki və ya daha çox dövlət arasında), beynəlxalq olmayan silahlı münaqişələr (bir dövlət və bir və ya daha çox qeyri-dövlət silahlı qruplar arasında) və vətəndaş müharibələr (bir dövlət daxilində silahlı qruplar arasında). Bütün hallarda, ətraf mühitə və bioloji müxtəlifliyə təsir ağır ola bilər.

Davam etmədən əvvəl vacib bir anlayışın – ekosistemin – nə olduğunu xatırlatmaq istərdim.

Ekosistem müəyyən ərazidə bütün canlı orqanizmləri, onların bir-biri ilə münasibətlərini və onların ətraf mühitlə qarşılıqlı əlaqəsini əhatə edən ekoloji sistemdir. Ekosistem bitkilərin, heyvanların, mikroorqanizmlərin, su, hava, torpaq və digər ətraf mühit amillərinin qarşılıqlı təsiri nəticəsində formalaşır. Bu amillər arasında qarşılıqlı asılılıq ekosistemin canlı komponentləri ilə enerji və maddə dövriyyəsi arasında qarşılıqlı təsir nəticəsində baş verir.

Ekosistemlər gölməçə, meşə və ya tarla kimi kiçik ekosistemlərdən tutmuş bütün ölkə və ya qitə kimi geniş miqyaslı ekosistemlərə qədər ölçü və mürəkkəblik baxımından fərqlənə bilər. Ekosistemlərin sağlamlığı bütün canlıların və bütün canlı orqanizmlərin sağlamlığı üçün həyati əhəmiyyət kəsb edir.

Silahlı münaqişələrin ətraf mühitə təsiri bir neçə fərqli yolla görülməyə bilər, o cümlədən ekosistemlərin və yaşayış mühitlərinin məhv olması, hava, su və torpağın çirklənməsi, meşələrin kəsilməsi və çölləşmə, minalar və partlamamış sursatlar, yabani heyvanların qanunsuz ovlanması və alveri [2]. Bu birbaşa təsirlərə əlavə olaraq, silahlı münaqişələr bioloji müxtəliflikdə dolayı təsirlər də göstərə bilər, o cümlədən genetik müxtəlifliyin itkisi, ekosistemlərin işləməsinin pozulması və canlıların miqrasiya vaxtlarının pozulması. Ətraf mühitə və bioloji müxtəlifliyə silahlı münaqişələrin təsirini azaltmaq üçün beynəlxalq konvensiyalar və razılaşmalar, post-konflikt ətraf mühit qiymətləndirmələri və təmizləmə səyləri, cəmiyyət iştirakı və təhsil, bərpa və qoruma səyləri vasitəsilə tədbir görmək lazımdır. Bu cür tədbirlər, müharibə sonrası ekoloji bərpa və ətraf mühitin qorunması sahələrində uğurların əldə olunmasına kömək edə bilər və gələcək nəsillər üçün daha yaşanılabılır bir dünya təmin etmək üçün əhəmiyyətlidir.

Silahlı münaqişələrin ətraf mühitə təsiri önəmlidir və bir neçə fərqli yolla görülməyə bilər. Ən birbaşa və aşkar təsir ekosistemlərin və yaşayış mühitlərinin məhv olmasıdır. Silahlı münaqişələr tez-tez bombalanma və odlu silahlardan atəş ilə bağlıdır, bu da meşələrə və digər ekosistemlərə

geniş çaplı zərər verə bilər. Vietnam müharibəsində “Agent Orange” kimi tanınan kimyəvi silahların da geniş meşə və kənd təsərrüfatı sahələrini məhv etdiyi məlumdur.

Ekosistemlərin birbaşa məhv olmasına əlavə olaraq, silahlı münaqişələr insanların köçməsinə də səbəb ola bilər, bu da yaşayış mühitlərinin məhv olmasına daha çox təkan verə bilər. İnsanlar evlərindən qaçmağa məcbur olduqda, yerləşmə, kənd təsərrüfatı və yanacaq üçün torpağı təmizləyirlər, bu da yerli ekosistemlərə daha çox zərər verir.

Silahlı münaqişələrin ətraf mühitə başqa təsiri çirklənmədir. Çirklənmə bir neçə fərqli yolla baş verə bilər, o cümlədən təhlükəli maddələrin və kimyəvi maddələrin istifadə olunması, yanacaq məhsulların yandırılması və müxtəlif mənşəli tullantıların ətrafa atılması. Məsələn, Körfəz müharibəsi zamanı yüzərlə neft quyusu yandırıldı, nəticədə, atmosfərə böyük miqdarda karbon dioksit və digər təhlükəli çirkləyici maddələrin buraxılması baş verdi [3]. Bu çirklənmə hava, su və torpaq keyfiyyətinə önəmli təsir edərək, insanlara və yabanı heyvanlara zərərli ola bilər.

Meşələrin kəsilməsi və çöləşmə də silahlı münaqişələrin ətraf mühitə ümumi təsirlərindəndir. Bir çox hallarda, silahlı münaqişələr qanunsuz meşə kəsilməsinin artmasına və yanacaq və tikinti materialları üçün meşələrin məhv olmasına səbəb olur. Bu, çölləşməyə və torpaq eroziyasına yol açır və yerli ekosistemlərə böyük təsir edə bilər. Bundan əlavə, meşələrin məhv olması bioloji müxtəlifliyin itkisinə səbəb ola bilər, çünki bir çox heyvan və bitki növləri yaşamaq üçün meşə ekosistemlərinə güvənir.

Minalar və partlamamış sursatlar silahlı münaqişələrin ətraf mühitə başqa bir təsiridir. Bu silahlar, münaqişə başa çatdıqdan uzun müddət sonra da ətraf mühitdə qalaraq, insanlar və yabanı heyvanlar üçün təhlükə yarada bilər. Həmçinin, onlar post-konflikt ətraf mühit qiymətləndirmələri və təmizləmə səylərini həyata keçirməyi çətinləşdirə bilər, çünki bu səylərə qatılanlar üçün risk yarada bilər [4].

Silahlı münaqişələr həm də yabanı heyvanların qanunsuz ovlanması və alverin artmasına yol açır. Bu, münaqişə qanunvericiliyinə ziddir və qanun pozuntusu hesab edilir. Qanunsuz ov və alver bioloji müxtəliflik üzərində önəmli bir təsir edə bilər, çünki növlərin itkisinə, xəstəliklərin yayılmasına və ekosistemlərin işləməsinin pozulmasına səbəb ola bilər.

Silahlı münaqişələr bioloji müxtəlifliyə, yəni Yer üzündəki həyatın müxtəlifliyinə də böyük təsir göstərir. Bioloji müxtəlifliyin qorunması ekosistemlərin sağlamlığı və işləməsi üçün vacibdir və insanlara təmiz hava və su, qida və dərman kimi önəmli faydalar təmin edir. Bioloji müxtəlifliyin itkisi geniş miqyasda mənfi nəticələrə yol açır, silahlı münaqişələr isə dünya miqyasında bioloji müxtəlifliyin itkisinin əsas səbəblərindəndir [5].

Silahlı münaqişələrin bioloji müxtəlifliyə olan ən təsirli nəticələrindən biri vəhşi heyvanların öldürülməsidir. Bir çox münaqişələrdə, vəhşi heyvanlar qida məqsədilə ovlanır, bu da onların sayların azalmasına və bəzi növlərin nəslinin tukenməsinə gətirə bilər. Məsələn, Anqolada baş vermiş daxili münaqişə zamanı, fillərin sayı belə qanunsuz ovlanma nəticəsində 180,000-dən bir neçə minə qədər azaldı.

Silahlı münaqişələr canlıların yaşayış yerlərini məhv edərək bioloji müxtəlifliyə önəmli təsir göstərə bilər. Daha əvvəl də qeyd etdiyimiz kimi, silahlı münaqişələr ekosistem və yaşayış yerlərinin məhv olmasına səbəb olur və bu da, bu yaşayış yerlərindən asılı olan növlərin köçürülməsinə və ya nəslin tukenməsinə gətirə bilər. Bundan əlavə, silahlı münaqişələr nəticəsində insanların məcburi köçməsi daha çox yaşayış yeri məhv olmasına yol açır, çünki insanlar yaşayış və kənd təsərrüfatı üçün yer zəbt edirlər.

Silahlı münaqişələrin bioloji müxtəlifliyə başqa təsiri genetik müxtəlifliyin itkisidir. Genetik müxtəlifliyin ekosistemlərin özünübərpası və uyğunlaşması üçün vacibdir, və genetik müxtəlifliyin itkisi, ekosistemləri xəstəlik və digər təhdidlərə qarşı daha zəif edir [6].

Silahlı münaqişələr ekosistemlərinin işləməsinin pozulmasına da səbəb ola bilər, çünki bir çox növ digər növlərdən asılıdır. Məsələn, arılar və kəpənəklər kimi tozlandırıcılar bir çox meyvə və digər bitkilər üçün çox vacibdir, lakin onların sayları silahlı münaqişələr zamanı böyük ölçüdə azalaraq, qida və digər resursların azalmasına yol açır.

Son olaraq, silahlı münaqişələr köç vaxtların pozulmasına yol açaraq bioloji müxtəlifliyə önəmli təsir göstərə bilər. Bir çox növ, quşlar və dəniz məməliləri də daxil olmaqla, öz yaşamlarını davam etdirmək üçün mövsümi köçlərə əsaslanır. Silahlı münaqişələr bu köç nümunələrini pozaraq qida və digər resursların azalmasına səbəb ola bilər.

Silahlı münaqişələrin bioloji müxtəlifliyə təsiri uzun müddətli və hətta bərpa edilməz ola bilər. Məsələn, Mozambikdəki daxili müharibə ölkədə fil nəsli tukenməsinə səbəb oldu və onları bərpa etmək üçün illər sürən qoruma tədbirləri tələb olundu. Bundan əlavə, silahlı münaqişələr invaziv (bir sahəni ağır bir şəkildə zəbt edən, ətraf mühitə, insan sağlamlığına və ya iqtisadiyyata zərər verən bir yad növdür) növlərin daxil olmasına da səbəb ola bilər ki, bu da ekosistemləri daha da pozaraq yerli növlərin yaşamasını təhdid altına ala bilər.

Bioloji müxtəlifliyin silahlı münaqişələrin təsirini azaltmaq üçün beynəlxalq sazişlər və razılaşmalar, münaqişə sonrası ekoloji qiymətləndirmə və təmizləmə tədbirləri, cəmiyyətin iştirakı və təhsil, bərpa və qoruma tədbirləri yolu ilə hərəkət etmək lazımdır. Bu tədbirlər bioloji müxtəlifliyi qoruya və daha çox itkini qarşısını ala bilər, hətta silahlı münaqişə zamanı.

Silahlı münaqişələr zamanı və ondan sonra mühit və bioloji müxtəlifliyi qorumaq, ekosistemlərin sağlamlığına və işləməsinə fayda gətirir, həm də yerli icma üçün iqtisadi və sosial faydalara sahibdir. Mühitə və bioloji müxtəlifliyi qoruyaraq, ekosistemlərin sağlam və möhkəm qalmasına və onlardan asılı olan növlərin yaşamlarına kömək edə bilərik.

Silahlı münaqişələrin ətraf mühitə və bioloji müxtəlifliyə təsirini azaltmaq, ekosistemlərin sağlamlığı və işləməsi, eləcə də onlardan asılı olan növlərin qorunması üçün vacibdir. Ətraf mühitə və bioloji müxtəlifliyə silahlı münaqişələrin təsirini azaltmaq üçün bir neçə tədbir götürülə bilər.

Bir önəmli addım, silahlı münaqişələrin ətraf mühitə təsirini məhdudlaşdırmaya çalışan beynəlxalq konvensiyalar və razılaşmaların qurulmasıdır. Cenevrə Konvensiyası və Ətraf Mühitin Hərbi və Digər Düşmənçilikdə İstifadəsini Qadağan Edən Konvensiya, bu tip razılaşmaların sadəcə iki nümunəsidir [7]. Bu razılaşmalar, ətraf mühitə və bioloji müxtəlifliyə önəmli təsir edə biləcək müəyyən silah və taktikaların istifadəsini məhdudlaşdırmağı hədəfləyir.

Bundan əlavə, münaqişə sonrası ətraf mühit qiymətləndirmələri və təmizləmə səyləri ətraf mühitə və bioloji müxtəlifliyə silahlı münaqişələrin təsirini azaltmağa kömək edə bilər. Bu qiymətləndirmələr, münaqişədən təsir alıb, təmizləmə səylərini prioritetləşdirən sahələri müəyyənləşdirməyə kömək edə bilər. Məsələn, Bosniya və Herseqovinada münaqişə sonrası ətraf mühitə qiymətləndirmələri 3.000-dən çox təhlükəli tullantı sahəsi müəyyən etdi və təmizlənməsi tələb olundu.

Cəmiyyət iştirakı və təhsil də ətraf mühitə və bioloji müxtəlifliyə silahlı münaqişələrin təsirini azaltmaqda açar rol oynaya bilər. Yerli cəmiyyətləri qoruma səylərinə cəlb edərək, onların ehtiyaclarına və baxış açılarına diqqət yetirilməsini təmin edə bilərik. Təhsil həmçinin bioloji müxtəlifliyin əhəmiyyəti və silahlı münaqişələrin ətraf mühitə təsiri haqqında məlumatlandırmağa kömək edə bilər.

Bərpa və qoruma səyləri zədələnmiş ekosistemləri bərpa etmək və bioloji müxtəlifliyi qorumağa kömək edə bilər. Bu səylər meşələrin yenidən dikilməsi, yaşayış mühitinin bərpası və nəsli kəsilməkdə olan növlərin yenidən salınması kimi fəaliyyətləri əhatə edə bilər. Bir çox hallarda, bu səylər yerli cəmiyyətlər üçün iqtisadi faydalara da malik olaraq, ekoturizm və sürdürülməli mənbə istifadəsi kimi təsir göstərə bilər.

Bu məqalənin toxunduğu mövzusunun müasir dünyamızda ən son bariz nümunələrindən biri kimi Qarabağ münaqişəsi regionunu göstərmək olar.

Ermənistan və Azərbaycan arasında 1990-cı illərin əvvəlindən 2020-ci ilə qədər davam edən Qarabağ münaqişəsi regionun ətraf mühitinə və biomüxtəlifliyinə ciddi təsir göstərmişdir. Erməni hərbiçiləri Dağlıq Qarabağ bölgəsinin əhəmiyyətli bir hissəsini, o cümlədən yeddi ətraf rayonunu işğal ediblər. Nəticədə, ərazi hərbi əməliyyatlar, nəzarətsiz ağac kəsmə və çirklənmə nəticəsində ətraf mühitin pisləşməsindən əziyyət çəkdi. Ermənistan silahlı qüvvələri tərəfindən kütləvi şəkildə meşə qırılması həyata keçirilib və bu, regionun biomüxtəlifliyinə dağıdıcı təsir göstərmişdir. Dağlıq

Qarabağın və ətraf rayonların meşələrində Qafqaz bəbiri, bezoar keçisi və şərq imperator qartal kimi nadir və nəsli kəsilməkdə olan növlər də daxil olmaqla, geniş flora və fauna var idi. Bu meşələrin məhv edilməsi təbii tarazlığı pozmaqla yanaşı, bu növlərin həyatını da təhlükə altında qoydu.

Erməni hərbiçiləri təbii su ehtiyatlarının, o cümlədən çayların, bulaqların, suvarma sistemlərinin məhv edilməsi ilə də məşğul olublar ki, bu da regionun kənd təsərrüfatına ciddi zərbə vurub. Bu su ehtiyatlarının dağıdılması oranın kənd təsərrüfatı imkanlarına əhəmiyyətli dərəcədə təsir etdi. Çayların istiqamətinin dəyişdirilməsi və suvarma sistemlərinin dağıdılması geniş quraqlığa səbəb oldu və kənd təsərrüfatı torpaqlarının məhsuldarlığını aşağı saldı, bir çox insanlar üçün ərzaq qıtlığına və iqtisadi çətinliklərə səbəb oldu [8].

Erməni qüvvələri ətraf mühitə külli miqdarda ziyan vuran və insan sağlamlığı üçün ciddi təhlükə yaradan ağ fosfor kimi kimyəvi silahlardan da istifadə edib. Belə silahlardan istifadə beynəlxalq təşkilatlar, o cümlədən BMT tərəfindən beynəlxalq hüququn pozulması kimi pislənilib.

Hərbi əməliyyatların bilavasitə təsiri ilə yanaşı, erməni işğalı bölgədə bir neçə sənaye və kənd təsərrüfatı müəssisələrinin də bağlanması ilə nəticələnib. Bu, kimyəvi maddələr, ağır metallar və digər çirkləndiricilər də daxil olmaqla, çoxlu miqdarda təhlükəli tullantılar buraxan bir çox fabriklər və fermaların tərk edilməsinə səbəb oldu. Tərk edilmiş obyektlər və onların istehsal etdiyi tullantılar ətraf mühitə və insan sağlamlığına ciddi təhlükə yaradır. Zəhərli tullantılar torpağı, suyu və havanı çirkləndirib və xərçəng, tənəffüs xəstəlikləri və anadangəlmə qüsurlar kimi uzunmüddətli sağlamlıq problemlərinə səbəb ola bilər.

Dağlıq Qarabağ və ətraf rayonların Ermənistan tərəfindən işğalı nəticəsində ətraf mühitin dağıdılması regionun biomüxtəlifliyinə, insanların sağlamlığına və iqtisadi inkişafına ciddi təsir göstərmişdir. Meşələrin, su ehtiyatlarının və kənd təsərrüfatı torpaqlarının məhv edilməsi bir çox insanların həyat keyfiyyətinin aşağı düşməsinə səbəb olub [9]. Torpağın, suyun və havanın təhlükəli tullantılarla çirklənməsi uzunmüddətli sağlamlıq problemlərinə səbəb olub və gələcək nəsillər üçün təhlükə yaradır. Təbii sərvətlərin və arxeoloji abidələrin talan edilməsi rayonun mədəni irsinə düzəlməz ziyan vurub.

Azərbaycanın Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin məlumatına görə, işğal zamanı mədən işləri biomüxtəlifliyin sıx məkanlardan biri olan və nadir, nəsli kəsilməkdə olan və endemik növlərin yaşadığı meşələrin böyük hissəsinə ziyan vurub. Nazirlik bildirib ki, 7 min hektardan çox qorunan meşə sahəsinə ziyan dəyib, müharibə bölgəsində təxminən 2 min il yaşı olan qədim ağaclar kəsilib. BMT-nin Ətraf Mühitə Proqramının (UNEP) Azərbaycanda ekoloji monitorinq qiymətləndirmə zamanı yazdığı hesabatda qiymətli əkin sahələrinə və su idarəetmə sistemlərinə ciddi ziyan dəydiyi qeyd olunur. Minalar problem olaraq qalır və ağır metallar və partlayıcı maddələrin qalıqları torpağı və suyu çirkləndirir [10].

UNEP-in hesabatında qeyd olunur ki, Oxçuçayın çirklənməsi Ermənistanın özündə də çoxdan narahatlıq doğurur. Bildirilib ki, Ermənistanın ətraf mühit və vətəndaş cəmiyyəti təşkilatları mütəmadi olaraq "çayın ağır metallar və digər çirkləndiricilərlə çirklənməsi ilə bağlı həyəcan təbili çağırışları və erməni alimlərinin araşdırmaları vəziyyətin pisləşdiyini aşkar edib.

Bu alimlər tərəfindən 2014-2016-cı illərdə Ermənistanda Oxçuçayın sularında və çöküntülərində ağır metalların yayılmasına mədənçilik fəaliyyətinin təsirini qiymətləndirmək üçün araşdırma aparılıb. Çay və onun iki əsas qolu iki mədən bölgəsindən keçir və çirklənmə səviyyəsini qiymətləndirmək üçün səkkiz nümunə götürmə yerindən su və çöküntü nümunələri toplanmışdır. Nəticələr göstərdi ki, Oxçuçay hövzəsində ağır metalların miqdarı drenaj sularının və mədənçıxarma rayonlarının tullantı sularının təsiri nəticəsində xeyli artıb. Suların manqan, kobalt, mis, sink, molibden, kadmium və qurğuşun daxil olmaqla metallarla yüksək dərəcədə çirkləndiyi aşkar edilmişdir. Araşdırma zamanı məlum olub ki, mədən fəaliyyətinin antropogen təsiri Oxçuçayın geokimyəvi tarazlığını pozub. Tədqiqat həmçinin hər bir metalın çirklənmə mənbələrini müəyyənləşdirdi. Tədqiqatın nəticələrinə görə, Oxçuçayın suyun keyfiyyəti mədən fəaliyyətinin təsirindən sonra kəskin şəkildə pisləşir və "pis" kimyəvi çirklənmə səviyyəsinə çatır.

Müharibə dövründə ətraf mühitin dağıdılması və onun mürəkkəb təsirlərinin başa düşülməsi ilə bağlı bütün dünyada narahatlıq artır. Dekabrda BMT Baş Assambleyası silahlı münaqişə və işğal zamanı ətraf mühitin mühafizəsi, o cümlədən korporativ davranış və təbii ehtiyatlardan istifadə ilə bağlı 27 hüquqi prinsipi razılaşdırdı [11].

Nəticədə, silahlı münaqişələr ətraf mühit və bioloji müxtəlifliyə ağır mənfi təsir göstərir. Ekosistemlərin və yaşayış mühitlərinin məhv olması, çirklənmə, meşələrin kəsilməsi və çölləşmə, minaları və partlamamış sursatlar, yabanı heyvanların qanunsuz ovlanması və alveri, genetik müxtəlifliyin itkisi, ekosistemlərin zəif işləməsi və köç vaxtlarının pozulması silahlı münaqişələrin ətraf mühit və bioloji müxtəlifliyə təsir etmə yollarından sadəcə bir neçəsidir.

ƏDƏBİYYAT

1. United Nations Environment Programme. (2009). Protecting the environment during armed conflict: an inventory and analysis of international law. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7813>
2. United Nations Environment Programme. (2009). From Conflict to Peacebuilding: The Role of Natural Resources and the Environment. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/7867>
3. Rands, M. R. W., Adams, W. M., Bennun, L., Butchart, S. H. M., Clements, A., Coomes, D., Wilcove, D. S. (2010). Biodiversity conservation: challenges beyond 2010. Science, 329(5997), 1298–1303. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1189138>
4. Mahreen Khan. (2022). The environmental impact of war and conflict. https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/bitstream/handle/20.500.12413/17466/1129_The_Environmental_Impacts_of_War_and_Conflict.pdf?sequence=1
5. Conservation International. (n.d.). Biodiversity Hotspots. <https://www.conservation.org/priorities/biodiversity-hotspots>
6. International Union for Conservation of Nature. (2012). Guidelines for biodiversity conservation in conflict affected areas. <https://portals.iucn.org/library/node/10705>
7. Geneva Environment Network. (2023). Protecting the Environment in Armed Conflict. <https://www.genevaenvironmentnetwork.org/resources/updates/protecting-the-environment-in-armed-conflict/>
8. Ekosidə görə Ermənistan beynəlxalq məsuliyyətə cəlb olunacaqmı? (2023). <https://qafqazinfo.az/news/detail/ekoside-gore-ermenistan-beynelxalq-mesuliyete-celb-olunacaqmi-387913>
9. Dr.Ceyhun Osmanli. Environmental cost of the war: momentum towards international responsibility of Armenia for ecocide. (2023). <https://moderndiplomacy.eu/2023/01/11/environmental-cost-of-the-war-momentum-towards-international-responsibility-of-armenia-for-ecocide/>
10. Report of the UNEP Environmental Scoping Mission to the Conflict-Affected Territories of Azerbaijan. (2022). http://eco.gov.az/frq-content/plugins/pages_v1/entry/20221223145000_59496900.pdf
11. United General Assembly. Protection of the environment in relation to armed conflicts. (2022). <https://undocs.org/Home/Mobile?FinalSymbol=A%2FC.6%2F77%2FL.22&Language=E&DeviceType=Desktop&LangRequested=False>
12. Presentation of the Bern Convention. <https://www.coe.int/en/web/bern-convention/presentation>

РЕЗЮМЕ

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВООРУЖЕННЫХ КОНФЛИКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Джабраилов А.Р.

Ключевые слова: вооружённые конфликты, окружающая среда, биоразнообразие, разрушение экосистем, Карабахская война

В этой статье обсуждается воздействие вооруженных конфликтов на окружающую среду на примере Азербайджана во время Нагорно-Карабахской войны. Конфликт нанес значительный ущерб охраняемым лесным массивам, ценным сельскохозяйственным угодьям и системам управления водными ресурсами. Добыча полезных ископаемых во время конфликта также привела к загрязнению и заражению водных ресурсов, что сказалось как на здоровье людей, так и на биоразнообразии. В статье подчеркивается важность признания долгосрочных последствий вооруженных конфликтов для окружающей среды и принятия мер по их смягчению с помощью международных соглашений, участия сообщества, образования и усилий по восстановлению. Такие действия не только приносят пользу окружающей среде и биоразнообразию, но также приносят экономические и социальные выгоды местным сообществам.

SUMMARY

IMPACT OF ARMED CONFLICTS ON THE ENVIRONMENT AND BIODIVERSITY.

Jabrayilov A.R.

Keywords: armed conflicts, environment, biodiversity, ecosystem destruction, Karabakh War.

This article discusses the environmental impact of armed conflicts, focusing on the case of Azerbaijan during the Nagorno-Karabakh War. The conflict caused significant damage to protected forest areas, valuable agricultural lands, and water management systems. Mining activities during the conflict also led to pollution and contamination of water resources, affecting both human health and biodiversity. The article emphasizes the importance of recognizing the long-term effects of armed conflicts on the environment and taking action to mitigate them through international agreements, community participation, education, and restoration efforts. Such actions not only benefit the environment and biodiversity but also have economic and social benefits for local communities.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	06.05.2023
	Son variant	03.06.2023

UOT 712(075.8)

DOI 10.54758/16801245_2023_23_2_55

XIZI İNZİBATI RAYONUNUN LANDŞAFT PLANLAŞDIRILMASI ÜÇÜN TƏBİİ-İQTİSADI ŞƏRAİTİN ARAŞDIRILMASI

¹AĞAYEV TAHİR DÖVLƏT oğlu [ORCID](#)²YUSİFOVA SƏBİNƏ NİZAMİ qızı [ORCID](#)³SÜLEYMANLI DİLŞAD QÜRBƏT qızı [ORCID](#)*Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, 1-professor, 2-b.m., c.f.d., 3-b.m.*aqayev_tahir@mail.ru

Açar sözlər: inzibati rayon, təbii şərait, sosial-iqtisadi vəziyyət, iqlim tipləri, yağıntılar, torpaq fondu

Giriş. Hər hansı tədqiqat işi aparılan zaman onun qiymətləndirmə mərhələsi ən vacib elementlərdən biri hesab olunur və daha düzgün qərar verməyə və nəticə çıxarmağa yardımçı olur. Xızı inzibati rayonu Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında yerləşməklə, ərazisi əsasən Xızı yaylasında, kiçik bir hissəsi olan Giləzi dili ilə Xəzər dənizi ilə əhatələnir. Relyefi alçaq dağlıq və düzənliklərdən ibarət olub, şimaldan Vərəftə, cənubdan Taxtayaylaq, şərqdən isə Aladaş silsiləsi ilə əhatə olunur. Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı şimaldan daxil olan arktik hava kütlələrinin qarşısında maneə olduğuna görə tədqiq olunan ərazinin iqlimi Azərbaycanın digər ərazilərinin iqlimindən fərqlənir [1]. Belə ki, orta illik temperatur Xızıda 10,1°C, Qubada isə 9,6°C təşkil edir [2]. Bunu isə şimaldan daxil olan hava kütlələrinin Xızıya doğru hərəkəti zamanı nisbətən istiləşməyə məruz qalması, başqa sözlə transformasiyaya uğraması ilə izah etmək olar (cədvəl 1).

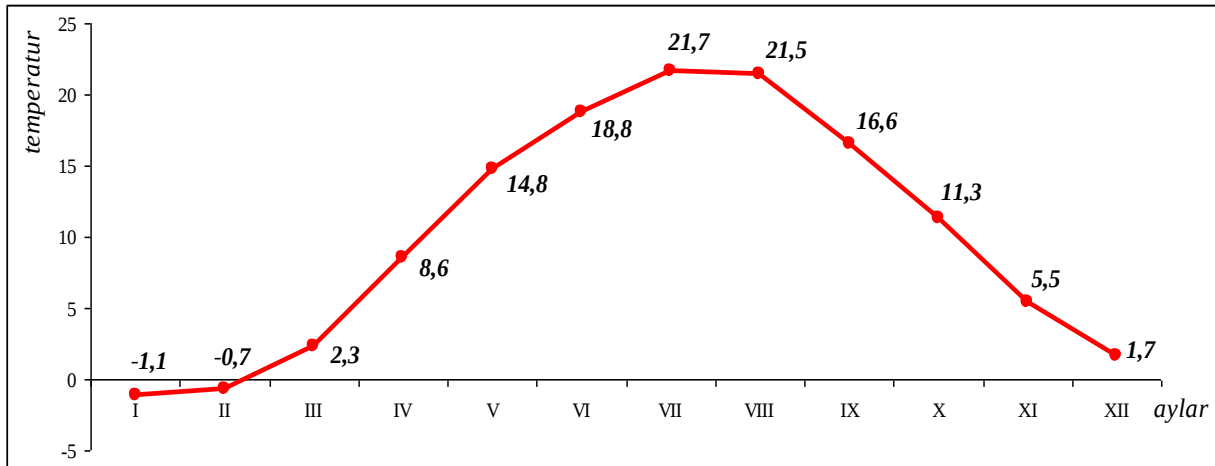
Cədvəl 1.

Xızı məntəqəsində orta aylıq və illik iqlim göstəriciləri

	Aylar												İ
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Havanın orta aylıq temperaturu, °C	1,1	0,7	2,3	8,6	4,8	8,8	1,7	1,5	6,6	1,3	5,5	1,7	0,1
Havanın mütləq minimum t-ru, °C	-21	-17	-15	-6	-1	2	8	7	1	-7	-19	-23	-23
Havanın mütləq maksimum t-ru, °C	22	22	30	33	33	38	39	40	38	36	28	26	40
Havanın nisbi rütubəti, %	82	84	80	70	66	60	59	60	72	79	84	80	73
Yağıntıların miqdarı, mm	38	43	51	45	39	36	15	15	31	47	38	31	430
Mümkün buxarlanma, mm	29	26	42	63	88	114	138	140	83	53	32	31	839

Təcrübi hissə. Xızı inzibati rayonu ərazisində ən soyuq ay yanvar (-1,1°C), ən isti ay isə iyul-avqust (uyğun olaraq 21,7°C və 21,5°C) aylarıdır. Yanvar ayının daha soyuq olmasına baxmayaraq havanın ən aşağı mütləq minimum temperaturu dekabr ayında müşahidə edilir (-23°C). Havanın mütləq maksimum temperaturu il ərzində 40°C təşkil edir ki, bu da avqust ayına təsadüf edir. İstər orta aylıq, istərsə də havanın mütləq maksimum temperaturlarının ilin sonuna doğru

azalma tendensiyasına diqqət etdikdə, Xızının iqliminin formalaşmasında Xəzər dənizinin təsiri aydın nəzərə çarpır. Belə ki, ərazidə soyuma prosesi çox gec baş verir (şək. 1).



Mənbə: Hacıyev Q.Ə., Rəhimov V.Ə. hesablamalarına əsasən tərtib edilmişdir [2]

Şəkil 1. Xızı məntəqəsində orta aylıq temperaturun illik gedişi

Havanın nisbi rütubəti 59-84% intervalında tərəddüd edir. Bu göstəricinin orta illik qiyməti isə 73% təşkil edir. Nisbi rütubətin illik gedişində iki maksimum müşahidə edilir (fevral və noyabrda 84%).

Qış fəslində yüksəklikdən asılı olaraq mövsümi temperatur cüzi də olsa azalırsa, yay fəslində demək olar ki, bu müşahidə olunmur. Yaz fəslində də Xızı Qubaya nisbətən 0,3°C aşağı temperatura malik olur. Belə ki, yazda orta temperatur Qubada 8,9°C olduğu halda, Xızıda 8,6°C olur. Qeyd edilməlidir ki, yazda havanın orta temperaturu Qusarda da 8,5°C-yə bərabər olur (Cədvəl 2).

Cədvəl 2.

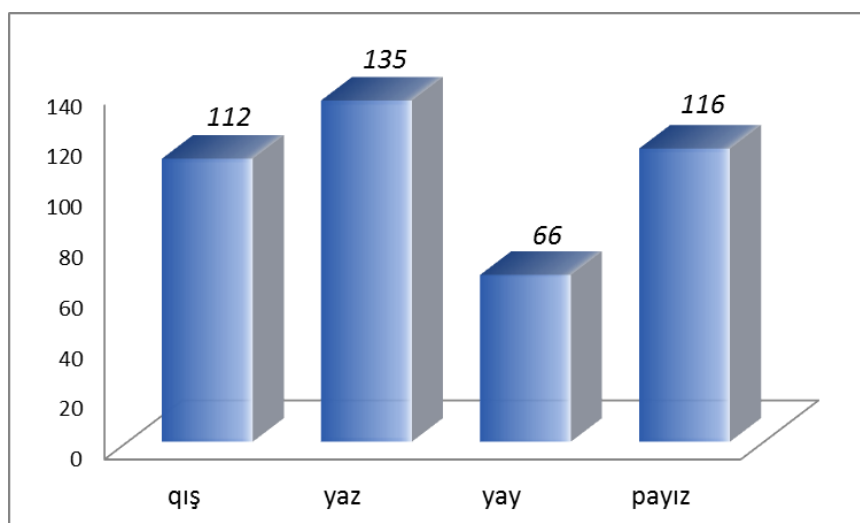
Xızı məntəqəsində mövsümi iqlim göstəriciləri

	qış	yaz	yay	payız
Havanın temperaturu, °C	0,0	8,6	20,7	11,3
Havanın nisbi rütubəti, %	82	72	60	78
Yağıntılarda miqdarı, mm	112	135	66	116
Mümkün buxarlanma, mm	86	193	392	168

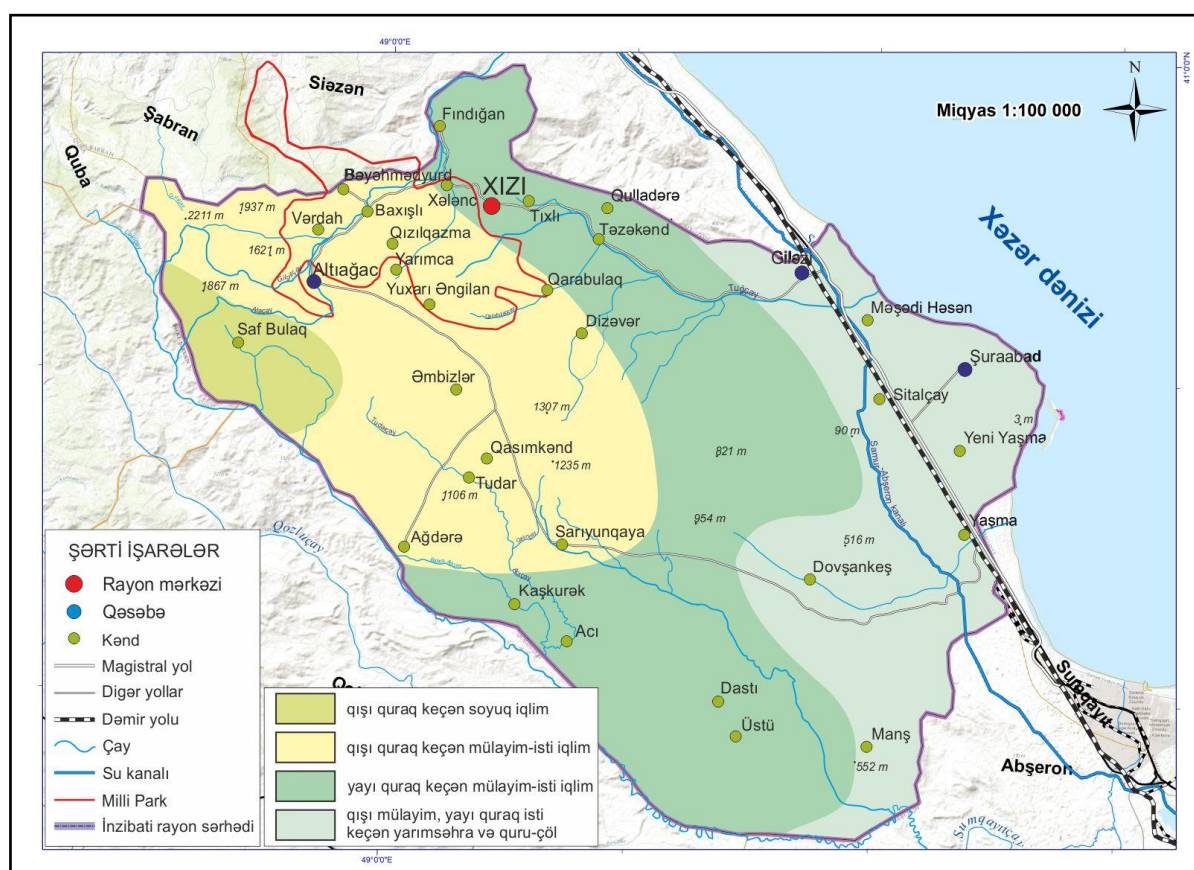
Yağıntının paylanması özünəməxsus qanunauyğunluğa tabe olur. Belə ki, illik yağıntı miqdarına görə Xızı Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacı və Abşeron arasında aralıq mövqe tutur. İl ərzində orta hesabla Xızıda 430 mm, Qubada 571 mm, Sumqayıtda isə 200 mm yağıntı düşür [3,4]. Xızı inzibati rayonu ərazisində yağıntıların maksimum miqdarı yaz aylarına təsadüf edir. Mart ayında 51 mm yağıntı düşür. Ən az yağıntı isə iyul-avqust aylarına (15 mm) müşahidə edilir. Ümumilikdə, yaz fəslində digər fəsillərdən çox yağıntı düşür (135 mm).

Böyük Qafqazın şimal-şərq yamacında yağıntıların minimum miqdarının qış aylarında təsadüf edilməsinə baxmayaraq, Xızı ərazisində ən az yağıntı yay fəslində düşür (66 mm). Qış və payız fəsillərində təqribən eyni miqdarda yağıntı düşür (uyğun olaraq 112 və 126 mm) (şək. 2).

Mümkün buxarlanma il ərzində 839 mm olur ki, bu da əraziyə düşən yağıntıdan təqribən 2 dəfə çoxdur. Qış fəslində istisna olmaqla digər fəsillərdə buxarlanma yağıntıları üstələyir. Qışda mümkün buxarlanma yağıntıları 86 mm, yazda, yayda və payızda isə uyğun olaraq 193, 392 və 168 mm təşkil edir. Bu fəsillərdə bitkilərin əlavə suvarmaya ehtiyacı olur.



Ümumiyyətlə Xızı inzibati rayonunun ərazi üçün qışı mülayim, yayı quraq isti keçən yarımsəhra və quru-çöl; qışı quraq keçən mülayim-isti iqlim; yayı quraq keçən mülayim-isti iqlim; qışı quraq keçən soyuq iqlim tipləri xarakterikdir (şəkil 3).

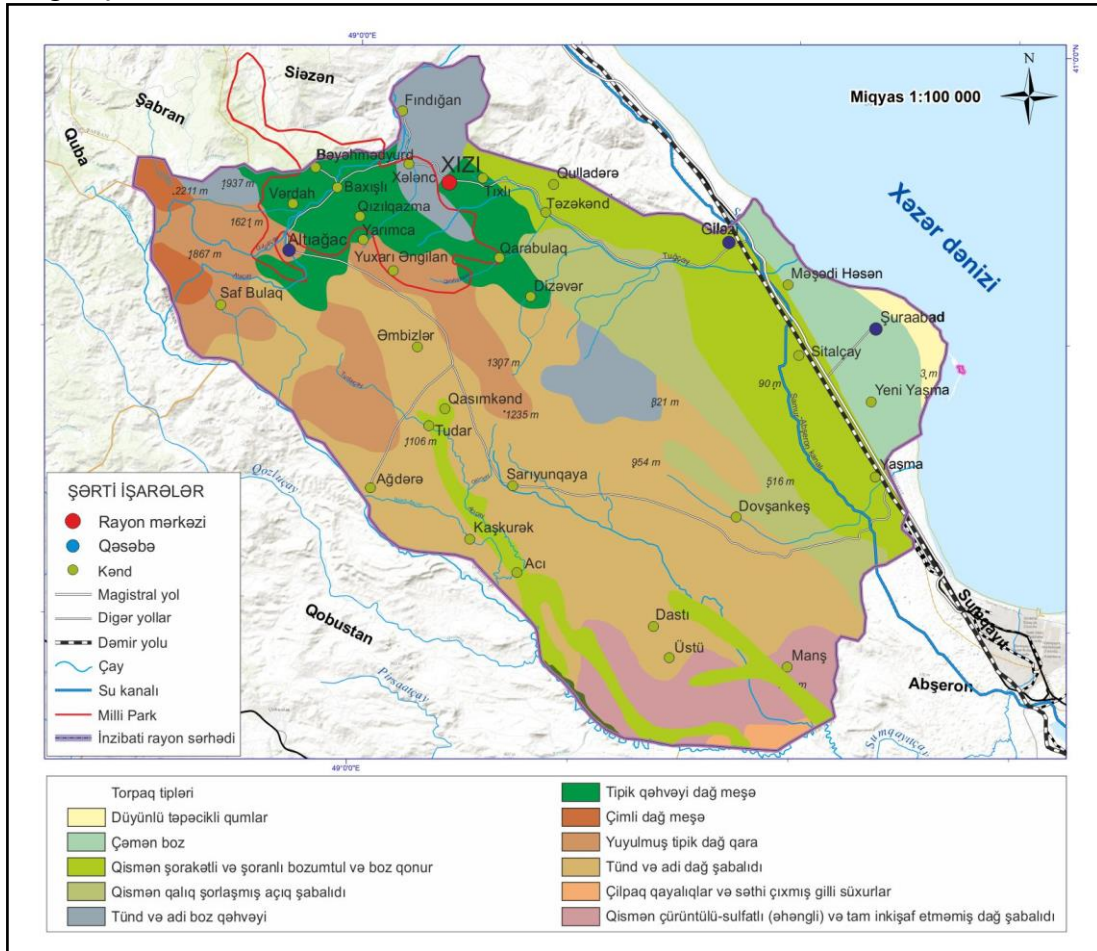


Mənbə: Azərbaycan Respublikasının Milli Atlası [5], Esri, HERE, DeLorme, Intermap, GeoBase, OpenStreetMap contributors and the GIS User Company

Şəkil 3. Xızı inzibati rayonunun iqlim tipləri xəritəsi

Təbii torpaqəmələgəlmə şəraitindən asılı olaraq inzibati rayon ərazisində müxtəlif torpaq tipləri yayılmışdır: çimli dağ-çəmən; tipik qəhvəyi dağ-meşə; karbonatlı və qismən bozqırlaşmış qəhvəyi dağ-meşə; yuyulmuş və tipik dağ-qara; tünd və adi dağ boz-qəhvəyi; tünd və adi dağ-şabalıdı; qismən çürüntülü-sulfatlı(əhəngli) və tam inkişaf etməmiş dağ-şabalıdı; qismən qalın

şoranlaşmış açıq şabalıdı; çəmən-boz; qismən şorakətli və şoranlı bozumtul və boz-qonur; dyunlu təpəcikli qumlar; çılpaq qayalıqlar və səthə çıxmış müxtəlif süxurlar (şək.4.) [6-7]. Bu torpaqlarda genetik qatlar aydın seçilməklə yarımtiplərindən asılı olaraq humusun miqdarı 1,5-4,5% arasında dəyişir. İnzibati rayon daxilində olan torpaqlar aqroistehsalat baxımından yüksək mənimlənilən ərazilərdən sayılsa da, ərazisinin əsas hissəsi heyvandarlığın təbii yem bazası olmaqla, qış otlaq sahələri kimi geniş istifadə edilir.



Mənbə: Azərbaycan Respublikasının Milli Atlası [5], Esri, HERE, DeLorme, Intermap, GeoBase, OpenStreetMap contributors and the GIS User Community

Şəkil 4. Xızı inzibati rayonunun torpaq örtüyü xəritəsi

Torpaq bazarı daşınmaz əmlak kimi torpaq sahəsi üzərində mülkiyyətçilər arasında bölgüsü və dəyişdirilməsinin iqtisadi mexanizmidir [8, s. 117]. Kənd təsərrüfatının inkişafı azad bazar prinsiplərinə əsaslanır və torpaq münasibətlərini formalaşdırır. Torpaqların idarə edilməsi isə iqtisadiyyatın davamlı inkişafına təminat yaradır. Bu zaman torpaqların keyfiyyət qrupu, bonitet şkalası, hər ha-ya şərti balı və təshih əmsalları müəyyən edilir.

Torpağın keyfiyyət qrupu - torpaqların alqı-satqısında, torpaq vergisinin müəyyən edilməsində və s.-də istifadə olunur. I qrup yüksək, II qrupu yaxşı, III qrupu orta, IV qrupu aşağı, V qrupu şərti yararsız kimi qəbul edilir. Onların bonitet şkalası 100 ballı şkala üzrə müəyyən edilir və müvafiq olaraq 100-81 bal, 80-61 bal, 60-41 bal, 40-21 bal, 20-1 bal ilə ölçülür (cədv.3). Şərti bal - kənd təsərrüfatı torpaqlarının təyinatı və keyfiyyəti nəzərə alınır. Təshih əmsalı - torpaqlarının normativ qiymətinin hesablanması zamanı istifadə olunur [8]. Lakin qeyd edilməlidir ki, kənd təsərrüfatı təyinatlı torpaqların qiyməti bəzən qəbul olunmuş normala uyğun olmaya da bilər.

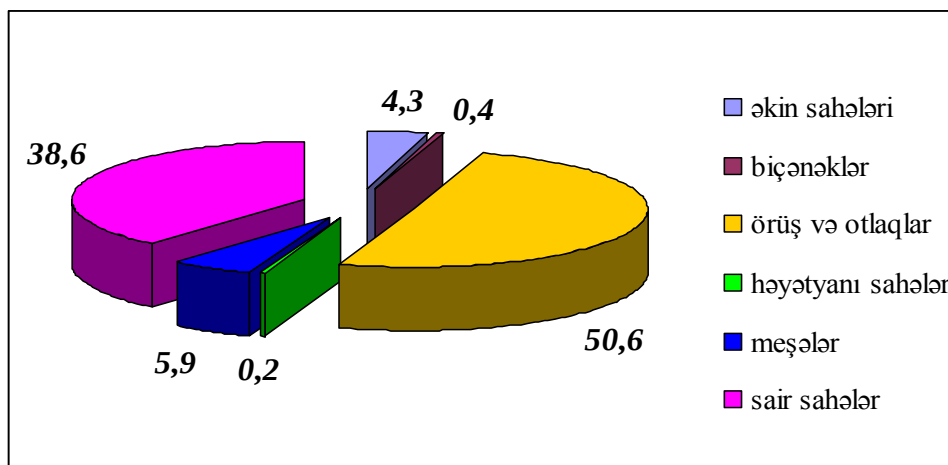
Cədvəl 3.

Xızı inzibati rayonunun kənd təsərrüfatı torpaqlarının təyinatı və keyfiyyətini nəzərə almaqla müəyyənləşdirilmiş şərti ballar

Ərazi	Keyfiyyət qrupu	Bonitet şkalası	Torpaq vergisinin hesablanması üçün hər ha-ya şərti bal	Təshih əmsalları	
				əkin və dinc	çoxillik əkmələr
Düzən torpaqlar	I	100-81	40	1.0	1.05
	II	81-61	20		
	III	60-41	10		
	IV	40-21	5		
	V	20-1	-		
Dağ torpaqları	III	60-41	60	1.31	1.15
	IV	40-21	25		
	V	20+1	-		

Xızı inzibati rayonunda sosial-iqtisadi inkişafın sürətləndirilməsinin əsas vasitələrdən biri kənd təsərrüfatı hesab olunur. İnzibati rayonda kənd təsərrüfatının, xüsusən heyvandarlığın xüsusi çəkisinin yüksək olmasına səbəb inzibati rayonun təbii-iqlim şəraiti, həmçinin kənd təsərrüfatına yararlı torpaq sahələrinin 91,9%-nin biçənək (661 ha.), örüş və otlar (84339 ha.) sahələrindən ibarət olmasıdır. İnzibati rayon ərazisində əkin sahələri 7059 ha., həyətyanı sahələr 358 ha, meşələr isə 9981 ha. təşkil edir.

Xızı inzibati rayonunda kənd təsərrüfatı altında istifadə olunan torpaqlar ümumi ərazinin 55,5%-ni, kənd təsərrüfatında istifadə olunmayan sahələr isə yəni, meşə və sair sahələr ümumi ərazinin 44,5%-ni təşkil edir (şək. 5). Qeyd etmək istərdim ki, sair torpaqlara az yararlı və şərti yararsız sahələr aid olub, ümumi torpaq ehtiyatlarının 64451 ha-nı əhatə edir.



Şəkil 5. Xızı inzibati rayonunun torpaq fondunun ümumi strukturu, %-lə

Xızı inzibati rayonunda kənd təsərrüfatı altında istifadə olunan torpaqların 2970 ha-sı suvarılan sahələrə aiddir ki, bunun da 96,6%-i əkin sahələrinin, 3,4%-i isə həyətyanı sahələrin payına düşür. Ondan 1321 ha. taxıl, 52 ha. tərəvəz, 43 ha. bostan, 1285 ha. yem bitkiləri və təbii biçənək, 260 ha. regional meşə zolağı və 35 ha. həyətyanı sahə və 78 ha. bağların payına düşür.

Xızı inzibati rayonunun təbii şəraitin qiymətləndirilməsi aparılan zaman əsas komponentlərdən biri də bitki örtüyüdür. Bitki örtüyü ərazinin zənginliyini və potensialını müəyyən etməyə imkan verir ki, bu da təbii-məkan strukturu daxilində həyata keçirilir.

Xızı inzibati rayonunun 9981 ha ərazisi meşə sahəsi ilə örtülüdür. Bu da Azərbaycanın ümumi meşə sahəsinin təqribən 6%-i deməkdir. Ərazidə liberiya palıdı, şərq palıdı, şərq vələsi, şərq

fıstığı, adi göyrüş, qarağac, armud, ardıc kimi ağaclar, dağətəyi seyrək meşəliklərdə isə yemişan, qaratikan, adi zirinc, itburnu kimi ağac-kol növləri, çay kənarlarında isə yulğun, çaytikanı, pallas murdarçası və s. geniş yayılmışdır [8, s. 64]. Bu göstərici kiçik bir ərazi üçün olduqca yüksək göstəricidir. Meşənin geniş ərazini əhatə etməsi onun flora və faunasının zənginliyinə də təsir etmişdir.

Aparığımız araşdırma zamanı belə bir nəticəyə gəldik ki, ərazinin kiçik olmasına baxmayaraq region olduqca zəngin floraya malikdir. Ərazidə landşaftların estetikliyi regionu turizm baxımından cəlbedici edir. Bu üstünlükləri nəzərə almaqla, burada ekoloji turizmin inkişaf etdirilməsi üçün əlverişli şərait vardır [9]. Lakin hələlək inzibati rayonda ekoloji turizmin üstünlüklərindən yalnız yay aylarında istifadə olunur. Bununla yanaşı, ərazidə son illər yeni turizm obyektləri tikilmişdir ki, bu da ətraf ərazilərdə landşaftların deqradasiyasına və məhv olaraq sıradan çıxmasına səbəb olmuşdur.

Landşaft planlaşdırılmasına təsir edən amillərdən biri də əhalinin yerləşdirilməsi və məskunlaşmasıdır. Xızı inzibati rayonunun ərazisi əhalinin məskunlaşmasına görə başqa inzibati rayonlardan bir qədər fərqlənir [10-11]. Burada ərazinin mənimsənilməsi və məskunlaşma areallarında əhalinin sıxlığı olduqca azdır. Belə ki, orta dağlıq ərazidə olan Baxışlı, Qarabulaq, Qasım kənd, Ağdərə və digər kəndlərdə əhalinin sayı 60-400 nəfər arasında dəyişir. Yalnız yüksək dağlıq ərazidə olan Altıağac qəsəbəsində əhalinin sayı 1202 nəfərdir.

Sənaye məhsulu istehsalının miqyasına görə Xızı inzibati rayonu Azərbaycan Respublikasının ən geridə qalmış rayonudur. Azərbaycan Respublikası Statistika Komitəsinin və Xızı Rayon İcra Hakimiyyətindən əldə etdiyimiz məlumatlara əsasən 2016-cı ildə Xızı inzibati rayonu respublikada istehsal olunan sənaye məhsullarının cəmi 0,01%-ni verir. İnzibati rayonda 7 sənaye müəssisəsi fəaliyyət göstərir ki, onlarda da 3367,2 min manat dəyərində məhsul istehsal olunur. İşçilərin orta sayı isə 2005-ci il ilə müqayisədə bir qədər artsa da, hazırda 169 nəfər təşkil edir. Daha acınacaqlı hal isə sənaye məhsulunun həcmində qeyri-dövlət sektorunun xüsusi çəkisinin az olmasıdır. Belə ki, 2014-cü ildə bu göstərici cəmi 4%, 2016-cı ildə isə bir qədər artaraq 10,2% olmuşdur. Qeyd edilməlidir ki, 2005-ci ildə bu göstərici 21,3% olmuşdur.

Xızı inzibati rayonunda kənd təsərrüfatının ən yaxşı inkişaf etmiş sahəsi heyvandarlıqdır. Heyvandarlıq sahəsi inzibati rayonun iqtisadi inkişafına müsbət təsir etməklə yanaşı, həmçinin ümumi regionun dayanıqlılığına təsir edir. Heyvandarlıq kənd təsərrüfatında əldə olunan gəlirin 92,4%-ni verməklə, inzibati rayonun bütün ərazisində inkişaf etdirilməkdədir.

İnzibati rayonda ən yaxşı inkişaf etmiş heyvandarlıq sahəsi quşçuluqdur və respublikada olan ümumi quşların 8,1%-i (yalnız Hacıqabul inzibati rayonundan geri qalır), yumurta istehsalının isə 8,6%-i (yalnız Hacıqabul və Abşeron inzibati rayonlarından geri qalır) məhz burada cəmlənmişdir. Xızı inzibati rayonu ərazisində “Giləzi quşçuluq” MMC, Şuraabad quşçuluq” MMC, “Yaşma quşçuluq” MMC, “Şuraabad broyler” ASC müəssisələri fəaliyyət göstərir.

Ümumiyyətlə, Xızı inzibati rayonunda istehsalın genişləndirilməsinin əsas mənbələrindən biri yararlı torpaq sahələrindən tam və səmərəli istifadə edilməsidir. Regionda kənd təsərrüfatı sahələrinin düzgün ixtisaslaşdırılması və onların daha da təkmilləşdirilməsi üçün kəmiyyət və keyfiyyət dəyişiklikləri düzgün təhlil edilməlidir ki, məhsul artımı dinamikasına nail olunsun.

ƏDƏBİYYAT

1. Климат Азербайджана. Баку: АНАЗ.СРР, 1968, 343 с.
2. Hacıyev Q.Ə., Rəhimov V.Ə. Azərbaycan SSR inzibati rayonlarının iqlim səciyyəsi. Bakı: 1977, 269 s.
3. Əyyubov Ə.C., Hacıyev Y.Ə. Azərbaycan SSRİ-nin iqlim ehtiyatları. Bakı: Elm, 1984, 132 s.
4. Ağayev, T. D. Xızı inzibati rayonunun landşaft planlaşdırılmasında təbii şəraitin və sosial-iqtisadi vəziyyətin qiymətləndirilməsi / T.D. Ağayev, S.N. Yusifova, N.M.Əhmədova // Elmi xəbərlər. Təbiət və texniki elmlər bölməsi. – 2021. – Vol. 21, No. 2. – P. 38-42. – EDN CSYRXB. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46287061>

5. Azərbaycan Respublikasının Milli Atlası. Bakı: Bakı Kartoqrafiya fabriki, 2014, 444 s.
6. Məmmədov Q.Ş. Azərbaycanın torpaq ehtiyatlarından səmərəli istifadənin sosial-iqtisadi və ekoloji əsasları. Bakı: Elm, 2007. 856 s.
7. Quliyev R.M. Yerquruluşu. Torpaq bazarı və torpaq ehtiyatlarının idarə edilməsi. 2 cildə, II cild. Bakı: MBM, 316 s.
8. Məmmədov Q., Yusifov E., Xəlilov M., Kərimov V. Azərbaycan ekoturizm potensialı, 2 cildə, I cild. Bakı: Şərq-Qərb, 2012, 360 s.
9. Намазова С.Н. Роль ландшафтного планирования в использовании природного ресурсного потенциала / Приволжский научный вестник, №12-1(64). Ижевск: 2016, с. 116-118
10. Mərdanov, I. I. Baş Qafqaz silsiləsinin subnival-nival qurşağında landşaft müxtəlifliyinin tədqiqi / I. I. Mərdanov, T. D. Ağayev, D. Q. Süleymanlı // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2021. – Vol. 21, No. 1. – P. 43-46. – EDN KTCLRL.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46196409>
11. Ağayev, T. D. Xızı inzibati rayonunun landşaft planlaşdırılmasının inventarlaşdırılması / T. D. Ağayev, S. N. Yusifova, N. M. Əhmədova // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2022. – Vol. 22, No. 2. – P. 46-52. – DOI 10.54758/16801245_2022_22_2_46. – EDN PZAHJT. <https://elibrary.ru/item.asp?id=50022626>

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ УСЛОВИЙ ЛАНДШАФТНОЙ ПЛАНИРОВКИ ХЫЗИНСКОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО РАЙОНА

Агаев Т.Д., Юсифова С.Н., Сулейманлы Д.Г.

Ключевые слова: административный район, природные условия, социально-экономическое положение, типы климата, осадки, почвенный фонд.

В статье рассматриваются природно-экономические условия Хызинского административного района для ландшафтного планирования. При проведении ландшафтного планирования этап оценки физико-экономических географических условий местности считается одним из важнейших элементов и помогает принимать более правильные решения и делать выводы. Определено, что в современное время для развития сельского хозяйства в Хызинском административном районе с природной и экономико-географической точки зрения агропромышленные предприятия, действующие в административном районе, должны развиваться на основе рыночных принципов, путем определения экономических перспектив региона должна быть подготовлена их стратегия устойчивого развития.

SUMMARY

RESEARCH OF NATURAL-ECONOMIC CONDITIONS FOR LANDSCAPE PLANNING OF KHIZI ADMINISTRATIVE DISTRICT

Aghayev T.D., Yusifova S.N., Suleymanli D.Q.

Key words: administrative district, natural conditions, social and economic situation, types of climate, precipitation, soil fund.

In the article, the natural and economic conditions of the Khyzin administrative district for landscape planning are considered. When conducting landscape planning, the stage of assessing the physical and economic geographical conditions of the area is considered one of the most important elements and helps to make more correct decisions and draw conclusions. It is determined that in modern times, for the development of agriculture in the Khyzin administrative district from the natural and economic-geographic point of view, agro-industrial enterprises operating in the administrative district must develop on the basis of market principles, by identifying the economic prospects of the region, a sustainable development strategy should be prepared.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	02.02.2023
	Son variant	25.04.2023

UOT 581.6: 615 + 575.24

DOI 10.54758/16801245_2023_23_2_62

LƏNKƏRAN-ASTARA BÖLGƏSİNDƏ FEYXOA BİTKİSİNİN (*FEIJA SELLOWIANA BERQ*) İQTİSADI SƏMƏRƏLİ SORT VƏ FORMALARININ SELEKSİYASI

HÜSEYNOV MƏMMƏDHÜSEYN BABALI oğlu [ORCID](#)

Lənkəran Dövlət Universiteti, Lənkəran, Azərbaycan, b.f.d.

mamed.h@mail.ru

Açar sözlər: sort, forma, genofond, seleksiya, tozlanma

Vətəni Cənubi Amerika olan feyxoa bitkisinin Myrtaceae (Myrtaceae) fəsiləsinə, Feijo Berq cinsinə daxil olan 3 növü vardır. Bunlardan təsərrüfat əhəmiyyətli bir növü - Feijoa Sello (*Feijoa Sellowiana Berq*) hesab olunur.

Feyxoa bitkisi XIX əsrdə Amerikadan Fransaya, oradan da Almaniya, Misir, Mərakeş, Yeni Zelandiya və Portuqaliyaya gətirilmişdir. Azərbaycana isə 1890-cı ildə gətirilmiş, əsasən Lənkəran, Astara, qismən də Zaqatala, Gəncə və s. ərazilərdə yayılmışdır. Dəyişən ekoloji şəraitdə modifikasiyalanan feyxoa bitkisinin bioloji xüsusiyyətlərinin müxtəlifliyinə görə biri digərindən fərqlənən müxtəlif formalar yaranır [2,8]. Ekoloji təmiz məhsulun alınması, qida təhlükəsizliyi və bu istiqamətdə elmi tədqiqat işlərinin aparılması günün aktual problemlərindəndir [5, 6].

Polimorfizm əlamətləri bu bitkidə çox güclü olduğundan, yəni təbii tozlanma zamanı irsiyyətdə parçalanmanın baş verməsi və meyvələri irili-xırdalı olmaqla bəzən valideynlərdən çox fərqlənirlər. Bu baxımdan feyxoa bitkisi artırılarkən seçmə yolu ilə daha məhsuldar, iri meyvəli və bərabər tez yetişən, yüksək dad keyfiyyətinə malik olan formaların vegetativ üsulla artırılması məqsəda uyğundur [5,7]. Feyxonun yüksək müsbət göstəricilərə malik olan xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq, biz tədqiqatımızı bu bitkinin yeni formalarının biomorfoloji və təsərrüfat xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinə qarşıma məqsəd qoymuşuq. Lənkəran-Astara bölgəsində torpaq və iqlim şəraitindən asılı olaraq feyxoa bitkisinin genetik müxtəlifliyin yaranması ümumi məhsuldarlığa təsir etməklə yanaşı, meyvələrin keyfiyyət göstəricilərini də dəyişir. Yerli sortlar arasında genetik müxtəlifliyin tədqiqi, iqtisadi cəhətdən daha qiymətli sortların müəyyən edilməsi mövzusu həmişə aktuallığı ilə diqqəti cəlb edir və bu istiqamətdə tədqiqatlara geniş yer verilir [1,2].

Subtropik bitkiləri içərisində feyxoa bitkisi əsas yerlərdən birini tutur. Dietik və qidalılıq xüsusiyyətlərinə görə isə subtropik bitkilərini hətta üstələyir. Feyxoa bitkisinin meyvələrindən təzə halda istifadə olunmaqla, ondan mürəbbə, marmelad, kompot və s. məhsulların hazırlanmasında geniş istifadə olunur. Meyvələrində ananas, çiyələk və limonun ətri cəmləşib [3,8]. Feyxoa bitkisinin üstün cəhətlərindən biri də xəstəlik və zərərvericilərə qarşı davamlı olmasıdır. Şəxsi təsərrüfat sahibləri meyvə sahələrində əsasən kimyəvi mübarizədən istifadə etdiklərinə görə bu ətraf mühit və sağlamlıq üçün bir sıra problemlər yaranır. Yaranacaq problemlərin aradan qaldırılması həm keyfiyyətli, həm də ekoloji təmiz məhsul alınmasına gətirib çıxarır, eyni zamanda bağçılıqda daha az kimyəvi maddələrdən istifadə etmək, meyvəçiliyin daha yüksək iqtisadi gəlirə malik istehsal sahəsinə çevrilməsinə səbəb olar. Ümumiyyətlə, dünyada istehsal olunan kənd təsərrüfatı məhsullarının üçdə biri hər il zərərvericilər, müxtəlif xəstəliklər tərəfindən məhv edilir [5].

Tədqiqat işi Meyvəçilik və Çayçılıq Elmi Tədqiqat İnstitutunun Lənkəran Çay Filialının təcrübə təsərrüfatında aparılıb. Hazırda tədqiqat işlərinin təkmilləşdirilməsi davam etdirilir.

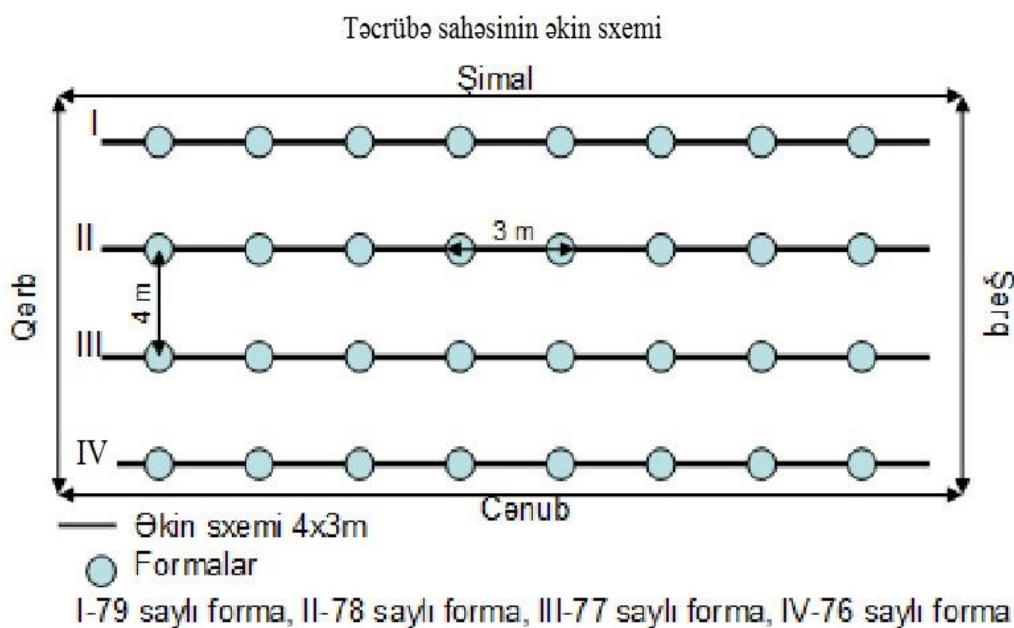
Tədqiqat zamanı kloun seleksiyası üsulu ilə tapılmış feyxoa bitkisinin əlamət və xüsusiyyətlərinə görə biri-birindən fərqlənən formalarını vegetativ (çilik) üsulla çoxaldaraq

kolleksiya bağı salınmış, əldə olunmuş, yeni formaları fərdi qaydada öyrənməklə ən yaxşılarını Dövlət Sort Sınağına təqdim edilmişdir.

Tədqiqat zamanı əsasən aşağıdakı vəzifələr yerinə yetirilmişdir:

1. Fermer və fərdi həyatı sahələrdə olan yeni formalar müəyyən edilmiş;
2. Yeni formaların boyu, inkişafı və digər biomorfoloji xüsusiyyətləri o cümlədən, bitkilərin vəqetasiyaya başlaması və sonu, qönçələmə və çiçəkləmənin əvvəli və sonu, meyvəmələgəlmə müddətləri, onların arasındakı fərq, məhsulun keyfiyyət və kəmiyyəti öyrənilmiş;
3. Mutantlardan alınmış yeni formalar üzərində müşahidələr aparılmış və ən yaxşıları seçilmişdir.

Eksperimentdə Lənkəran –Astara bölgəsinin torpaq - iqlim şəraitindən asılı olaraq bioloji və iqtisadi göstəriciləri yüksək olan feyxo bitkisinin müxtəlif formaları müəyyən olunmuşdur. Təsərrüfatlarda ekspedisiya zamanı seçilmiş feyxoasort və formaları üçün xüsusi anket doldurulmuş və burada bitkilərin yerləşdiyi yer, ekspozisiya, yaşı və mənşəyi qeyd olunmaqla onların boyu, çətrin diametri, gövdənin hündürlüyü və diametri, budaqlanma dərəcəsi, yarpaq səthinin ölçüləri, meyvəmələgəlmə xarakteri və meyvələrin orta kütləsi müəyyən edilmişdir. Tədqiqatımız əsasən yeni 76, 77, 78, 79 sayılı formaların, Şölə və Sərxan sortlarının biomorfoloji və təsərrüfat xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinə yönəldilmişdir. Bu zaman 76, 77, 78, 79 sayılı formaların, Şölə və Sərxan sortlarının keyfiyyət göstəriciləri öyrənilmiş, onları prespektivli formaları təyin edilmişdir.



Sxem 1. Təcrübə sahəsinin əkin sxemi

Eksperimentin əsası aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir.

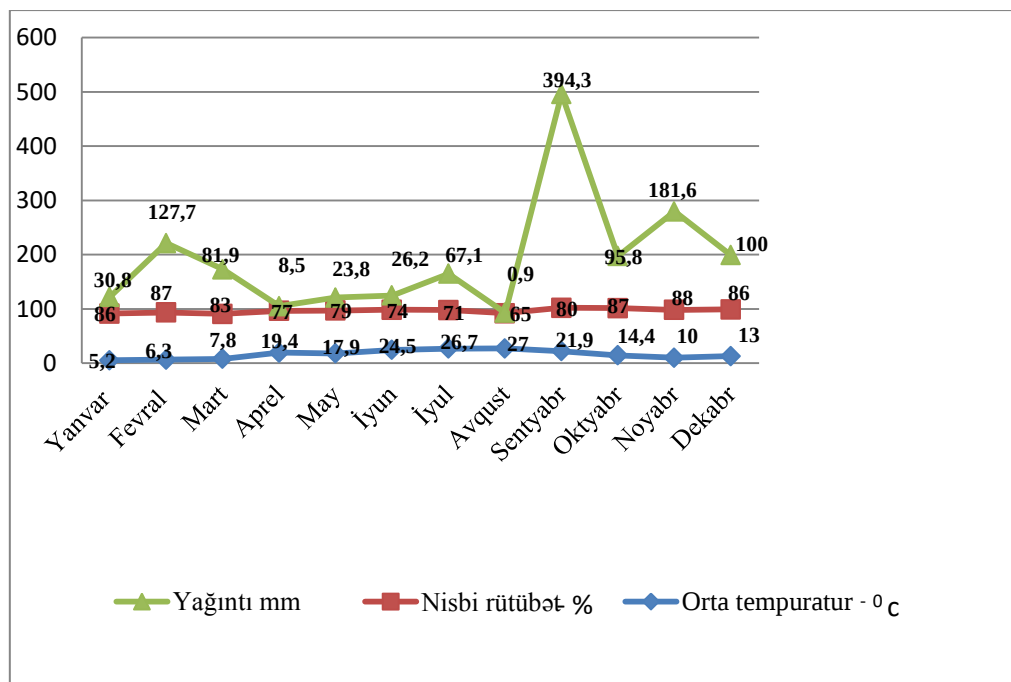
- I. Ekspedisiya yolu ilə yeni formaların axtarılıb tapılması;
- II. Tapılmış yeni formaları vegetativ yolla artırılması və filialın kolleksiya bağında əkilməsi (sxem1);
- III. Yeni formaların biomorfoloji və təsərrüfat xüsusiyyətlərini öyrənilməsi;
- IV. Alınmış yeni formalardan ən yaxşılarının seçməklə artırılması, fermer və digər özəl təsərrüfatlarda əkilməsinin tövsiyə edilməsi.

Ekspedisiya zamanı təsərrüfatlarda tapılmış feyxo bitkiləri üçün xüsusi anket doldurulması və burada bitkilərin yerləşdiyi yer, ekspozisiya, yaşı və mənşəyi qeyd olunmaqla onların boyu, çətrin diametri, gövdənin hündürlüyü və diametri, budaqlanma dərəcəsi, yarpaq səthinin ölçüləri, meyvəmələgəlmə xarakteri və meyvələrin orta kütləsi müəyyən edilmişdir. Təcrübə sahəsində yeni

76, 77, 78, 79 sayılı formalar xüsusi sxem əsasında əkilmişdir. Bu zaman feyxoa bitkisi üçün spesifik bio-morfoloji göstəricilər əsas götürülmüş və nəzərə alınmışdır. İşıqsevən, balanslaşmış istilik və rütubətə tələbkərliliyi ilə seçilən feyxoa bitkisi əkilərkən ərazinin torpaq tipi nəzərə alınmalıdır. Feyxoa bitkisi üçün yaxşı humus təbəqəsi olan qumlu gilli və gilli torpaqlar əlverişlidir [4]. Bizim təcrübə sahələrinin torpaqları sarı gillicəli podzollaşmış torpaq tipinə mənsub olub, ağır mexaniki tərkibə malikdir. Fiziki xassələri çox da münasib olmayıb, susuzdırma qabiliyyəti çox aşağıdır. Qırmızı torpaqlara keçid mərhələsində olsa da son zamanlar iqlimin dəyişməsi ilə əlaqədar olaraq torpaq qatı deqredasiyaya uğramışdır. Azot, fosfor və kalium maddələrinin ümumi miqdarı isə tədqiqat apardığımız torpaqlarda normaya uyğundur. Göstərilən maddələr bitki tərəfindən mənimsənilən formada olması üçün feyxoa bitkisi əkilən torpaqlar mineral və üzvi gübrələrlə zənginləşdirilməlidir.

Eksperiment zamanı Lənkəran-Astara bölgəsinin mövcud ekoloji vəziyyəti diqqət mərkəzində saxlanılmışdır. Bölgənin iqlimi rütubətli subtropikdir, qışı mülayim, yayı isti və quraq, payızı çoxlu yağıntılıdır. Burada orta illik temperatur $+14,1^{\circ}\text{C}$, dağlıq yerlərdə (100-150 m dəniz səviyyəsindən yuxarı) $10,0^{\circ}\text{C}$ -dən, $5,5^{\circ}\text{C}$ -dək dəyişir. Feyxoanın vegetasiya dövründə havanın çox isti və quraq keçməsi bitkinin böyüməsini zəiflədir, meyvələr kiçilir və məhsuldarlıq aşağı düşür. Ona görə suvarmadan istifadə edilir.

Feyxoa bitkisinin vegetasiyası və məhsulun formalaşdığı dövrdə 2021-ci il ərzində iqlim göstəriciləri aylar üzrə aşağıdakı qrafikdə verilmişdir (şəkil).



Şəkil. Lənkəran –Astara bölgəsində 2021-ci il ərzində orta aylıq yağıntı miqdarının (mm-lə), orta aylıq nisbi rütubətinin (%-lə) və orta aylıq temperatur (dərəcə- ilə) göstəriciləri.

Qrafikdən göründüyü kimi 2021-ci il ərzində may-iyul ayları müəyyən qədər yağmurlu olmusdur. Apardığımız müşahidələr göstərir ki, yay aylarının belə yağmurlu olması feyxoa bitkisinin çiçəklənməsinə yaxşı təsir göstərmir. Lakin oktyabr ayının yağıntılı olması meyvələrin böyüməsinə yaxşı təsir göstərir. Feyxoa bitkisi də digər subtropik bitkilər kimi suya və havanın nisbi rütubətinə tələbkər bitkidir. Havaların çox isti keçməsi nisbi rütubətin aşağı düşməsinə səbəb olur ki, nəticədə bitkinin inkişafına və meyvələrin cılız qalmasına səbəb olur.

Torpaq xüsusiyyətləri: Bizim təcrübə sahələrinin torpaqları sarı gillicəli podzollaşmış torpaq tipinə mənsub olub, ağır mexaniki tərkibə malikdir. Fiziki xassələri çox da münasib olmayıb,

susuzdırma qabiliyyəti çox aşağıdır. Qırmızı torpaqlara keçid mərhələsində olsa da son zamanlar iqlimin dəyişməsi ilə əlaqədar olaraq torpaq qatı deqredasiyaya uğramışdır.

1-ci cədvəldən görüldüyü kimi, azot, fosfor və kalium maddələrinin ümumi miqdarı tədqiqat apardığımız torpaqlarda normaya uyğundur. Göstərilən maddələr bitki tərəfindən mənimsənilən formada olması üçün feyxoa bitkisi əkilən torpaqlar mineral və üzvi gübrələrlə zənginləşdirilməlidir.

Cədvəl 1.

Tədqiqat altında olan torpaq sahəsinin aqrokimyəvi xassələri (Levental üsulu ilə)

Torpaq qatı sm-lə	Humusun miqdarı %-lə	Torpağın pH-ı	Ümumi elementlər %-lə			Mənimsənilə bilən 100 mq-%-lə		
			azot	fosfor	kalium	HO ₃ +HO ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-30	2,62	4,8	0,165	0,15	3,70	22,0/9,30	115,70	180,0
30-60	2,34	5,1	0,096	0,13	3,80	16,0/5,40	93,20	112,04
60-100	1,72	5,3	0,058	0,11	4,20	9,10/4,10	51,10	84,50

Lənkəran-Astara bölgəsində feyxoa bitkisi subtropik meyvəçilikdə böyük əhəmiyyətə malikdir. Onun təsərrüfat əhəmiyyətli sortlarını elmi əsaslarla öyrənib təsərrüfatlara tövsiyə etmək məqsədə uyğun hesab olunur. Polimorfizm əlamətləri bu bitkidə çox güclü olduğundan təbii tozlanma zamanı genetik parçalanma baş verir və meyvələri irili-xırdalı olmaqla bəzən valideynlərinə belə oxşamır. Ona görə də feyxoa bitkisi artırılarkən seçmə yolu ilə daha məhsuldar iri meyvəli və bərabər tez yetişən, yüksək dad keyfiyyətinə malik olan formaların seçilib vegetativ üsulla artırılması işimizin əsas məqsədi olmuşdur.

Tədqiqatımızda daha məhsuldar 76, 77 sayılı formaların, Şölə və Sərxan sortlarının biomorfoloji və təsərrüfat xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi ön plana çəkilmişdir.

Sort və formalar üzərində aparılan müşahidələrdən belə bir nəticəyə gəlmək olur ki, feyxonun yeni sort və formalarının meyvələri bir çox xüsusiyyətlərinə görə bir-birindən fərqlənilir. Belə ki, 76 sayılı formada meyvələrin ölçüləri-diametri 39 mm, uzunluğu 74 mm; 77 sayılı formada-diametri 42 sm, uzunluğu 60 mm; Şölə sortu meyvələrinin diametri 49 mm, uzunluğu 65 mm; Sərxan sortu meyvələrinin diametri isə 41mm, uzunluğu 92 mm olmuşdur. Tədqiq olunan sort və formalarda havada nisbi rütubət artıqca və lazımı temperatur olduqda sonrakı çiçəklərdən əmələ gələn meyvələrin böyümə intensivliyi sürətlə artır. Bu da həmin illərdə yüksək məhsuldarlığa səbəb olur. Feyxonun öyrəndiyimiz Şölə, Sərxan və 76, 77 sayılı formalarında məhsulun intensiv yetişmə dövrü əsasən oktyabr ayının III ongünlüyünün əvvəllərindən başlayır, Sərxan sortunda bu proses bir qədər gec III ongünlüyün ortalarından sürətlənir. Meyvə yığımı münasib hava şəraitində 15-20 gün, bəzən də bir ayə qədər davam edə bilər. Feyxoa kolleksiya bağında məhsula düşən Sərxan, Şölə sortlarında və 76, 77 sayılı formaların məhsuldarlıq göstəriciləri cədvəl 2-də verilmişdir.

Cədvəl 2.

Feyxonun müxtəlif sort və formalarında məhsuldarlıq göstəriciləri

Sort və formalar	kolların sayı, ədəd	Bir kolda orta məhsuldarlıq, kq	Ümumi məhsuldarlıq, kq
Sərxan	3	32	96
Şölə	3	37	111
76	3	28	84
77	3	28,5	85,5

Ötən təsərrüfat ilində çilik materialı məqsədilə kolların bir qisminə ağır budama aparıldığı üçün məhsul olmamışdır. Qeyd etmək lazımdır ki, bu ilki təsərrüfat ilində havaların iyun ayında

feyxoa bitkisinin kütləvi çiçəklənməsi dövründə yağmurlu keçməsi məhsuldarlığa öz mənfi təsirini göstərmişdir.

Tədqiqat nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, Feyxoa bitkisinin vegetasiya dövründə havanın çox isti və quraq keçməsi bitkinin böyüməsini zəiflədir, meyvələr kiçilir və məhsuldarlıq aşağı düşür. Məhsuldarlığa təsir göstərən amil kimi çiçəkləmənin intensiv getdiyi yay aylarında (xüsusən iyun və iyul aylarında) yağıntının təsirini göstərmək olar. Feyxoa bitkisinin polimorfizm xüsusiyyətini nəzərə alaraq 76, 77 sayılı formaların, Şölə və Sərxan sortlarının vegetativ yolla çoxaldılması məqsədə uyğundur.

ƏDƏBİYYAT

1. Abbasov İ.D. Azərbaycanın və dünya ölkələrinin kənd təsərrüfatı. Bakı 2013 (589 s).
2. Hüseynov M.B., Mərsinçiçəklilər (Murtaseae Juss.) fəsiləsinə aid olan *F.Selloviana Berq* növünün yeni yaradılmış və rayonlaşdırılmış sortlarının morfo-bioloji xüsusiyyətləri / Lənkəran Dövlət Universiteti Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 93-ci ildönümünə həsr olunmuş “Müasir elmin aktual problemləri” mövzusunda Respublika Elmi Praktiki Konfransının materialları Lənkəran, 2016-cı il. səh. 68-69.
3. Hüseynov, M.B. Lənkəran-Astara bölgəsində feyxonun (feijoa sellowiana berq.) genetik müxtəlif formalarının seçilməsi / Lənkəran Dövlət Universiteti, “Çağdaş Dönəmdə Türk Dünyasının Aktual Problemləri” adlı Onlayn Respublika Elmi Konfransı, Lənkəran. 12 dekabr 2021-ci il. s. 566
4. Quliyev İ.Ə. Ümumi torpaqşünaslıq və torpaq coğrafiyası. Bakı, 2014. 235 s.
5. Muradova, E. Ə. Şabran rayonunda alma ağaclarında yayılmış zərərverici həşərat növləri / E. Ə. Q. Muradova, M. Q. Q. Əliyeva, P. N. Q. Xanışova // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2020. – Vol. 20, No. 4. – P. 67-69. – EDN YLBFXU.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=44600583>
6. Воронцов В.В., Омаров М.Д., Омарова З.М. Некоторые итоги селекции фейхоа // Проблемы НИР и развития субтропического и южного садоводства в 2001-2005 годах: тезисы докладов международной научно-практической конференции. Сочи, 2001. С. 31-33.
7. Омарова З.М. Перспективные формы фейхоа для Черноморского побережья РФ // Садоводство и виноградарство. 2014. №6. С. 6-8.
8. Belous O., Omarov M., Omarova Z. Chemical composition of fruits of a Feijoa (*F. sellowiana*) in the conditions of subtropics of Russia // Potravinarstvo. 2014. T. 8, №1. P. 119-123.

РЕЗЮМЕ

СЕЛЕКЦИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИ РАЦИОНАЛЬНЫХ СОРТОВ И ФОРМ ВИДА ФЕЙХОА (FEIJA SELLOWIANA BERG) В УСЛОВИЯХ ЛЯНКЯРАН - АСТАРИНСКОГО РЕГИОНА.

Гусейнов М.Б.

Ключевые слова: сорт, форма, генофонд, селекция, опыление.

Статья посвящена почвенно-климатическим условиям Лянкяран-Астаринского региона и их влиянию на экономически рациональные показатели качества плодов у различных сортов и форм фейхоа для использования, как донора, в селекционных исследованиях. При проведении экспериментальных исследований в целях создания новых сортов, проведен отбор фертильных и высокоурожайных форм, использованы перекрестно-фертильные формы, изучены стабильные и качественные методы для создания селекционных образцов. Самоопыление обеспечивает создание начального материала для сохранения генофонда вида фейхоа.

SUMMARY

SELECTION OF ECONOMICALLY RATIONAL VARIETIES AND FORMS OF THE FEIJOA SPECIES (*FEIJA SELLOWIANA BERG*) IN THE CONDITIONS OF LANKARAN - ASTARA REGION.

Huseynov M.B.

Key words: *kind, form, gene pool, selection, pollination.*

The article is devoted to the soil and climatic conditions of the Lankaran-Astara region and their influence on the economically rational indicators of fruit quality in various varieties and forms of feijoa for use as a donor in breeding researches. While conducting experimental researches in order to create new varieties, the selection of fertile and high productive forms were carried out, cross-fertile forms were used, stable and high-quality methods for creating breeding samples were studied. Self-pollination ensures the creation of initial material for the conservation of the gene pool of the feijoa species.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	30.03.2023
	Son variant	05.06.2023

UOT 539.3

DOI 10.54758/16801245_2023_23_2_68

ALÜMİNİUMDAN HAZIRLANMIŞ MİLLƏRDƏ ƏYİNTİNİN TƏDQIQI**RZAYEV NATIQ SƏMƏNDƏR oğlu** [ORCID](#)*Bakı Mühəndislik Universiteti, Xırdalan, Azərbaycan, dosent*nzayev@beu.edu.az*Açar sözlər: mil, əyilmə, əyinti, yük, silindirik dayaq***Giriş**

Elm texnika və istehsalatın müxtəlif sahələrində alüminium materialdan hazırlanmış konstruksiya hissələrindən geniş istifadə olunur. Bu hissələr istismar zamanı müxtəlif növ qüvvələrin təsirinə məruz qalır və dayanıqlığını itirir. Onların icərisində əyilməyə işləyən millər üstünlük təşkil edir. Əyilmə problemləri bir çox işlərdə geniş tədqiq olunmuşdur. Tətbiq olunan yüklənmə şərtindən və dayaq növündən asılı olaraq əyintinin nəzəri olaraq hesablanma metodikası mövcudur. Ətalət momenti, Yunq modulu, Sıxma qüvvəsi kimi parametrlərin əyintiyə təsiri araşdırılıb. [1-3]

Təqdim olunan işdə alüminium materialdan hazırlanmış, silindrik dayaq üzərində yerləşən millərdə əyintinin tətbiq olunan yükə və milin enindən asılı olaraq dəyişməsi tədqiq olunur.

1. Eksperimentlərin palanlaşdırılması

İşdə fərqli enə malik üç ədəd alüminiumdan hazırlanmış mil seçilmişdir. Nümunələ hər iki tərəfən sərbəst olaraq, silindirik dayaq üzərində yerləşir. Nümunələr haqqında məlumat aşağıda verilmişdir.

Uzunluğu: $L=510\text{mm}$;Eni: 10mm ; 15mm ; 20mm ;Elastiklik modulu: $E=70\text{N/mm}^2$;Qalınlıq: 5mm ;Tətbiq olunan yük: 500q ; 1000q ; 1500q .

Eksperimentlər W140 markalı tərtibatda yerinə yetirilmişdir. Alınmış nəticələrinin işlənməsi üçün Taquçi $L9(3^2)$ planı seçilmişdir. Yəni idarə olunan faktorların sayı 2, təcrübələrin sayı 27, təkralanma 3-dür. İdarə olunan faktorlar və onların səviyyələri aşağıdakı cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.*İdarə olunan faktorların adları və səviyyələri*

İdarə olunan Parametrlər	İşarəsi	Ölçü vahidi	Səviyyə 1	Səviyyə 2	Səviyyə 3
Yük	P	Q	500	1000	1500
Milin eni	b	mm	10	15	20

Eksperiment nəticələrinə uyğun məqsəd funksiyasına görə Sıqnal /Gürültü nisbətlərinin (S/N) hesablanması lazımdır. Ən təməl üç məqsəd funksiyası vardır:

$$1. \text{ Ən böyük ən yaxşı: } \frac{S}{N} = -10 \log \left[\sum \left(\frac{1}{Y^2} \right) / n \right];$$

$$2. \text{ Ən kiçik ən yaxşı: } \frac{S}{N} = -10 \log [\sum (Y^2) / n];$$

$$3. \text{ Nominal ən yaxşı: } \frac{S}{N} = 10 \log \left(Y^2 / S^2 \right);$$

Baxılan işdə milin keyfiyyətli olması üçün əyinti ən kiçik olmalıdır. Buna görə də nəticələrin emalında ən kiçik ən yaxşıdır məqsəd funksiyası seçilmişdir: $\frac{S}{N} = -10 \log[\sum(Y^2)/n]$.

2. Analiz

2.1. Signal /Gurultu nisbətlərinin (S/N) analizi.

Cədvəl 2-də eksperiment yolu ilə əldə olunmuş əyintinin qiymətləri və Taquçi L9 metodu ilə əldə edilən S/N nisbətləri göstərilmişdir. Taquçi əsaslı cavab cədvəlinə əsasən, yük və milin eni kimi idarə olunan faktorlardan ən effektiv olanı, əyintinin optimal səviyyələri üçün müəyyən edilir. Əyintinin optimal səviyyəsini təmin edən parametrlər, S/N nisbətlərinə görə milin eni üçün **-3,719**, tətbiq olunan yük üçün **-1,188** alınmışdır (cədvəl 3). Şəkil 1-də S/N qiymətləri üzərində idarə olunan faktorların təsirləri göstərilir. Əyinti üçün optimal parametrləri yük üzrə 1-ci səviyyə (500q), milin en üzrə 3-cü səviyyə (20 mm) olmuşdur.

2.2. Variasiya analizi.

Variasiya analizi (ANOVA) idarə olunan faktorların fərdi təsirlərini müəyyən etmək üçün həyata keçirilir. Cədvəl 5-də 94% etibarlılıq səviyyəsində yük və milin eni faktorlarının əyinti üzərində təsirini göstərən ANOVA nəticələri verilmişdir. Bu işdə ANOVA nəticələrinə görə ən təsirli parametr yük faktorudur. Təsir nisbəti 63,72% təşkil edir. Milin eni faktorunun təsir nisbəti 30,94% -dir. Bundan əlavə normal ehtimal qrafiki qurulmuşdur (şəkil 1). Normal ehtimal qrafiki reqressiya modeli tənliyi ilə müqayisədə fərdi dəyərlərin sapmasını xarakterizə edir. Xəttin ətrafında toplanmış nöqtələr aşağı sapma olduğunu göstərir.

Cədvəl 2.

S/N nisbətinə görə eksperiment nəticələri

İdarə olunan faktorlar		Çıxış faktoru	Taquçi metodu ilə analizin nəticələri
Kütlə, m (q)	Milin en, b (mm)	Əyinti, f (mm)	Əyintinin S/N nisbəti (dB)
500	10	1,670	-4,4543
500	15	1,106	-0,8751
500	20	0,816	1,7662
1000	10	3,416	-10,6704
1000	15	2,223	-6,9388
1000	20	1,703	-4,6243
1500	10	5,193	-14,3084
1500	15	3,383	-10,5860
1500	20	2,600	-8,2995

Cədvəl 3.

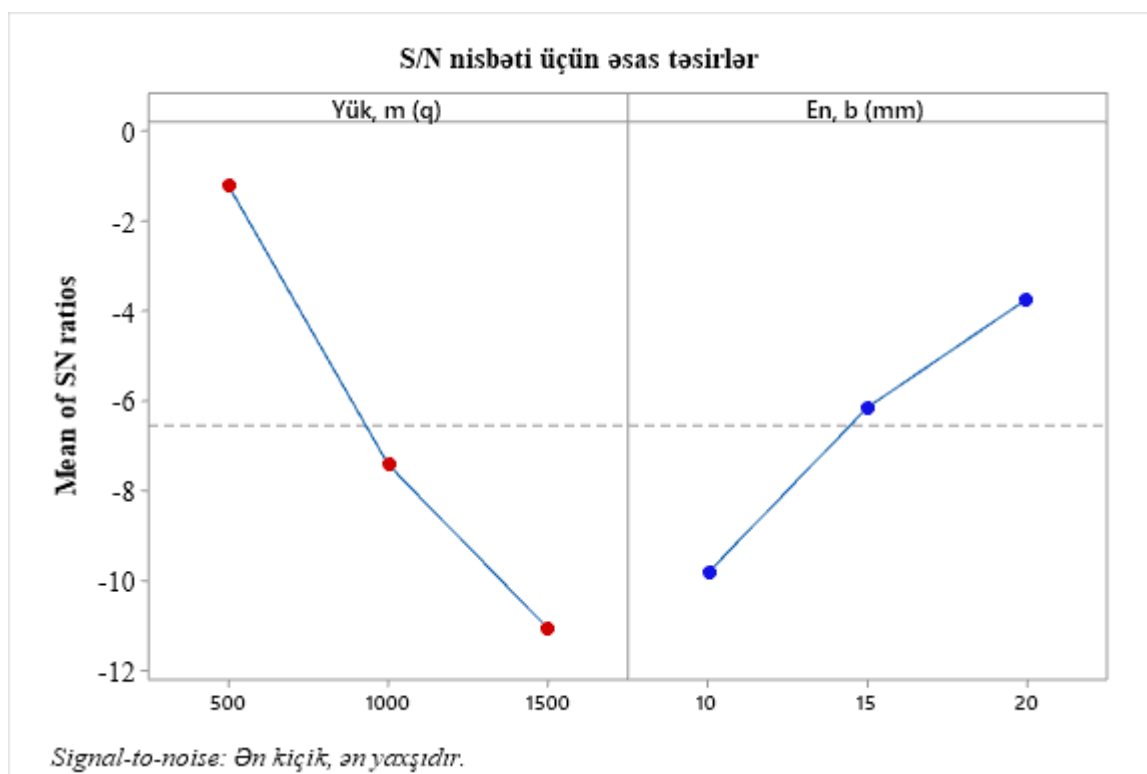
S/N və əyinti üçün cavab cədvəli

Səviyyə	Kütlə, q	en, mm
1	-1,188	-9,811
2	-7,411	-6,133
3	-11,065	-3,719
Delta	9,877	6,092
Rank	1	2

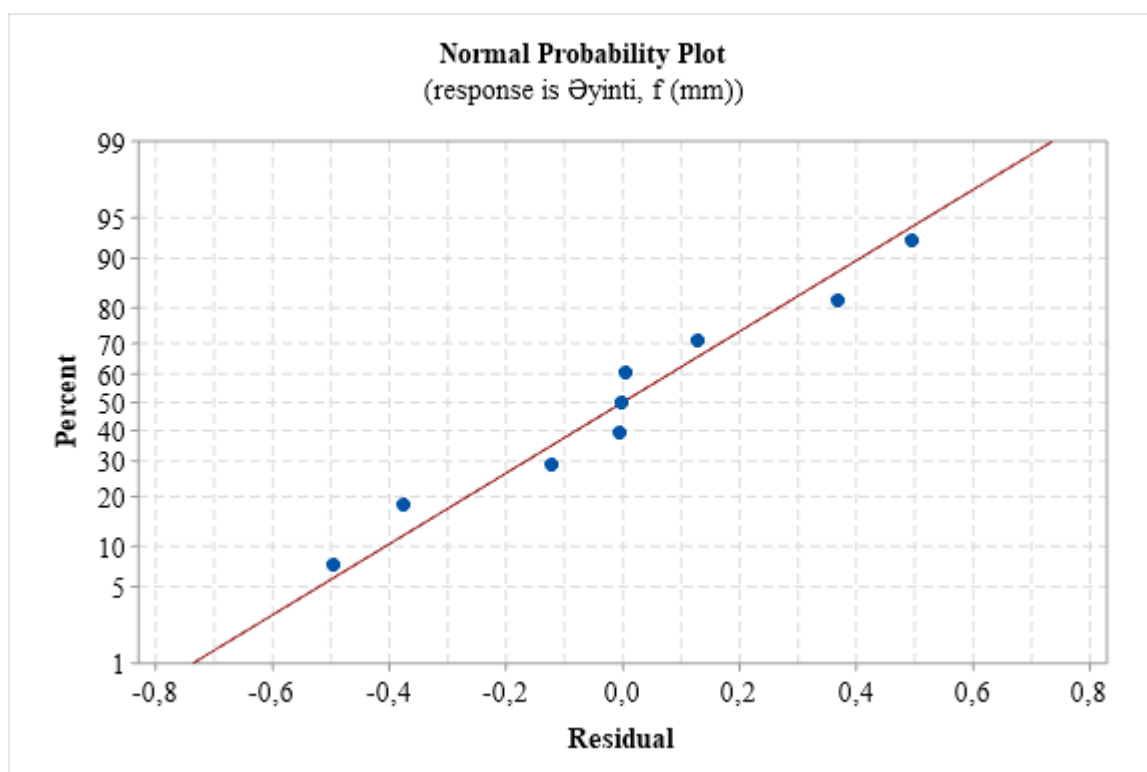
Cədvəl 4.

Əyinti üçün variasiya nəticələri

Mənbə	DF (sərbəstlik dərəcəsi)	Seq SS (kvadratların ardıcıl cəmi)	Adj SS (Kvadratların düzəldilmiş cəmi)	Adj MS (düzəliş edilmiş orta kvadratlar)	P dəyəri, Reqressiya (%)	Təsir dərəcəsi
Yük	2	9,5866	9,5866	4,7933	0,006	63,72%
Milin eni	2	4,6541	4,6541	2,3270	0,022	30,94%
Qalıq xətası	4	0,8034	0,8034	0,2008		5,34%
Cəmi	8	15,0440				100,00%



Şəkil 1. Yük və en ilə əyinti arasında qarşılıqlı əlaqə qrafiki.



Şəkil 2. Normal ehtimal qrafiki.

2.3. Regressiya analizi.

Regressiya analizi bir asılı dəyişən ilə bir və ya bir neçə müstəqil dəyişən arasında əlaqəyə malik olan müxtəlif dəyişənlərin modelləşdirilməsi və təhlili üçün tətbiq edilir. Eksperiment

nəticələrinin Minitab proqramı vasitəsilə reqressiya analizi aparılmış, normal ehtimal qrafiki və aşağıdakı reqressiya tənliyi alınmışdır.

$$F = 2,509 + 0,002528m - 0,1720b \quad (1)$$

Tənlikdən göründüyü kimi yükün kütləsinin sabitə uyğun artması ilə əyintinin qiyməti artır. Milin eninin artması ilə azalır. Bu model əsasında yükün və milin enin verilmiş qiymətləri daxilində əyintinin optimal qiymətini hesablamaq olar.

Nəticə: Bu işdə Taquci metodundan istifadə edilərək əyintinin analizi aparılmışdır. Nəticələr aşağıda verilmişdir.

1. S/N nisbətinin maksimum qiymətlərinə görə əyinti üçün milin eni və yük faktorlarının optimal səviyyələri müəyyən edilmişdir. Əyinti üçün optimal parametrlər, yük üzrə 1-ci səviyyə (500q), milin eni üzrə 3-cü səviyyə (20mm) olmuşdur.
2. Variasiya analizi ilə əyintiyə ən çox təsir edən faktorlar müəyyən edilmişdir. Belə ki, ANOVA nəticələrinə əsasən əyintiyə yükün təsir nisbəti 63,72%, milin eninin təsir nisbəti isə 30,94% olmuşdur.
3. Eksperiment nəticələrinin Minitab proqramı vasitəsilə reqressiya analizi aparılmış, əyintinin yük və milin enindən asılılığının riyazi modeli alınmışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Hüseynov Ə.M., Həsənov F.Ə. Materiallar müqaviməti. Bakı, 2014, 830 s.
2. Puskar R. Pokhrel, Bhabani Lamsal. Modeling and parameter analysis of deflection of a beam. BIBECHANA 18 (1) (2021) 75-82.
3. Osezua Obehi Ibbadode1, Ishaya Musa Dagwa , Jude Odianosen Asibor, Eghosa Omo-Oghogho. Development of a Computer Aided Beam Deflection Analysis (CABDA) Program for Simply Supported Loaded Beams. International Journal of Engineering Research in Africa Submitted: 2016-11-10 ISSN: 1663-4144, Vol. 30, pp 23-38.

РЕЗЮМЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГИБА АЛЮМИНИЕВЫХ СТЕРЖНЕЙ

Рзаев Н.С.

Ключевые слова: стержень, изгиб, отклонение, нагрузка, цилиндрическая опора.

В представленной работе исследована закономерность изменения прогиба валов из алюминиевого материала в зависимости от приложенной нагрузки и толщины стержня. Стержни размещены на цилиндрических опорах. Путем изменения ширины образца измеряется величина прогиба, в результате удара предметов различной массы. Нагрузка прикладывается к центральной части стержня. При обработке экспериментальных результатов использован метод Тагучи (по плану L9) и программа Minitab. При выборе целевой функции выбран принцип «самое меньшее – самое лучшее». Определено, что процент факторов, наиболее влияющих на прогиб, составляет 63,72 % для нагрузки и 30,94 % для ширины вала. Оптимальными параметрами нагрузки для прогиба были уровень 1 (500 г) и уровень толщины 3 (20 мм). Проведен регрессионный анализ полученных результатов и создана математическая модель изменения прогиба в зависимости от нагрузки и ширины стержня.

SUMMARY

INVESTIGATING THE DEFLECTION OF ALUMINUM RODS

Rzayev N.S.

Keywords: rod, bending, deflection, load, cylindrical support.

In the presented work, the regularity of the change of deflection in rods made of aluminum material depending on the applied load and the width of the cylinder is studied. The rods are fixed on cylindrical supports. Here, by changing the width of the sample, the deflection value caused by the impact of objects with different masses is measured. The load is applied to the central part of the body. The Taguchi method

(according to the L9 plan) and the Minitab program were used in processing the experimental results. The objective function "smaller is better" is chosen. It was determined that the percentage of the factors that most affect the strain is 63.72% for the load and 30.94% for the width of the rod. The optimal load parameters for the deflection were at level 1 (500g), and for width level 3 (20mm). A regression analysis of the obtained results is carried out, and a mathematical model of the change of deflection depending on the load and the width of the cylinder is created.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	06.04.2023
	Son variant	12.06.2023

UOT 519.226

DOI 10.54758/16801245_2023_23_2_73

SİNİFLƏNDİRMƏ MƏSƏLƏLƏRİNDƏ AYIRDEDİCİ HƏDD DƏYƏRİNİN HİSTOQRAMLARLA QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

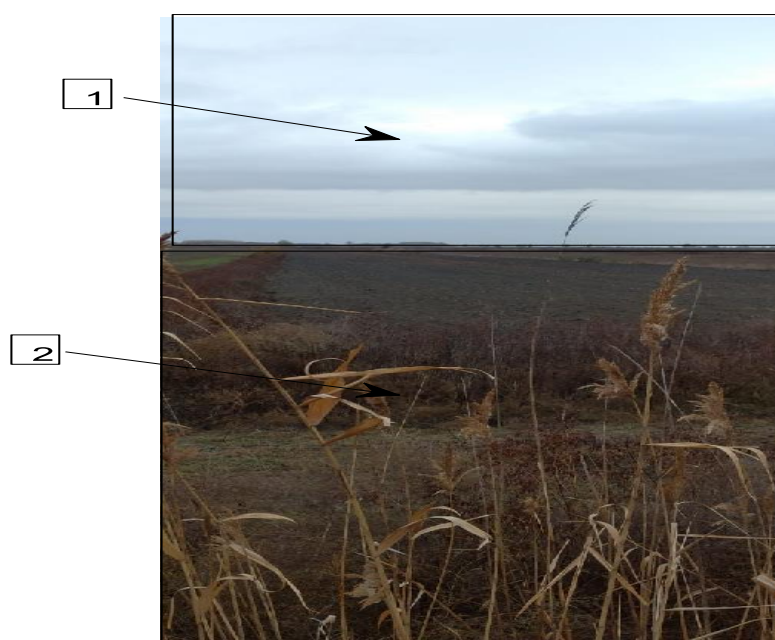
¹ZABİDOV ZAKİR CÜMŞÜD oğlu²QƏDİROVA XƏYALƏ MƏMMƏDAĞA qızı*Riyaziyyat və Mexanika İnstitutu, Bakı, Azərbaycan, 1- t.e.f.d., b.e.i., 2-doktorant*zakir_zabidov@mail.ru ; memmedagaqizi@gmail.com*Açar sözlər: təsvir, piksel, parlaqlıq, seqmentasiya, histoqram*

Giriş. Aerokosmik müşahidələrin mürəkkəb strukturu birbaşa spektral xüsusiyyətlərə əsaslanan məlumatların təhlili problemlərini effektiv həll etməyə imkan vermir. Yer səthindəki obyektlərin spektral portretləri bir çox amillərdən (relyef, torpaq növü, iqlim, coğrafi yer kimi) asılı olduğundan qeyri-stasionardır [1]. Fotoşəkildə obyektlərin seçilməsi vəzifəsi rəqəmsal təsvirlərin təhlilində ilk vəzifələrdən biridir. Obyektlərin seçilməsi üçün istifadə olunan əksər alqoritmlərdə obyektlərin konturlarının aşkarlanmasından istifadə olunur. Obyektlərin daxili elementləri (konturlardan başqa) üçün hansısa atributa görə homojenlik şərtinin ödənilməsi regionların sərhədlərini təyin etməyi asanlaşdırır. Məsələn Rastr təsvirləri üçün deyə bilərik ki, hər bir sahə eyni xüsusiyyətlərə (məsələn, parlaqlıq) malik olan nöqtələr (piksəllər) toplusudur və obyekt onların birləşdirildiyi nöqtələrdən ibarətdir. Beləliklə, təsvirin təqdimat fakturasına görə ayrıca obyekt seçmək mümkün olur [4].

Adətən, monoxrom təsvirə iki ölçülü $f(x,y)$ funksiya kimi baxılır, burada x və y təsvir müstəvisində koordinatlardır və f amplitudası bu koordinatların olduğu nöqtədə təsvirin intensivliyi və ya parlaqlığı adlanır [2]. Son zamanlar kompüterin inkişafı ilə əlaqədar fotoqrammetriyada da tədricən müxtəlif filtrlərin və görüntü çevrilmələrindən geniş istifadə olunur. Histoqramların qurulması və onların vasitəsi ilə təsvirlərin emal alqoritmlərinin yaradılmasına xüsusi önəm verilir [3]. Bir çox praktik məsələlərdə spektral təsvirlərdən istifadə edərkən yaranan əhəmiyyətli hesab edilən çətinliklərdən biri parlaqlıq qiymətinin hədd dəyərini seçimidir. Bəzən təsvir piksəllərinin parlaqlığının paylanması öyrənilməsi nəticəsində hədd dəyərini qiymətləndirilməsi mümkün olur. Hazırkı iş təsvir piksəllərinin parlaqlığının paylanması (histoqramların) təhlilinə, obyektlərin müxtəlif statistik göstəricilərinin qiymətləndirilməsi və siniflərə bölünməsinə həsr olunur.

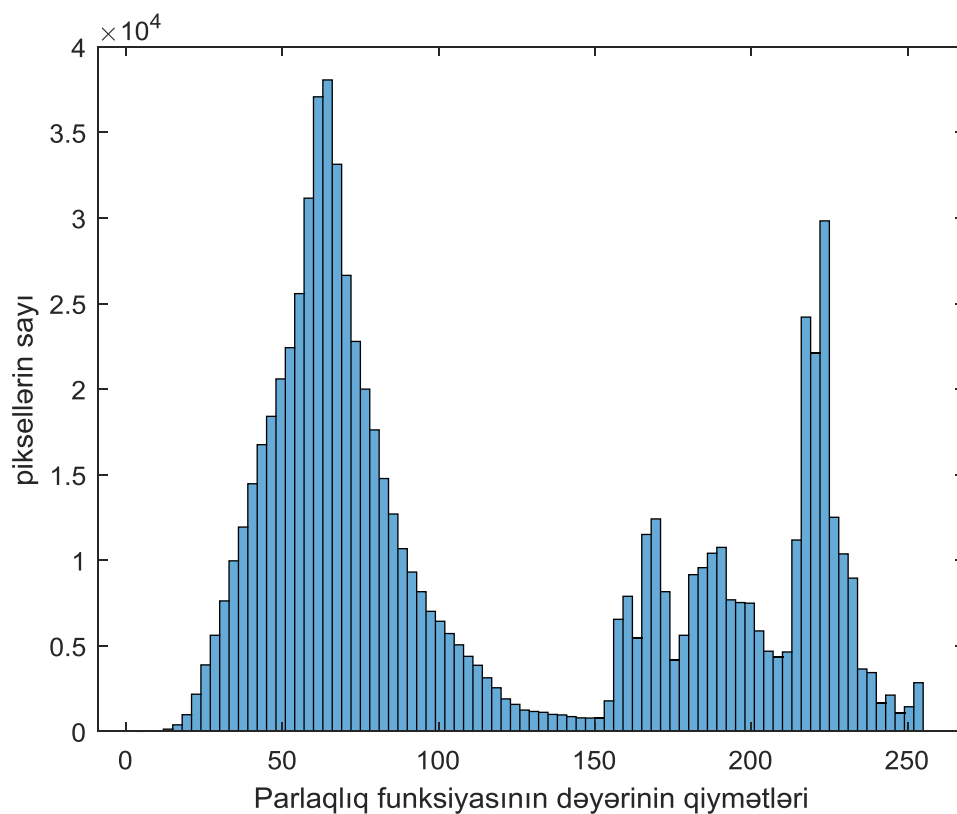
Metodik əsas və hesablama metodikası. Seqmentasiya proseduru təsvirin fraqmentlərə bölünməsidir. Şəkili fraqmentlərə bölmək üçün universal üsul yoxdur. Təsvirin xarakterindən asılı olaraq müxtəlif növ alt şəkillər (fraqmentlər) tələb olunan məsələnin həllində faydalı ola bilər. İstənilən fraqmentin məhdudlaşdırılmasının əsas üsulu verilmiş təsvirə hədd əməliyyatının tətbiq edilməsidir. Fraqment parlaqlıq qiymətinin seçilmiş həddən böyük və ya əksinə, az olan (və yaxud iki seçilmiş hədd qiymət arasında) nöqtələr toplusu ola bilər. Parlaqlığın dəyərini paylanması adətən fraqmentin parlaqlığına uyğun bir zirvəyə malikdir. Sonra fraqmenti təcrid etmək üçün bu zirvənin hər iki tərəfində yerləşən paylanmanın yerli minimumlarına uyğun gələn hədləri seçmək lazımdır (moda metodu) [4]. Həddi təyin etməyin başqa bir üsulu, nöqtələrin fraqmentə aidiyyətini ardıcıl olaraq yoxlamaqdır.

Hesablamaların nəticələri. Bu elmi tədqiqat işində, RGB formatında olan 1280×605 ölçüdə olan təsvirlərdən istifadə olunur. Təsvir şəkil 1-də verilmişdir.



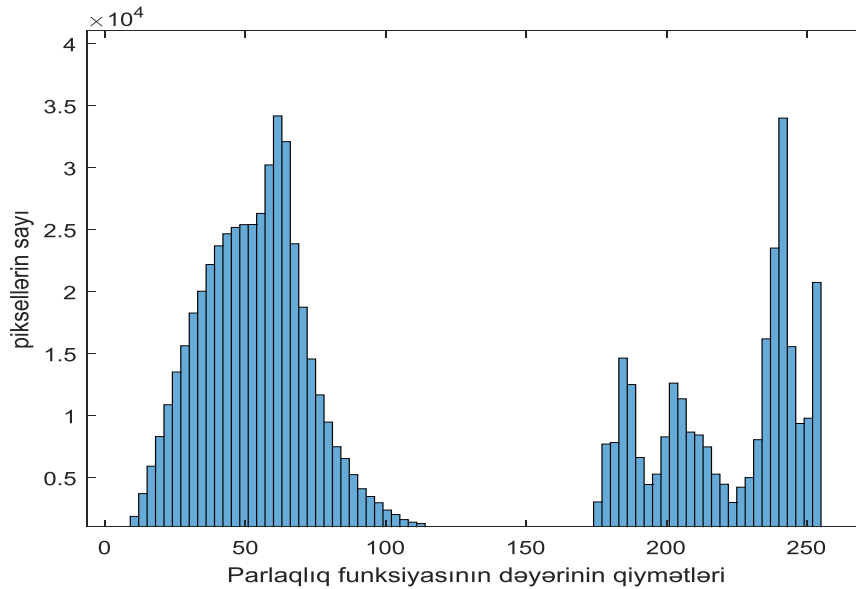
Şəkil 1. Ərazinin təsviri

Vüqzal olaraq təsvir 2 fraqmentdən ibarətdir. Bunlar Göy səmasının və yersəthinin təsvir fraqmentləridir. RGB formatında olan təsvir spektral (Red, Green, Blue) monoxromatik təsvirlərə ayrılmış və onların histqramları qurulmuşdur. Göstərilən spektral monoxromatik təsvirlərin histqramları Şəkil 2-4-də verilmişdir.



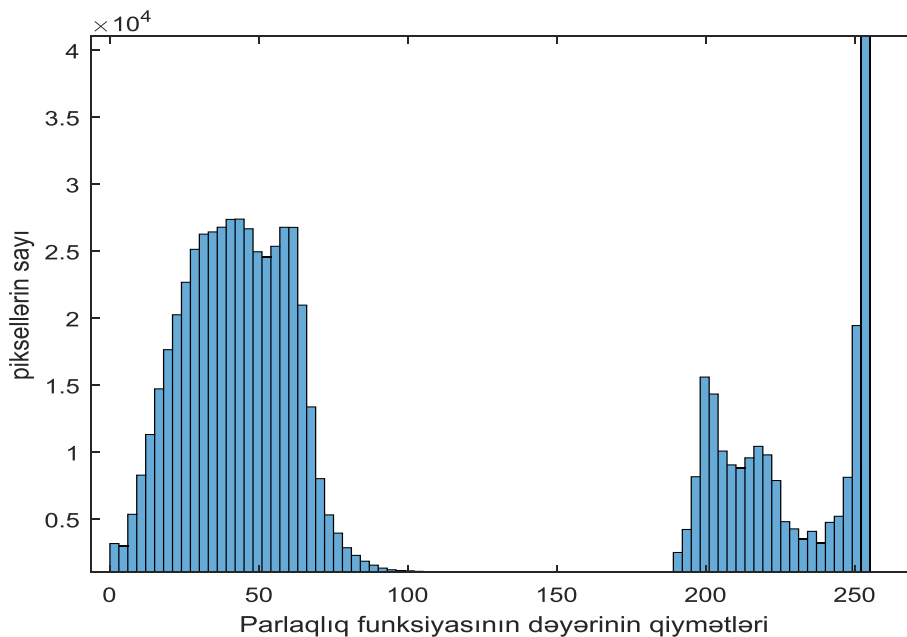
Şəkil 2. Red spektral monoxromatik təsvirin histqramı

Şəkil 2-də görünür ki, Red spektral monoxromatik təsvirin yer səthi fraqmentinə aid olan hissəsində parlaqlıq funksiyasının qiymətləri 30-130 aralığında olmaqla normal paylanma qanunu ilə təsvir olunur və dəyəri təxminən 75 olan bir zirvəyə (modaya) malikdir. Təsvirin səma fraqmentinə aid olan hissəsində parlaqlıq funksiyasının qiymətləri 150-250 aralığında olur və bir-neçə zirvəsi mövcuddur.



Şəkil 3. Green spektral monoxromatik təsvirin histqramı

Şəkil 3-dən görünür ki, Green monoxromatik spektral təsvirin yer səthi fraqmentinə aid olan hissəsində parlaqlıq funksiyasının qiymətləri 5-120 aralığında olmaqla və dəyəri təxminən 65 olan bir zirvəyə (modaya) malikdir. Təsvirin səma fraqmentinə aid olan hissəsində parlaqlıq funksiyasının qiymətləri 180-250 aralığında olur və bir-neçə zirvəsi mövcuddur.



Şəkil 4. Blue spektral monoxromatik təsvirin histqramı

Şəkil 4-dən görünür ki, Blue monoxromatik spektral təsvirinin yer səthi fraqmentinə aid olan hissəsində parlaqlıq funksiyasının qiymətləri 0-95 aralığında dəyərə malikdir. Təsvirin səma fraqmentinə aid olan hissəsində parlaqlıq funksiyasının qiymətləri 190-250 aralığında olur və bir-neçə zirvəsi mövcuddur.

Qurulan histogramlardan görünür ki, hər üç spektral kanalda təsvirin fərqli fraqmentlərini (yer səthi və səma fraqmentləri) bir-birindən ayıran parlaqlıq funksiyasının dəyər almadığı intervallar mövcuddur. Başqa sözlə təsvir üzərində parlaqlıq funksiyasının dəyərinin bu intervallara aid olan pikselləri mövcud deyildir. Buradan alınır ki, parlaqlığın paylanma funksiyası bu intervallarda sıfıra bərabərdir. Bu Red kanalı üçün (150-180), Green kanalı üçün (125-175), Blue kanalı üçün (95-190) intervallarıdır. Bu interval parçaların uzunluğu Red üçün $d=30$, Green üçün $d=50$, Blue üçün $d=95$ -dir. Aydın ki, bu hər bir parlaqlıq dəyərinin bu intervala düşmə ehtimalı $P_d=d/256$ olar. Onda Red üçün $P_d=30/256$, Green üçün $P_d=50/256$, Blue üçün $P_d=95/256$ -dir. Nəzərə alsaq qeyd olunan intervallar təsvirdəki fərqli fraqmentləri (yer səthi və səma fraqmentləri) bir-birindən ayırır. Blue kanalı üçün $P_d=95/256$ qiyməti Red və Green üçün P_d -sindən böyük olduğuna görə göstərilən fraqmentləri ayırmaq üçün Blue monoxromatik təsvirindən istifadə daha məqsədlidir.

Nəticə. Təsvirin fərqli fraqmentlərini (yer səthi və səma fraqmentləri) bir-birindən ayıran parlaqlıq funksiyasının dəyər almadığı intervallar mövcuddur. Bu Red kanalı üçün (150-180), Green kanalı üçün (125-175), Blue kanalı üçün (95-190) intervallarıdır. Blue kanalı üçün $P_d=95/256$ qiyməti Red və Green üçün P_d -sindən böyük olduğuna görə göstərilən fraqmentləri ayırmaq üçün Blue monoxromatik təsvirindən istifadə daha məqsədlidir.

***Bu iş Azərbaycan Elm Fondunun maliyyə dəstəyi ilə yerinə yetirilmişdir –
Grant № AEF-MQM-QA-1-2021-4(41)-8/02/1-M-02***

ƏDƏBİYYAT

1. Zabıdov, Z. C. O. Spektral təsvirlər əsasında müxtəlif relyefli ərazilərin bitki örtüyünün qiymətləndirilməsi / Z.C.Zabidov, X.M. Qədirova, S.Ə.Əhmədov // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2022. – Vol. 22, No. 3. – P. 83-88. – DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_83. – EDN JZQAAC. <https://elibrary.ru/item.asp?id=50023143>
2. Доля П.Г. Методы обработки изображений. Харьковский Национальный Университет, механико – математический факультет, 2013, сс.145
3. Баврина А.Ю., Ильясова Н.Ю., Куприянов А.В., Храмов А.Г. Исследование фотограмметрических изображений с помощью матриц вероятностного распределения яркости, Самарский государственный аэрокосмический университет, Журнал «Компьютерная оптика», 2002, сс. 62-65.
4. В.Т. Фисенко, Т.Ю. Фисенко, Компьютерная обработка и распознавание изображений: учеб. пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2008, сс 195.

РЕЗЮМЕ

ГИСТОГРАММНАЯ ОЦЕНКА ЗНАЧЕНИЯ ДИСКРИМИНАТОРНОГО ПОРОГА В ЗАДАЧАХ КЛАССИФИКАЦИИ

Забидов З. Дж., Гадирова Х.М.

Ключевые слова: изображение, пиксель, яркость, сегментация, гистограмма.

В настоящей работе построены гистограммы распределения значения яркости в спектральных изображениях и показано, что существуют интервалы, где функция яркости, разделяющая разные фрагменты изображения, не имеет значения. Проведен сравнительный анализ порогового значения функции яркости в интервалах, разделяющих разные фрагменты изображения в Красном, Зеленем и Синем спектральных каналах.

SUMMARY
HISTOGRAM ESTIMATION OF THE DISCRIMINATORY THRESHOLD VALUE IN
CLASSIFICATION PROBLEMS

Zabidov Z.J, Gadirova Kh.M.

Keywords: *image, pixel, brightness, segmentation, histogram.*

In the presented work, histograms of the distribution of the brightness value in spectral images are constructed and it is shown that there are intervals where the brightness function separating different image fragments does not matter. A comparative analysis of the threshold value of the brightness function in the intervals separating different fragments of the image in the Red, Green and Blue spectral channels has been carried out.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.03.2023
	Son variant	30.05.2023

ÇEVİK LAYİHƏLƏNDİRMƏ SİSTEMİNİN İNTERFEYSİ ƏSASINDA SƏNAYE ROBOTUNUN ELEMENTLƏRİNİN SEÇİLMƏSİ

SƏFƏROVA TƏRANƏ AĞA qızı [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Sumqayıt, Azərbaycan, tex.f.d., baş müəllim
tarana.safarova.70@mail.ru

Açar sözlər: avtomatlaşdırılmış layihələndirmə, interfeys, konstruktor, intiqal, mühərrik, sənaye robotu, menyu prosedurları.

Bildiyimiz kimi müxtəlif sənaye sahələrində texniki sistemlərin elementlərindən istifadə olunur. Bunlara misal olaraq maşınqayırma sənayesində geniş istifadə olunan sənaye robotlarını, manipulyatorları, yüksək səviyyəli rəqəmsal proqramlarla idarə olunan dəzgahları, texniki sistemləri misal göstərmək olar. Bu sahədə çevik layihələndirmə sistemində obyektin idarəetməsini və icra funksiyalarını təmin etmək üçün texniki vasitə kimi intiqaldan istifadə olunur. Texnoloji prosesin idarəetmə sisteminin etibarlı və məhsuldar işinin təmin olunması, intiqalın tipinin dəqiq seçilməsindən asılıdır. Dəqiq seçilmiş intiqalın avtomatlaşdırılması xüsusi praktiki əhəmiyyət kəsb edir [1,2].

İlkin mərhələdə hər bir intiqalın çevik avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi üçün ümumi bir funksiya müəyyənləşdirilir:

$$W = \text{extr} (F_1(X), F_2(X), \dots, F_n(X)) \quad (1)$$

Burada intiqalın hesabat parametri kimi $\{X_i\}$ – götürülür.

$F_1(X)$ - gücünü təyin etmək üçün, (X_1) - intiqalın çıxışda tətbiq olunan obyektinin hərəkət sürətini; (X_2) - tətbiq olunan obyektin gücünü; ilkin parametrləri və (η) - faydalılıq əmsalını vermək lazımdır:

Aşağıdakı düsturda tələb olunan elektrik mühərrikinin gücü göstərilir:

$$F_1(X) = \frac{X_1 \cdot X_2}{\eta} \quad (2)$$

Elektrik mühərrikinin tipi (2) ifadəsindən alınan nəticəyə görə seçilir.

Daha sonra verilənlər bazasında elektrik mühərriklərinin modelləri və texniki xarakteristikaları yazılır:

adı (Z_i)	güc (g_i)	nominal dövrlər sayı (n_i)	çıkış valın diametri (d_i)
model [AOP353	12	1330	35]
model [AOP355	14	1340	35]
model [AOP357	16	1350	40]
model [AOP359	18	1360	45]

Verilmiş bazadan götürülən mühərrikin seçilmə alqoritmi aşağıdakı formada yazılır [3,4]:

Əgər (tələb olunan güc ($F_1(X) = g_i$) $\rightarrow \min$) olarsa

Onda ($F_1(X) = g_i^1$ və $\{Z_i\}$ adlı elektrik mühərrikinin parametrləri

$g_i^1 \in \{g_i\}$ parametrlərinə uyğun olaraq seçilsin).

Seçilmiş elektrik mühərrikindən sonra isə reduktorun həndəsi parametrləri hesablanır.

Standart olaraq verilənlər bazasından bir-birinə uyğun gələn sabit həndəsi parametrlər seçilir [3,4].

Cədvəl 1-də asinxron elektrik mühərriki üçün 4 tipdə olan parametrlər göstərilmişdir :

Cədvəl 1.

Qabarit ölçülər	AOP353	AOP355	AOP357	AOP359
L- maksimal olan qabarit uzunluğu	110	115	125	140
D_{g-} (giriş valın diametri)	10	10	15	20
$D_{ç-}$ (çıkış valın diametri)	15	15	20	25
D (mühərrikin xarici diametri)	70	70	80	90

Cədvəldən daha yaxın alınan qiymətə uyğun olaraq standart dx_i diametri seçilir:

Əgər (xarici bölücü diametr ($F_2(X) - dx_i$) $\rightarrow \min$),

Onda ($F_2(X) = dx_i^1$)

$dx_i^1 \in \{ dx_i \} = \{ 80, 85, 95, 100, \dots \}$ olacaqdır.

Produksiya alqoritmi mühərrikin xarici konusunu $F_3(X)$ və dişli çarxın diametrini $F_4(X)$ təyin etmək üçün qurulur [3,5]:

Əgər ($X_0 = 4$)

& ($X_3 = 120$)

& ($X_4 = X_3 * X_1$)

Onda ($F_3(X) = 0.6 * X_0 \sqrt{X_3^2 + X_4^2}$)

& ($F_4(X) = X_0 * X_3$).

Burada xarici çevrə modulu kimi X_0 – götürülür.

Eləcədə ($X_0 \in \{X_{0i}\} = \{1, 1.7, 2, 2.7, \dots\}$) bərabər olur;

X_3 – aparıcı çarxın dişlərinin sayı ($X_3 \in \{X_{3i}\}$);

$X_{0i} = \{ 93, 94, \dots, 370 \}$; $X_{3i} = \{ 15, 17, 20, \dots, 40 \}$.

Informasiya-axtarış alqoritmi mühərrikin həm mufta həm də dişli çarx altı vallarının diametrini seçmək üçün tərtib edilir:

Əgər (seçilmiş olan mühərrikin çıxış valının diametri $d_{ç}$) olarsa,

Onda (mufta altı üçün olan aparıcı valın diametri $F_6(X) = 0.7 * d_{ç}$)

& (diyircəkli yastıq altı aparıcı valın diametri $d_p = F_6(X) + 6$)

(çarx altı aparıcı valın diametri $d_{aç} = d_p + 7$)

Əgər (aparılan valın diametri $d_{ap} = \sqrt[3]{\frac{f_1(X) \cdot \eta \cdot 30 \cdot U}{\pi \cdot g_i \cdot 0.2 \cdot 25}}$)

Onda ($d_{ap} \rightarrow \text{int}(d_{ap})$)

& (dişli çarx altı valın diametri $d_{ap1} = \text{int}(d_{ap}) + 5$)

& (diyircəkli yastıq altı valın diametri $d_{ap2} = \text{int}(d_{ap}) + 5$)

Aparıcı vallarda verilənlər bazası diyircəkli yastıqları seçmək üçün yaradılır:

Marka Daxili diametr	Xarici diametr (d_o)	Eni
diyircəkli yastıq (6205	16	25
diyircəkli yastıq (6207	17	30
diyircəkli yastıq (6203	20	41
diyircəkli yastıq (6206	24	62
diyircəkli yastıq (6208	32	68
diyircəkli yastıq (6209	35	75
		11),
		12),
		14),
		15),
		16),
		17).

Aşağıdakı məntiqi ifadəyə uyğun olaraq diyircəkli yastıqlar seçilir:

Əgər (d_0),

Onda (diyircəkli yastıq $\rightarrow$ marka)

Əgər (d_{ap}),

Onda (diyircəkli yastıq → marka).

Hər hansı bir seçilmiş diyircəkli yastıqların başqa parametrlərini də seçmək üçün verilənlər bazasında :

? (620, Marka, Daxili diametr, Xarici diametr, Eni) - sorğu aparılır:

Diyircəkli yastıqların valda yerləşmə sxemində əsas parametrlər kimi yastığın daxili diametri Dd ; yastığın xarici diametri – Dx və yastığın eni B - seçilir.

İstehsalatda icra mexanizmi kimi sənaye robotunun qolunu , manipulyatorun xətti və fırlanma yerdəyişmələrini göstərmək olar. İcra mexanizmində hər hansı bir elementin seçilməsi üçün riyazi və məntiqi üsullardan istifadə edərək alqoritm qurulması lazım gəlir. Sənaye robotunun bu məqsədlə də hər bir hərəkət marşrutuna uyğun olan icra mexanizminin təyin olunmuş parametrləri seçilir [3,5,7].

Nümunə olaraq «RIMP- 401» tipli sənaye robotu seçilir. Dönmə hərəkəti üçün 3-ölçülü fəzada Z koordinatına uyğun porşenin sahəsi və a_g giriş, a_c çıxış keçid kəsiklərinin sahələri müəyyən edilərək aşağıdakı məntiqi ifadə ilə yoxlanılır:

$$\text{Əgər} (a_1 = \frac{755 P_m}{F V_2} = 72 \text{ və } a_2 = \frac{P_m}{F_i} = 6.4, \text{ burada } F=10.5 \text{ H}),$$

Onda (porşenin a_g giriş və a_c çıxış keçid kəsiklərinin sahələri aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$a_g = \frac{u}{a_1}; \quad a_c = \Omega a_g),$$

Burada Z oxu boyunca «RIMP- 401» tipli sənaye robotunun xətti yerdəyişmə sürəti $V_1 = 0.5$ m/s

Y oxu boyunca «RIMP- 401» tipli sənaye robotunun xətti yerdəyişmə sürəti;

$$V_2 = 0.5 \text{ m/s}$$

Z oxu ətrafında «RIMP- 401» tipli sənaye robotunun dönmə sürəti;

$$V_3 = 120^\circ/\text{s}$$

Cədvəl 2 də F – texniki obyektin icra mexanizminin gücü verilmişdir.

Cədvəl 2.

İcra mexanizmin tipi	İşçi həcm	Nominal fırlanma momenti	Porşenin diametri $d_g = d_c$ (mm)	Porşenin uzunluğu L (mm)
E43G18-14	30	390	80	520
E43G18-16	50	880	100	565
E43G18-17	70	1350	130	670
E43G18-16	150	1600	140	800
E43G18-18	230	1900	165	820

Cədvəldən göründüyü kimi

Əgər (intiqaalın giriş və çıxış kanalları bərabərdirsə),

Onda (maqistralda olan təzyiq $p_m = 0.5 \text{ Mpa}$) olacaq.

Əgər (porşenin dayanıqlıq şərti

$$\delta = V_2 \sqrt{\frac{10^3 m_i}{F l_0}} = 0.24 \leq 0.25$$

Burada $F = 10.5 \text{ H}$, $V_2 = 0.5 \text{ m/s}$ -sənaye robotunun sərbəstlik dərəcəsinə görə ödənilir.

Əgər (intiqaalın silindri birtərəflidirsə),

Onda ($\Omega = 0.5 \Rightarrow u = 10.5$ & $1/x = 1.5$)

porşenin sahəsi

$$Sp = \frac{1}{x a_2} = 0.234 \text{ m}^2$$

Əgər (intiqaalın silindri 2 tərəflidirsə),

Onda ($\Omega = 1 \Rightarrow u = 9.5$ & $1/x = 0.95$) $\wedge$
porşenin sahəsi

$$Sp = \frac{1}{x a_2} = 0.15 \text{ m}^2$$

$li \Rightarrow \{\Delta l, \Delta h, \phi l\}$; $mi = A_i l_0 \rho_i = 0.003$

burada $A_i = \pi R b^2 = 3.14 * 0.04 * 0.04 = 0.005 \text{ m}^2$ SR-in irəli və ya geri hərəkət edən bənd kəsiyinin sahəsidir.

($R_b = 0.04 \text{ m}$); $l_0 = 1.2 \text{ m}$ bəndin uzunluğudur;

$\rho_i = 0.5$ irəli və ya geri hərəkət edən bəndin materialının tutumudur.

Sənaye robotunun intiqalının a_g , a_c giriş və çıxış diametrlərini təyin etmək üçün aşağıdakı məntiqi alqoritm tərtib edilir:

$$\text{Əgər} \left(a_g = \frac{u}{a_1} = 0.146 \right) \\ a_c = \Omega a_g = 0.073$$

Onda (intiqaalın a_g , a_c giriş və çıxış diametrləri

$$d_g = d_c = \sqrt{\frac{a_c}{\pi}} = 0.15 \text{ m}.$$

Alınmış diametrlərin qiymətləri

($\text{round}(dg) - dsg \rightarrow \min$, ($\text{round}(dc) - dsc \rightarrow \min$

yuxarıda göstərilmiş şərtlərlə yoxlanılır. Cədvəl 2-dən E43G18-26 adlı standart pnevmatik intiqal seçilir.

Çevik layihələndirmə sisteminin (ÇLS) interfeysi əsasında sənaye robotunun elementlərinin seçilməsi zamanı aşağıdakı nəticələr alınmışdır:

- ÇLS-in interfeysi əsasında texniki obyektlərinin aktiv elementlərinin seçilməsi, verilənlər bazasının yaradılmış və məntiq seçim alqoritmləri informasiya-axtarış prosedurları əsasında işlənmişdir.
- Texniki obyektlərin elementlərinin seçilməsi üçün sənaye robotunun hərəkət trayektoriyasını mövqeləşdirərək icra edən vericilər və müxtəlif tipli intiqalların məntiqi seçim alqoritmləri işlənmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Ələkbərli, F.H. Rəqəmsal idarəetmə sistemləri. Dərs vəsaiti/ F.H.Ələkbərli, Ə.H.Nağıyev. – Sumqayıt, –2011, –s.120 .
2. Mammadov, J.F. Application of the intelligence and mathematical models for computing design of the flexible manufacturing module / J.F.Mammadov, A.H.Huseynov. Applied and computational mathematics, An International Journal, –Volume 2, №1, –2003, –p. 42-47
3. Əhmədov, M.A. Çevik istehsalat modulunun kompüter layihələndirilməsi üçün proqram təminatının işlənməsi / M.A.Əhmədov, C.F.Məmmədov, N.C.Suleymanov [və b.] //AzTU-nun Elmi Əsərləri. –XI cild, №3, –Bakı: – 2002, –s. 23-29
4. Əhmədov M.A. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərində verilənlər bazası və biliklər bazası / M.A.Əhmədov, C.F.Məmmədov, X.M.Heydərov //–Sumqayıt, –2007, –s.164

5. Əhmədov, M.A. Texniki sistemlərin avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi / M.A.Əhmədov, C.F.Məmmədov, A.H.Hüseynov, –Bakı, –2011,–s. 202
6. Əhmədov, M.A. “Avtomatlaşdırılmış layihələndirilmə sistemlərinin təminatlar arxitekturası” fənnindən laboratoriya dərslərinin aparılmasına dair metodik göstərişlər / M.A.Əhmədov, C.F.Məmmədov. –Sumqayıt : SDU, –2003, –88 s.
7. Əhmədov M.A. Çevik istehsalat modulunun funksional təhlili./ Əhmədov M.A., Məmmədov C.F., Hüseynov A.H., Məmmədov S.V// Elmi Əsərlər, –XI cild, №1, –Bakı, –2002, –s.12-18
8. Hüseynov, A. H. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin paylanmış heterogen verilənlər bazalarına əsaslanan biliklər bazasının təşkili üçün multiagent sistemin işlənməsi / A.H. Hüseynov, M.R. Səlimova // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2022. – Vol. 22, No. 3. – P. 60-65. – DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_60. – EDN NOJWBO. <https://elibrary.ru/item.asp?id=50023139>

РЕЗЮМЕ

ВЫБОР ЭЛЕМЕНТОВ ПРОМЫШЛЕННОГО РОБОТА НА ОСНОВЕ ИНТЕРФЕЙСА СИСТЕМЫ ГИБКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Сафарова Т.А.

Ключевые слова: *автоматизированное проектирование, интерфейс, конструктор, трансмиссия, двигатель, промышленный робот, процедуры меню*

В машиностроении широко используются промышленные роботы, манипуляторы, машины, управляемые цифровыми программами высокого уровня, сложные технические системы, считающиеся элементами автоматических транспортных устройств. В данной сфере к транспорту относят технические средства, обеспечивающие реализацию функций управления гибким объектом проекта. Обеспечение надежной и продуктивной работы системы управления технологическими процессами зависит от правильного выбора типа трансмиссии. Автоматизация точно подобранной трансмиссии имеет особое практическое значение.

SUMMARY

SELECTION OF INDUSTRIAL ROBOT ELEMENTS ON THE BASIS OF THE INTERFACE OF THE FLEXIBLE DESIGN SYSTEM

Safarova T.A.

Key words: *computer-aided design, interface, constructor, transmission, engine, industrial robot, menu procedures.*

In mechanical engineering, industrial robots, manipulators, machines controlled by high-level digital programs, complex technical systems, which are considered elements of automatic transport devices, are widely used. In this area, transport includes technical means that ensure the implementation of the functions of managing a flexible project object. Ensuring reliable and productive operation of the process control system depends on the correct choice of transmission type. Automation of a precisely matched transmission is of particular practical importance.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	13.04.2023
	Son variant	05.06.2023

CAD MÜHİTİNDƏ İNTELLEKTUAL AVTOMATLAŞDIRILMIŞ LAYİHƏLƏNDİRMƏ SİSTEMİNİN TƏŞKİLİ ÜSULLARININ İŞLƏNMƏSİ

CAVADOVA SEVİNC RƏHMƏTULLA qızı [ORCID](#)

Sumqayıt Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan, assistant

sevinc1973@bk.ru

Açar sözlər: CAD sistemi, multiagent sistem, layihələndirmə, süni intellekt, intellektual layihələndirmə.

Süni intellektin klassik nəzəriyyəsi bütün zəruri biliklərə və ehtiyatlara malik bir intellektual sistemlə məsələlərin həllinə əsaslanır. Maşınqayırmanın layihələndirmə problemlərinə tətbiqinə belə yanaşma sadə obyektlərin, məsələn, kəsici alətlərin, işlənməsi üçün istifadə edilə bilər. Mürəkkəb obyektlərin layihələndirilməsi tərkibində çoxsayda şöbələr olan konstruktor bürolarında yerinə yetirilir ki, onlarında hər biri müəyyən sinif qovşaqların layihələndirilməsinə cavabdehdir. Bu təşkilati sxem multiagent sistemlərin quruluşuna uyğundur.

Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin intellektuallığının yüksəldilməsi və həmçinin, keyfiyyətli layihə həllərinin alınması məqsədi ilə süni intellekt vasitələrinin CAD sistemlərə tətbiqi sürətlə inkişaf etdirilir. Bu məsələnin aktuallaşması layihələndirmə proseslərinə yeni üsul və yanaşmaların tətbiqini zəruri edir və nəticədə avtomatlaşdırılmış layihələndirmə prosesini daha da intellektuallaşdırmaq üçün yeni obyekt təyinatlı proqram kompleksləri işlənir [1,2]. Baxılan işdə çoxagentli texnologiyanın CAD sistemlərə tətbiqi imkanları öyrənməklə çoxagentli avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin qurulması məsələlərinə baxılır.

Multiagent sistemi (MAS) nəzəriyyəsi fərz edir ki, hər bir agent qoyulan məsələnin bir hissəsini ifadə edir və onun hər hansı altməsələsini həll etmək qabiliyyətinə malikdir. Ona görə hər hansı mürəkkəbliyə malik problemin həlli üçün agentlərin qarşılıqlı əlaqəliliyi tələb olunur. Hər bir agentin biliklərinin tələblərinə uyğun təyinatla görə məsələlər paylanır. Qoyulmuş məsələlərə və ya məqsədə və agentin imkanına görə aparılan paylanma süni intellektin paylanmış məsələ həlli sistemin ayırır. Bu halda ilkin məsələnin dekompozisiya prosesinin və kompozisiyanın tərs prosesinin aldığı həllər mərkəzləşdirilmiş xarakterə malikdir [3]. Bu zaman MAS yuxarıdan aşağıya, ümumi məsələnin bir-birinə nisbətən asılı olmayan alt məsələlərə və onlara uyğun agentlərə bölünməyə əsaslanmaqla layihələndirilir. MAS paylanmış məsələlər həlli kimi qurula bilər. Onların əsası yuxarıdan aşağıya layihələnilən agentlərin metasistem iyerarxiyasından ibarətdir.

MAS aşağıdakı əsas komponentlərdən ibarətdir:

- Aktiv vahidlər- digər agentlərlə alt çoxluğu ilə manipulyasiya edən agentlər alt çoxluğundan ayrılan sistem vahidləri çoxluğu və passiv vahidlər-obyektlər;

- Mühit, yəni, agentlərə və obyektlərə malik hər hansı fəza;
- Agentlər arasındakı münasibətlər(qarşılıqlı əlaqə);
- Agentlər və obyektlərlə formalaşdırılaraq təşkil olunan quruluşlar çoxluğu;
- Agentlərə və tam halda sistemə tapşırılan evalyusion strategiyalar çoxluğu.

Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sisteminin (ALS) yuxarıda izah olunan formal modelini MAS kimi belə təsvir etmək olar:

$$MAS = \langle A, U, E, R, ORG, EV \rangle,$$

Burada A-ALS-in agentlər çoxluğu; U-məxsusi intensional xarakteristikaya malik olmayan obyektlər çoxluğu; $E=\{e\}$ – ALS-in yerləşdiyi mühit; R-ALS-in agentləri arasındakı qarşılıqlı əlaqə çoxluğu; ORG –agentin konkret funksiyalarına uyğun baza təşkilatı quruluş çoxluğu; EV- tam halda ALS-in və agentlərin tapşırıqlarının evolyusion strategiyalar çoxluğu.

Çoxagentli ALS-də A agentlər çoxluğu layihələndirmə zamanı obyektlərin işlənməsinə və onların işlənməsi vəsaitlərinə aid olan yığım vahidləri və detallardan təşkil olunur.

Passiv obyektlər kimi konstruksiya ierarxiyasının aşağı səviyyəsində yerləşən detal formalarının strukturlaşmamış elementləri çıxış edir (silindr, faska, kanavkalar və s.). Bu obyektlər mexaniki emala keçidlərin layihələndirilməsi üçün zəruri biliklərə malikdir.

Mühit kimi $E=\{e\}$ çoxagentli ALS siniflərin nüsxələri çoxluğundan ibarət obyektin layihəsinin işlənməsidir.

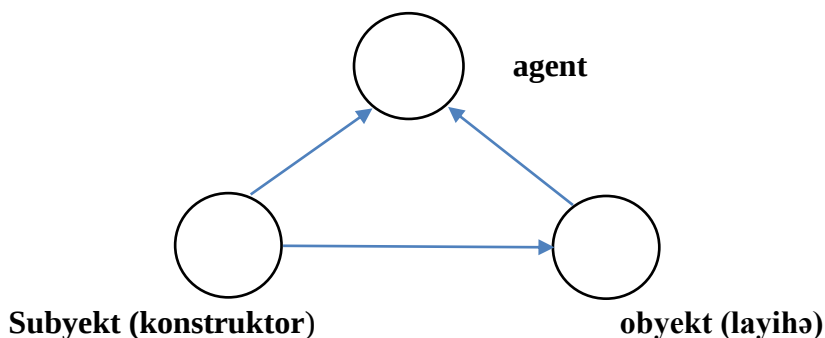
ALS-in agentləri arasındakı R qarşılıqlı əlaqə çoxluğu agentlərin və obyektlərin xassələrinin idxal və ixrac qraflarının tilləri ilə təyin olunur. Qeyd olunduğu kimi, bu qarşılıqlı təsir şaquli və üfiqi xarakter daşıyır. Şaquli qarşılıqlı təsir ORG təşkilatı strukturlu ierarxiyaya malik bir-biri ilə əlaqəli agentlər arasında, üfiqi isə ierarxik əlaqələnməyən agentlər arasında yerinə yetirilir.

Çoxagentli ALS-də ORG təşkilatı quruluş-ierarxik metasistemdir ki, VƏ/VƏ YA qrafı ilə modelləşdirilir.

EV evolyusion strategiyalar çoxluğu mümkün həllər çoxluğundan ən yaxşı həllərin axtarışı ilə əlaqəlidir. Bura da genetik alqoritmlərdən də istifadə edilə bilər.

Baxılan konsepsiyanın reallaşdırılması üçün zəruri metodiki əsas çoxagentli sistem nəzəriyyəsindən ibarətdir. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin problematikasına tətbiqə nəzərən bu nəzəriyyə spəsfik xüsusiyyətlərə malikdir. Subyekt-obyekt yanaşması nöqtəyi nəzərən ALS-də layihənin işlənməsi ilə məşğul olan mühəndis subyekt hesab olunur. Ənənəvi passiv ALS-lərdən istifadə edilərkən biz xətti subyekt-obyekt sxemində malik oluruq. Bu sxemdə ALS alət kimi çıxış edir. ALS yaranana qədər konstruktor primitiv alət vasitələrindən istifadə edirdi[4,5].

Çoxagentli ALS-dən istifadə etməklə subyekt-obyekt sxemində prinsipial dəyişikliklər əmələ gəldi, o xətti sxemdən üçbucaq formaya çevrildi. (şəkil) Bu zaman ALS passiv alətdən aktiv tərəfdaşa çevrilir, hansı ki, müəyyən olunmuş funksiyaları və tapşırıqları analiz edir və yerinə yetirir. Agent aktiv obyekt və ya metaobyekt hesab edilir ki, hansı ki, başqa obyektlərlə, məqsədə çatmaq üçün manipulyasiya etmək qabiliyyətinə malikdir. Bu süni fəaliyyətə insan nəzarət edir və istiqamətləndirir: çoxagentli ALS-in ona verdiyi sualları cavablandırır, avtomatik generasiya olunmuş çertyojları analiz edir və layihəyə daxil olan obyektlərin zəruri halda parametrlərini dəyişdirir.



Şəkil. ALS-in agent kimi təyini.

Layihələndirmə prosesinin və əməliyyatlarının CAD mühitində avtomatlaşdırılması məqsədi ilə CASE vasitələrin tətbiqi ilə qurulan süni agentlərin baza xarakteristikalarına aşağıdakılar daxil edilməlidir: aktivlik, reaktivlik, avtonomluq, mübadiləlik, məqsədyönlülük.

Maşınqayırma ALS-ləri agent kimi komplekslər, yığım vahidləri, detallar və onların elementləri nöqtəyi-nəzərdən fəaliyyət göstərə bilər. ALS-in agentlərinin aktivliyi iki kateqoriya

məsələlərin həllərinin zəruriliyi ilə əlaqəlidir: quruluşlu sintez və parametrik sintez. Quruluşlu sintez tabe olan obyektlərin quruluşunun seçilməsi, parametrik sintez isə məxsusi xassələrin qiymətlərinin generasiyası ilə bağlıdır. Nəticədə obyektlər sinfindən agent formasında təqdim olunan bir nüsxə generasiya olunur ki, o da layihəyə daxil edilir.

ALS agentlərinin reaktivliyi agentlər arasında dolayı və ya verilənlər bazası vasitəsilə informasiya mübadiləsi hesabına qeyd olunan məsələnin həllinin təmin edilməsidir.

ALS agentlərinin avtonomluğu müxtəlif növ hesabatlarla görə bilik bazasını özündə saxlayan üsullara əsaslanır[6]. Həmçinin üçölçülü obraz və cizgilərin generasiyasını təmin edən, parametrləşdirilmiş model formasında həndəsi və qrafik biliklər bu zaman əsas götürülür.

ALS agentlərinin mübadiləliyi şaquli və üfiqi istiqamətdə yerləşmiş agentlərlə əlaqələndirilir. Şaquli istiqamətdə tam-hissə ierarxiyasına görə verilənlərin mübadiləsi, üfiqi istiqamətə görə isə agent ierarxiyasına görə bir-birinə tabe olmayan konstruktiv elementlər arasındakı mübadilə daxildir. ALS agentlərinin məqsədyönlülüüyü sifarişçinin texniki tələblərini ödəyən layihənin reallaşdırılması zəruriliyini təmin edir. Bu zaman layihəçinin şərtləri nəzərə alınır. İstənilən agent, hər hansı mühitdə yerləşdirilmiş açıq sistemdən ibarətdir.

ALS halında bu mühit verilənlər bazasında təşkil olunan layihədir. Hansı ki, obyekt təyinatlı verilənlər bazasından məhsulun modelini təsvir etmək üçün (daxili mühit) istifadə etmək məqsədə uyğundur. Relyasiyon verilənlər bazası standart və alınan məhsulun, materialların xassələrinin və bu tip məlumatların (xarici mühit) axtarışı üçün istifadə edilir.

ALS-in agent kimi xassələri üç müxtəlif kateqoriyalı xassələrə aid ola bilər: Xaric olunan, daxil olan və daxili xassələr. Xaric olunan xassələr ALS agentinin reseptorudur, hansı ki, onun qəbul olunmasını formalaşdırır. Daxil olan xassələr, layihələndirmə vəziyyətində, funksiyaları mühitdə təsir göstərməkdən ibarət olan effektorlardan ibarətdir.

ALS agentinin bütün üç kateqoriyadan olan xassələri agentin cari vəziyyətini özündə saxlayan yaddaşı formalaşdırır.

ALS agentinin prosessoru onun üsullarının köməyi ilə formalaşdırılır. Prosessor, müxtəlif növ verilənləri birləşməsinə təmin edir, mühitin vəziyyətini təyin edən informasiyaya uyğun reaksiyanı emal edir, bu və ya digər təsirlərə uyğun qərar qəbul edir. Tam halda prosessor ALS agentinin özünü aparmasına ya mühəndisin agentin xassəsinin vəziyyətini izləməsinin köməyi ilə ya da, qrafik pəncərədə generasiya olunmuş cizgilərin və başqa həndəsi məlumatların köməyi ilə nəzarət edir.

Qeyd etmək lazımdır ki, baxılan yanaşma üzrə layihələndirmə prosesində layihəçinin və ya konstruktorun CAD mühitində həll etdiyi məsələlərə aşağıdakılar daxildir:

1. Anlayışlar lüğətini, funksional asılılıq katoloqunun və onların quruluşunun təsvirini özündə saxlayan anlayışlar modeli ilə tanışlıq

2. Hazır layihə ssenarilərinin seçilməsi və ya istifadəçinin tələbi ilə yeni ssenarilərin təşkili.

3. Dialoq sahələrinin doldurulması və redaktəsi.

4. Cədvəllərlə dialoqda və proqramla iş.

5. Qrafik təsvirlərlə iş.

6. Mühəndis hesabatları.

7. Alınmış nəticələrin analizi.

8. Aralıq nəticələrin saxlanması

9. Sənədləri surətinin alınması.

Yuxarıda sadalanan məsələlərin CAD mühitində həlli nəticəsində həll olunan məsələlərin əhatə dairəsi genişlənir, normativ sorğu məlumatlarının qrafik verilənlər və biliklər bazası təşkil edilir. Həmçinin, CAD sistemləri tətbiqindən aşağıdakı səmərələr alınır:

1. Detalların konstruksiyalaşdırılmasına əmək sərfinin aşağıdakı qeyd olunan amillərin hesabına azaldılması[7]:

- verilənlər bazasında saxlanılan məlumatlardan istifadə etməklə;
- qrafik konstruktor sənədlərinin tərtibinin sənədlərinin avtomatlaşdırılması;

- biliklər bazasında saxlanılan məlumatların istifadəsi ilə texniki tələblərin təyinatının avtomatlaşdırılması[8];

- texnoloji proseslərin və idarəedici proqramların layihələndirilməsi üçün ilkin verilənlərin formalaşdırılmasının avtomatlaşdırılması.

2.Konstruksiyalaşdırma ALS-dən texnoloji ALS-ə verilənlərin avtomatik və ya avtomatlaşdırılmış ötürülməsi vasitəsi ilə konstruktor-texnoloji layihələndirmə üsullarının tətbiqi hesabına layihələndirmə-hazırlanma dövrünün müddətinin qısaldılması.

3.CASE-vəsaitlərin istifadəsi hesabına avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sisteminin işlənməsinin əmək sərfinin azaldılması [9,10].

4.Sonuncu layihəçi-istifadəçi üçün nəzərdə tutulmuş verilənlər və biliklər bazasından istifadə hesabına sistemin hər hansı müəssisədə istismar şərtləri daxilində tətbiqi üçün adaptasiyasının əmək sərfinin azaldılması.

5.Layihə proseduraları və əməliyyatları səviyyəsində modulluluq, layihə proseduraları, verilənlər və qrafik protiplərin əlavə edilməsi üçün açıqlıq, layihə əməliyyat və proseduralarının, verilən və biliklərin modernizasiyasının sadəliyi hesabına sistemin müşayiətinin əmək sərfinin azaldılması.

ƏDƏBİYYAT

1. Гусейнов, А.Г. Разработка системной модели технического объекта при концептуальном проектировании / А.Г.Гусейнов, Н.Г.Талыбов // Нефтегазовое дело. –2017. Т. 15, № 2. –С. 1–4.
2. Гусейнов, А.Г. Агентно-ориентированный подход к проектированию гибких производственных систем / А.Г.Гусейнов, М.Р. Салимова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. –2022, №4. –С.35-41. <https://doi.org/10.241432072-905022022-4-35-4>.
3. Mammadov, C.F. Algorithmic and mathematical support for topology research of the corporative networks / C.F.Mammadov, A.H.Huseynov, Y.M.Hasanov [et all] // Advanced Mathematical Models & Applications. –Vol. 7, No 1, –2022, –pp. 85-92.
4. Гусейнов, А.Г. Разработка концептуальной модели технологического процесса определения веса трубы на поточной линии на ранних этапах проектирования / А.Г.Гусейнов, Н.Г.Талыбов, А.С.Гусейнова, [и др.] // Нефтегазовое дело. –2021. Т.19, №5. –С. 183-195. <https://doi.org/10.17122/ngdelo-2021-5-183-195>.
5. Huseynov, A.H. Agent technology at computing option of flexible manufacture system element and composed structure // Advanced Mathematical Models & Applicationd. –2016. Т. 1. №1. – С. 20-27.
6. Гусейнов, А.Г. Разработка методологической основы структурного моделирования ГПС с использованием базы знаний // Информационные технологии в проектировании и производстве. –2014.№2 (154). –С. 63-68.
7. Гусейнов, А.Г. Компьютерная технология проектирования нестандартных механических модулей с применением базы знаний // Вестник Воронежского государственного технического университета. –2012 Т.8. №7-1. –С. 38-42.
8. Гусейнов А.Г. Алгоритм функционирования ассоциативного поиска в интеллектуальных САПР // Вестник компьютерных и информационных технологий. –2012. № 7 (97). –С. 21-28.
9. Hüseynov, A.H. Avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin paylanmış heterogen verilənlər bazalarına əsaslanan biliklər bazasının təşkili üçün multiagent sistemin işlənməsi / A.H. Hüseynov, M. R. Səlimova // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2022. – Vol. 22, No. 3. – P. 60-65. – DOI 10.54758/16801245_2022_22_3_60. – EDN NOJWBO. <https://elibrary.ru/item.asp?id=50023139>
10. Hüseynov, A.H. Mürəkkəb maşınqayırma elementlərinin avtomatlaşdırılmış layihələndirmə prosesinə pattern sistemin tətbiqi / A.H.Hüseynov, N.H.Talıbov, K.K.Eyyubov // SDU, Elmi xəbərlər, Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi, –2019, –Cild 19, №3, –s.68-72

РЕЗЮМЕ

**ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
СИСТЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СРЕДЕ CAD.**

Джавадова С.Р.

Ключевые слова: САПР, мультиагентная система, проектирование, искусственный интеллект, интеллектуальное проектирование.

В работе рассматривается применение инструментов искусственного интеллекта к среде CAD с целью повышения интеллекта автоматизированных процессов и операций проектирования. В качестве инструмента искусственного интеллекта выбрана мультиагентная технология, изучены вопросы создания мультиагентных систем в среде CAD. Мультиагентные системы моделируются путем определения их компонентов. Определены особенности теории мультиагентных систем с учетом применения задач систем автоматизированного проектирования. Определены основные свойства агентов системы автоматизированного проектирования и рассмотрен процесс их формирования.

SUMMARY

**APPROACH TO THE ORGANIZATION OF AN INTELLIGENT AUTOMATED PROJECTING
SYSTEM IN THE CAD ENVIRONMENT**

Javadova S.R.

Keywords: CAD system, multi-agent system, projecting, artificial intelligence, intelligent design

The paper considers the application of artificial intelligence tools to the CAD environment in order to increase the intelligence of automated processes and design operations. Multi-agent technology was chosen as an artificial intelligence tool, the issues of creating multi-agent systems in the CAD environment were studied. Multi-agent systems are modeled by defining their components. The features of the theory of multi-agent systems are determined taking into account the application of problems of computer-aided design systems. The main properties of the agents of the computer-aided design system are determined and the process of their formation is considered.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	10.02.2023
	Son variant	25.04.2023

UOT 004.021; 62-9

DOI 10.54758/16801245_2023_23_2_88

TEXNOLOJİ PROSESLƏRİN İDENTİFİKASIYA METOD VƏ ALQORİTMLƏRİ

NƏCƏFOV HƏSƏN TAĞI oğlu*“Naxçıvan” Universiteti, Naxçıvan, Azərbaycan, dissertant*hasan_nacafov@mail.ru

Açar sözlər: *zəruri oxunma tezliyi, xətti sistem, integrallayıcı blok, diferensiallayıcı blok, çəki funksiyası, ötürmə funksiyası, eksperimental paylanma funksiyası, spektral ayrılış, kəy texnologiyaları*

Giriş. Məlumdur ki, texnoloji proseslər dedikdə ardıcıl plana uyğun olaraq zaman və məkan içərisində müəyyən texniki şərtlərə uyğun həyata keçirilən əməliyyatlar və işlər başa düşülür. Geniş mənada götürülsə, texnoloji proses hər hansı istehsal prosesinin bir hissəsidir və məzmun etibarilə əmək predmetinin dəyişdirilməsinə və ya vəziyyətinin müəyyənləşdirilməsinə, yeni mal və xidmətlərin yaradılmasına yönəlmişdir. Texnoloji proseslər layihələndirilərkən uyğun istehsalat sahəsi hərtərəfli analiz edilməlidir [1].

Texnoloji proseslər müxtəlif əlamətlərinə görə klassifikasiya edilir. Buraya aşağıdakılar aid edilə bilər [2, 3]:

- Konstruktiv əlamətlərinə və quruluşlarına görə sadə və mürəkkəb texnoloji proseslər ayrılır. Hər bir mürəkkəb texnoloji proseslərə sadə proseslərin yığılımı və ya cəmi kimi baxmaq olar.
- İstehsal prosesində hər hansı məsələnin həlli üçün tətbiq etdikləri üsullara və avadanlıqlara görə texnoloji proseslər:
- Eyni quruluşu, ölçüsü və adı olan məhsul istehsal və ya təmir edən proseslər. Belə proseslərə vahid texnoloji proseslər deyilir;
- Eyni konstruktiv və texnoloji əlamətləri olan məhsullar qrupunu istehsal edən texnoloji proseslər. Belə proseslərə tipik proseslər deyilir;
- Eyni texnoloji əlamətlərə malik, lakin müxtəlif konstruksiyalı məhsullar qrupunu istehsal edən texnoloji proseslər. Belə proseslərə qrup texnoloji proseslər deyilir. Qrup texnoloji prosesləri müəssisə miqyasında olan bütün tipik proseslər üçün işləyib hazırlayırlar;

Elm və texnikanın müasir nəticələrinə əsaslanan və müəssisə daxilində qismən və tam olaraq öyrənilməsi, mənimsənilməsi nəzərdə tutulan texnoloji proseslərə perspektiv texnoloji proseslər deyilir. İşçi və ya konstruktor sənədləri əsasında həyata keçirilən texnoloji proseslərə işçi texnoloji proseslər deyilir. Standartlar əsasında yaradılmış işçi texnoloji və ya konstruktor sənədləri əsasında həyata keçirilən və konkret avadanlığa, texnoloji təminata, işlənmə rejimlərinə malik olan texnoloji proseslərə standart texnoloji proseslər deyilir.

İstehsal proseslərinin bir xüsusi növü erqatik sistemlər adlanır. Bu sistemlərin əsas elementlərindən biri insan və ya insanlar qrupudur. Erqatik sistemlərin bir çox üstünlükləri də vardır. Belə üstünlüklərə qeyri standart vəziyyətlərdə qərar qəbul edilməsi, qeyri səliqəli məntiq elementlərinin varlığı və s. aid edilə bilər. Müasir dövrdə əgər obyektlərin etibarlı işinin təmin edilməsi insanların, operatorların olmasını zəruri edirsə burada erqatik sistemlər tətbiq edilir. Bu sıraya təyyarələrin idarə edilməsi, vağzalların, təyyarə meydanlarının idarə edilməsi və s. aid edilə bilər [4]. Texnoloji proseslərin identifikasiyası ümumiyyətlə giriş siqnallarını çıxış siqnallarına çevirən funksiyaların, operatorların və ya modellərin təyin edilməsidir [5].

Texnoloji proses rejimlərinin identifikasiyasını həyata keçirmək üçün zəruri və kafi parametrlər çoxluğu elə seçilməlidir ki, identifikasiyanın tamlığı həyata keçirilə bilsin. Mürəkkəb texnoloji proseslərin hər bir sadə lokal hissəsindən bir neçə signal alınə bilər. Bu signalaların işlənməsi vasitəsi ilə ilk növbədə prosesin Qeyri stasionarlığı; Stasionarlığı; Erqodikliyi müəyyən edilməlidir [6].

Kompüter analizi vaxtı müxtəlif robast spektral, robast korrelyasiya, robast noise monitoring texnologiyalarının tətbiqi ilə əlaqədar olaraq yığının həcmi və tezliyi təyin edilməlidir [7-10].

Texnoloji proseslərin xarakteristik elementləri.

Texnoloji prosesi xarakterizə edən lokal proseslərə xətti və ya qeyri- xətti; sabit və ya dəyişən parametrlili; sonlu və ya sonsuz yaddaşlı texniki sistemlər kimi baxmaq olar [11-13].

Ən sadə proses (trivial proses) giriş signallarını dəyişmədən çıxış signallarına çevirən prosesdir.

$$y(t) = H[x(t)] = x(t)$$

Bəzi sadə proseslər signalı gücləndirir və ya zəiflədir. Elektrotexnika, radiotexnika, akustika və s. kimi sahələrdə gücləndirmə desibellərlə ölçülür.

$$d[dB] = 10 * \lg \frac{P_{out}}{P_{in}},$$

burada P_{out} və P_{in} uyğun olaraq çıxış və giriş signallarıdır. $K = \frac{P_{out}}{P_{in}}$ nisbəti ötürmə əmsalı adlanır. Desibellərlə ölçülən d əmsalı gücləndirmə əmsalı adlanır. Əgər $d > 0$ olarsa signal güclənir, $d < 0$ olarsa signal zəifləyir.

Əgər giriş və çıxış signalı arasında əlaqəni $y(t) = H[x(t)] = \int_0^t x(t)dt$ kimi yazsa bilsək bu çevirmə blokuna inteqrallayıcı blok və uyğun çevirmə operatoruna inteqrallayıcı operator deyilir.

İnteqrallama blokunun əksi olan bloka diferensiallayıcı blok və uyğun operatora diferensiallayıcı operator deyilir.

$$y(t) = H[x(t)] = \dot{x}(t) = \frac{dx}{dt}$$

Texnoloji proseslərin riyazi modellərlə yazılışı zamanı belə bloklardan geniş istifadə edilir.

Texnoloji proseslərin müasir identifikasiya metod və alqoritmləri.

Giriş və çıxış signalı arasında qarşılıqlı korrelyasiya funksiyasının qurulması və analizi identifikasiya məsələlərinin həlli üçün əhəmiyyətlidir.

Son dövrlərdə müxtəlif identifikasiya və diaqnostika məsələlərinin həllinə yeni metodların tətbiqi edilməsi nümunələri vardır.

Məsələn orta loqarifmik nisbətlər (averaged logarithmic ratios, ALR) dişli çarxların nasazlıqlarının diaqnostikası məsələlərinin həllinə tətbiqi edilmişdir. Son dövrlər üçün struktur dinamikada qeyri-xətti sistem identifikasiya məsələlərinin həlli və inkişafı analiz edilmişdir. Struktur sistem identifikasiya məsələlərinin həllinə fuzzy neyron şəbəkələrin tətbiqi nümunələri verilmişdir [13, 14].

Signalın eksperimental paylanma funksiyalarının qurulması və bu funksiyanın identifikasiya məsələlərinin həllinə tətbiqi edilməsi olduqca əhəmiyyətli nəticələr verə bilər [15]. Paylanma funksiyasının qurulması üçün alınmış massivlər üzərində bəzi əməliyyatlar yerinə yetirilir.

Birinci əməliyyat. Statistik olaraq yolverilməz olan qiymətlərin aradan çıxarılması. Belə qiymətlər texniki xarakterli brak kimi yarana bilər. Bu məqsədlə statistik yol verilə bilən qiymətlərin sərhədləri müəyyən edilir. Hər bir massivi ayrı ayrılıqda növbə ilə x massivinə köçürsək sərhədlər $x_{min} = x_{or} - kS_x$, $x_{max} = x_{or} + kS_x$ kimi müəyyən edilə bilər. Burada $x_{or} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$,

$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - x_{or})^2}{N-1}$, $S_x = \sigma = \sqrt{S_x^2}$ kimi hesablanır.

Sərhədləri pozan qiymətlər öz qonşularının orta qiyməti ilə əvəz edilə bilər. Əgər $k=2.93$ götürsək 0.95 ehtimalla demək olar ki, qiymətlərin 0.99 hissəsi bu iki sərhəd qiymətləri arasında qalacaq [16]. Bu əməliyyata kobud filtr əməliyyatı kimi də baxmaq olar.

İkinci əməliyyat. Sabit toplananın aradan qaldırılması. Eksperimental paylanmanı qurmaq üçün qüvvə massivinin qiymətlərini y massivinə köçürək. Nəticədə hər hansı zaman seriyasının eksperimental paylanmasını qurmaq üçün bir prosedura (alt proqram) yaradıla bilər [17]. Əvvəlcə $[y_{min}, y_{max}]$ parçası bir neçə bərabər hissəyə bölünməlidir. Hissələrin sayı eksperimental olaraq 50-yə bərabər götürülmüşdür və m_{50} ilə işarə edilmişdir. Hər bir hissənin eni $\Delta h = \frac{y_{max}-y_{min}}{m_{50}}$ olar.

$$y_{max} = y_{min} * \Delta h \text{ və ya } y_N = y_1 * \Delta h$$

Uyğun olaraq paylanma funksiyasının qiymətlərini saxlamaq üçün $i_i \in [1, m_{50}]$ olmaqla $pay_m[i_i]$ massivi yaradılmalıdır. Ona görə də ixtiyari $n \in [1, N]$ üçün elə $m \in [1, m_{50}]$ tapmaq olar ki, $y_n \in [y_1 + (m - 1) * \Delta h, y_1 + m * \Delta h]$ olar. $y_n \in [y_1, y_N]$ olduğuna görə şərti ödəyən m ədədi həmişə tapılır.

Buradan ixtiyari $n \in [1, N]$ üçün şərti ödəyən m ədədi tapıldıqda eksperimental paylanma funksiyasının qiymətləri $pay_m[m] = pay_m[m] + 1$ kimi tapılır.

Bu paylanma funksiyaları müxtəlif məqsədlər üçün istifadə edilə bilər. Paylanma qanunu məlum olarsa bundan signalın qiymətlərinin proqnozlaşdırılması üçün istifadə edilə bilər. Əgər x təsadüfi kəmiyyəti normal paylanma qanununa tabedirsə, paylanma sıxlığı

$$f_X(x) = \frac{1}{\sigma_X \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-m_X)^2}{2\sigma_X^2}}$$

düsturu ilə təyin edilir. Burada $\sigma_X = \sqrt{D_{XX}}$ orta kvadratik fərkdir.

Normal paylanma qanunu elm və texnikada mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Nəzəri olaraq göstərilmişdir ki, hər hansı X təsadüfi kəmiyyəti ixtiyari paylanma qanununa tabe olan bir neçə təsadüfi kəmiyyətin cəmindən yaranmışdırsa, X təsadüfi kəmiyyəti normal paylanmışdır. Normal paylanma qanununun əsas xassələri aşağıdakılardır [18, 19]:

1) Funksiyanın maksimal qiyməti $x = m_X$ olduqda alınır və $f_X(x) = \frac{1}{\sigma_X \sqrt{2\pi}}$ bərabərdir;

2) $f_X(x)$ funksiyasının qrafiki m_X -ə görə simmetrikdir;

3) Riyazi gözləmənin dəyişməsi qrafikin sürüşməsinə səbəb olur, lakin forma dəyişmir.

Dispersiya isə formanın dəyişməsinə səbəb olur.

Təsadüfi x dəyişənin qiymətlərinin $[m_X - \sigma_X, m_X + \sigma_X]$ aralığında olması ehtimalı 68 faizdir, $[m_X - 2\sigma_X, m_X + 2\sigma_X]$ aralığında olması ehtimalı 95 faizdir. Təsadüfi x dəyişənin qiymətinin $[m_X - 3\sigma_X, m_X + 3\sigma_X]$ aralığında olması ehtimalı isə 0,997-dir. Ona görə də praktiki hesablamalar zamanı $3\sigma_X$ qiymətini təsadüfi kəmiyyətin dəyişməsinin yuxarı sərhəddi adlandırırlar.

Bu məsələlərin həllinə Neyron şəbəkələrin müxtəlif variantlarının tətbiqi qənaətbəxş nəticələr verə bilər [20, 21]. Eksperimental verilənlərin və modellər vasitəsi ilə alınmış verilənlərin üzərində yaradılmış texnologiya və alqoritmləri sınaqdan çıxartmaqla texnologiya və alqoritmlərin adekvatlığını təmin etmək olar. Permanent olaraq real signalın qəbulu ilə özü özünü öyrədən proqram təminatı yaratmaq alqoritmləri yaradıla bilər. Çıxış signalı qiymətləri üzərində sadə gəzən orta qiymət, eksponensial hamaralama kimi əməliyyatlar aparmaq olar [22].

Eksponensial hamaralama zamanı hər hansı $\alpha (0 < \alpha < 1)$ hamaralama parametri götürərək axtarılan parametri aşağıdakı kimi hesablamaq olar:

$$AR_k = \alpha * f_n + \alpha(1 - \alpha)f_{(n-1)} + \alpha(1 - \alpha)^2 f_{(n-2)} + \dots$$

Uyğun proqram modulları qurularkən bu qiymət rekurrent alqoritmə hesablanır. Bu zaman birinci və ikinci qiymətlər olaraq birinci və ikinci qiymət götürülə bilər.

Alqoritmədən görünür ki, α parametrimin qiymətləri 1-ə yaxınlaşdıqca sonuncu qiymətlərə daha çox üstünlük verilmiş olur. Praktiki tətbiqlər zamanı α parametri 0,01-dən 0,30 kimi qiymətlər ala bilər.

Siqnalların spektral tərkibini araşdırmaq üçün spektral ayrılışdan geniş istifadə olunur. Nəzəri olaraq məlumdur ki, əgər $f(x)$ funksiyası hər hansı $[-l, l]$ parçasında təyin edilmiş tək funksiya olarsa Furiye sırasına ayrılışı aşağıdakı kimi yazıla bilər .

$$f(x) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin \frac{n\pi}{l} x$$

Burada $b_n = \frac{2}{l} \int_0^l f(x) \sin \frac{n\pi}{l} x dx$, $n = 1, 2, \dots$ kimi hesablanır.

Alınmış sıra üzərində bəzi əməliyyatlar aparmaqla ilkin siqnalı hamarlamaq və müxtəlif məsələlərin həllinə tətbiq etmək olar[22].

Qeyd etmək lazımdır ki, zaman sıraları şəklində yazılmış siqnalların veyvlet çevrilmələri üçün müxtəlif alqoritmlər tətbiq edilir [23].

Texnoloji proseslərin işçi rejimlərinin təbii yolla, insan faktoru olmadan gizli dəyişməsinin identifikasiyası məsələlərinin həllinə küy analizi texnologiyalarının (noise monitoring technologies) tətbiqi ilə yaradılan sistemlərin real texniki obyektlərdə tətbiqi unikal nəticələr verir [24, 25]. Yaradılan sistemlərdə küy analizi texnologiyalarının tətbiqi ilə hesablanan yeni identifikasiya indikatorlarından istifadə edilir.

$[0, T]$ zaman aralığında $g(t)$ siqnalına küy texnologiyaları tətbiq edilərkən bir çox hallarda aşağıdakı ilkin əməliyyatlar yerinə yetirilir və siqnalın orta qiyməti, mərkəzləşmiş qiymətləri, dispersiyası, avtokorrelyasiya funksiyasının qiymətləri kimi bəzi statistik xarakteristikaları hesablanır. Texnoloji proses elementlərinin çıxış siqnallarından prosesin vəziyyəti ilə əlaqədar olan və bu vəziyyəti identifikasiya etməyə imkan verən ilkin küy xarakteristikası olaraq küyün dispersiyası hesablanır.

$$D_{\varepsilon} = \frac{1}{T} \int_0^T \dot{g}(t) \dot{g}(t) dt + \frac{1}{T} \int_0^T \dot{g}(t) \dot{g}(t + 2\Delta t) dt + \frac{1}{T} \int_0^T \dot{g}(t) \dot{g}(t + \Delta t) dt = \\ = \frac{1}{T} \int_0^T [\dot{g}(t) \dot{g}(t) + \dot{g}(t) \dot{g}(t + 2\Delta t) + \dot{g}(t) \dot{g}(t + \Delta t)] dt.$$

Diskret halda $[0, T]$ zaman aralığında siqnalın N sayda qiymətlərinin əldə edildiyini fərz etmək olar. Bu halda

$\Delta t = \frac{T}{N}$ olar və küyün dispersiyası aşağıdakı kimi hesablanı bilər:

$$D_{\varepsilon} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [\dot{g}(i\Delta t)^2 + \dot{g}(i\Delta t) \dot{g}((i+2)\Delta t) + \dot{g}(i\Delta t) \dot{g}((i+1)\Delta t)]$$

Mühüm əhəmiyyət daşıyan küy xarakteristikalarından biri küy korrelyasiyasıdır:

$$R_{X\varepsilon\varepsilon}(\mu = 0) \approx R_{gg}(\mu = 0) + R_{gg}(\mu = 2) - 2R_{gg}(\mu = 1).$$

Diskret halda bu xarakteristikanın qiymətləri aşağıdakı kimi hesablanır:

$$R_{X\varepsilon\varepsilon}(\mu = 0) \approx \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [g^2(i\Delta t) + g(i\Delta t)g((i+2)\Delta t) - 2g(i\Delta t)g((i+1)\Delta t)]$$

Siqnalların kompüter analizi və küy texnologiyalarından sistemli şəkildə istifadə etməklə nəzarət və diaqnostika sistemləri yaradılmışdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Достанко, А.П. Технологические процессы и системы в микроэлектронике: плазменные, электронно-ионно-лучевые, ультразвуковые / А.П. Достанко и др. –Минск: Бестпринт, – 2009. –199 с.
2. <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1338355>
3. ГОСТ 3.1109-82 Единая система технологической документации (ЕСТД).
4. Давыдов, А.С. Определение обобщенной частотной характеристики эргатической системы по данным нормальной эксплуатации / А. С.Давыдов, А. М.Данилов // Молодой ученый, №6(86) –с. 143-146.

5. Цыпкин, Я.З. Основы информационной теории идентификации / Я.З. Цыпкин. –М.: Наука, –1984. –320 с.
6. Алиев, Т.И. Основы моделирования дискретных систем / Т.И. Алиев, –СПб.: СПбГУ ИТМО, –2009. –363 с.
7. Веников, В.А. Теория подоби́я и моделирования / В.А.Веников, Г.В.Веников. –М.: Высшая Школа, –1984, –439 с.
8. Штерензон, В.А. Моделирование технологических процессов: конспект лекций / В.А.Штерензон. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, –2010. –66 с.
9. Гулуев, Г.А. Принципы выбора технических средств для робастной информационной системы диагностики вибрационного состояния и прогноза аварий газоперекачивающих агрегатов / Г.А.Гулуев, Д.Г.Мамедов, Ф.Г.Пашаев [и др.] // Известия НАНА, сер. Физ.-мат. и тех., –2005, №2, –с. 203-208.
10. Əliyev, T.A. Texnoloji proses signallarının analoq-rəqəm çeviriciləri vasitəsilə qəbulu tezliyinin və həcmnin təyini metodu / Əliyev T.A., Quluyev M.A., Quluyev Q.A., [və b.] //Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının XƏBƏRLƏRİ, Fizika-Texnika və Riyaziyyat elmləri seriyası, İnformasiya və İdarəetmə Problemləri, –2016, Cild XXXVI, № 6, –s. 48-55.
11. Rüstəmov, Q.Ə. Signalların rəqəmli emalı. Ali texniki məktəblər üçün dərs vəsaiti / Q.Ə. Rüstəmov. –Bakı: AzTu-nun nəşriyyatı, –2016, –294 s.
12. Сергиенко, А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко. –СПб.: Питер, –2002, –608 с.
13. Noël J.P., Kerschen G. Nonlinear system identification in structural dynamics: 10 more years of progress. // Mechanical Systems and Signal Processing. –Volume 83, 15 January –2017, –pp.2–35.
14. Xiaomo Jiang, Sankaran Mahadevan, Yong Yuan. Fuzzy stochastic neural network model for structural system identification. // Mechanical Systems and Signal Processing, –Volume 82, 1 January, –2017, –pp. 394–411.
15. Гулуев, Г.А. Построение экспериментального распределение и идентификация динамограмм / Г.А.Гулуев, Д.А.Искендеров, Ф.Г.Пашаев [и др.] // Международный научный институт “Educatio”, Ежемесячный научный журнал, –2016, IV(22), –с 58-64.
16. Статистическая динамика и идентификация систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. –М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, –2004. –640 с.
17. Эддоус, М. Методы принятия решений / М.Эддоус, Р.Стэнсфилд. –М.: Аудит, ЮНИТИ, –1997. –590 с.
18. Thomopoulos, N.T. Applied Forecasting Methods. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1980 pp. 369.
19. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. –М., –1969. –576с.
20. Rojas, R. Neural networks / R.Rojas. –Berlin: Springer-Verlag, –1996, –pp. 479.
21. Гулуев, Г.А. Применение нейронной сети для идентификации вибрационного состояния компрессорного агрегата / Г.А. Гулуев, Азербайджанское нефтяное хозяйство, –2013, №1, –с. 40-45.
22. Пашаев, Ф.Г. Алгоритмы сглаживания характеристик сейсмоакустических сигналов / Ф.Г. Пашаев Азербайджанское нефтяное хозяйство, –2013, №6, –с.42-48.
23. Добеши, И. Десять лекций по вейвлетам / И.Добеши, –Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», –2001, –464 с.
24. Aliev, T.A. Noise monitoring technology for objects in transition to the emergency state / T.A.Aliev, G.A.Guluev, F.H.Pashayev [et all] // Mechanical Systems and Signal Processing – V. 27, February, –2012, –pp.755-762.
25. Aliev, T.A. Algorithms for determining the coefficient of correlation and cross-correlation function between a useful signal and noisy technological parameters / Aliev T.A., Guluev G.A.,

Pashayev F.H. [et all] // Cybernetics and system analysis. –Vol 47, Num. 3, May, –2011, – pp.481-489.

26. Tağıyeva, A. D. Mərkəzləşdirilmiş idarəetmə sistemi SCADA- nin tətbiqi ilə suyun optimal paylanması monitorinqi və hesabatların aparılması / A. D. Tağıyeva // Elmi xəbərlər. Təbiət və Texniki Elmlər Bölməsi. – 2020. – Vol. 20, No. 4. – P. 77-81. – EDN QRGZS.
<https://elibrary.ru/item.asp?id=44600585>

РЕЗЮМЕ

МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Наджафов Г.Т.

Ключевые слова: необходимая частота оцифровки, линейная система, интегрирующий блок, дифференцирующий блок, весовая функция, функция передачи, экспериментальная функция распределения, спектральное разложение, технология шума.

В статье исследованы функции, структуры и некоторые методы применяемые для решения вопросов идентификации технологических процессов. Было отмечено, что процесс идентификации может осуществляться посредством изучения взаимосвязи между входными и выходными сигналами простыми локальными частями процесса. С применением современных информационных технологий для обработки выходных сигналов, можно определить скрытый период изменения рабочих режимов технологических процессов и дальнейшего направления изменения.

SUMMARY

IDENTIFICATION METHOD AND ALGORITHMS OF TECHNOLOGICAL PROCESSES

Nəcəfov H.T.

Key words: frequency of the necessary reading, linear system, integration block, differentiation block, weight function, passing function, experimental distribution function, spectral distribution, noise technologies.

In the article functions, structure of technological processes and some methods that are applied for solutions of identification issues of technological processes have been conducted. It is noted that, the conduction process of identification of technological processes can be carried out through study of connection between input and output signals of local parts. Latent period and future change directions of work regimes of technological processes can be determined by applying modern methods to information technologies to processing of output signals of every local part.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	30.03.2023
	Son variant	05.06.2023

CONTROL VALVES CAVITATION AND ITS SOLUTION METHODS

MAJIDOV ALIRZA MAJID [ORCID](#)

Institute of Control Systems, Baku, Azerbaijan, doctoral student
elirza1996@mail.ru.

Keywords: cavitation, fluid, valve, flashing, collapsing bubbles.

Introduction.

The final control is perhaps the most important because it has a direct impact on the process. A control valve is simply an adjustable orifice that is used to regulate the flow of a process according to the requirements of the process. In a control valve, an actuator that is connected to the valve plug stem and moves the valve between open and closed positions to control flow in the process. The valve body is mounted in the process fluid line and is used to control fluid flow in the process.

The body of a control valve is generally defined as the part of the valve that includes the main boundary, including the connecting ends. Valves are divided into two main types depending on the movement of the obturator part of the valve: linear and rotary.

While there are many types of valves, the most common types are ball, globe, diaphragm, disc, and globe valves. The linear motion ball valve is the most common of these five types. In a ball valve, a plug is attached to a stem that moves linearly in a somewhat spherical cavity to control flow. A flat or wedge-shaped plate that is moved into or out of the flow path to control flow characterizes the gate valve. These valves are widely used for manual on/off service, but a few designs are used in throttling service.

Diaphragm valves are in-line valves with flexible diaphragms that serve as shut-off elements. Diaphragm valves are mainly used with difficult liquids such as corrosive liquids or slurries.

The butterfly valve is by far the most common rotary motion control valve. Butterfly valves range in size from half an inch to two hundred inches.

The ball valve is also a rotary valve. The part that closes the flow is a sphere with an internal passage. The ball valve is the most widely used control valve after the ball valve.

The flow characteristic of a valve is the ratio of the change in valve opening to the change in flow through the valve. Three different functions are most commonly used: quick open, linear, and equal percentage, as shown in Figure 1.

The quick-opening valve plug provides a large flow change with little valve lift from the closed position. For example, lifting a valve by 50% can cause the orifice to overflow and flow up to 90% of its maximum potential. Quick opening valves will be electrically and pneumatically actuated and used for on/off control.

The linear valve has a flow rate that varies linearly with the position of the stem. This relationship can be expressed as:

$$\frac{Q}{Q_{max}} = \frac{X}{X_{max}} \quad (1)$$

where Q -flow rate, Q_{max} –maximum flowrate, X –stem position, X_{max} -maximum stem position.

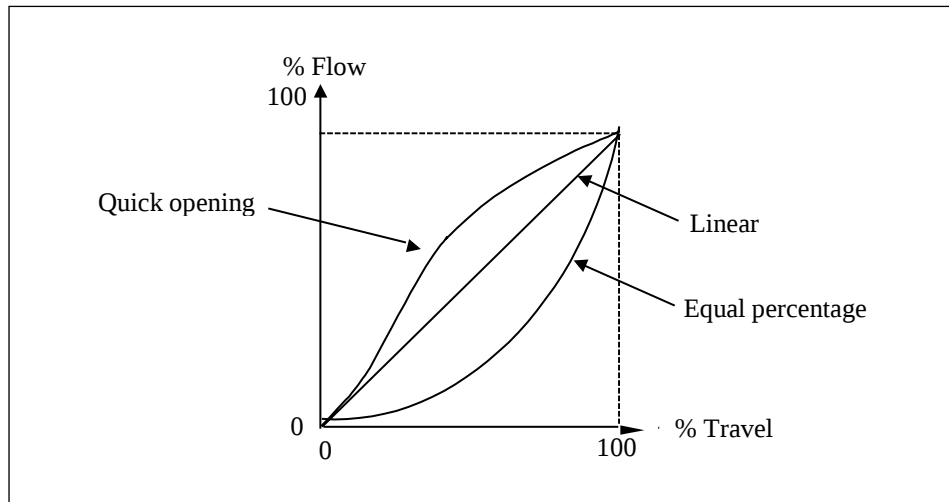


Figure 1. Flow characteristic curves.

An equal percentage valve is made in such a way that a given percentage change in shaft position produces the same percentage flow. As a rule, these types of valves do not completely shut off the flow at the limit of travel. Thus, Q_{min} represents the minimum flow when the body's motion limit is reached. In the fully open position, the control valve allows the maximum flow Q_{max} . Therefore, we define the term intermittent (R) as the ratio of maximum flow to minimum flow.

$$R = \frac{Q_{max}}{Q_{min}} \quad (2)$$

2. Control valve actuators problems. The purpose of a control valve actuator is to provide the driving force to operate the valve train. Rotary control valves have the same set of actuators: pneumatic, hydraulic and electric motor.

Control valves are subject to a number of common problems. Working with small problems, these valves can cause a major problem for the entire system as they can affect the operation of the control loop.

Mechanical friction. Control valve devices are mechanical devices that have moving parts and are therefore subject to friction between the valve stem and stem seal. Friction is divided into static and dynamic. Static friction is defined as the friction force that holds two stationary objects together. Dynamic friction is defined as the force of friction that opposes the movement of two objects sliding against each other. The amount of force required to initially overcome static friction between the valve and packing is usually greater than the amount of force required to maintain a constant velocity between the moving valve stem and stationary packing.

The presence of packing friction in a control valve increases the force required by the actuator to move the valve. Whether the actuator is electric or hydraulic, the only real problem with increasing force is the extra energy the actuator needs to move the valve. However, if the actuator is pneumatic, a more serious problem arises due to the combined effects of static and dynamic friction.

Flashing. The average fluid velocity increases as it passes through the constrictor channels of the control valve. This is predicted by the law of continuity, which states that the product of fluid density, flow cross-sectional area, and velocity must remain constant for any flow of flow:

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2 \quad (3)$$

This applies to control valves, which reduce the flow rate by forcing the fluid to pass through a narrow constriction. As the fluid velocity increases in the constrictor passages of a control valve, the kinetic energy of the fluid molecules increases. According to the Law of Conservation of

Energy, potential energy in the form of fluid pressure must decrease regularly. Fluid pressure increases as it falls within the narrowing of the control valve trim as it throttles flow, then exits through the narrowing passages of the trim and enters larger areas of the valve body.

If the liquid being throttled by the valve is liquid, the liquid begins to boil when its absolute pressure falls below the vapor pressure of that substance. It is called flashing. In Figure 3, the point of lowest pressure inside the valve, is the location where flashing will first occur, then occurs at all. The effect of boiling liquid at the point of maximum compression is that flow through the valve becomes “choked” by the rapid expansion of liquid to vapor as it boils, severely inhibiting the total flow rate allowed through the valve.

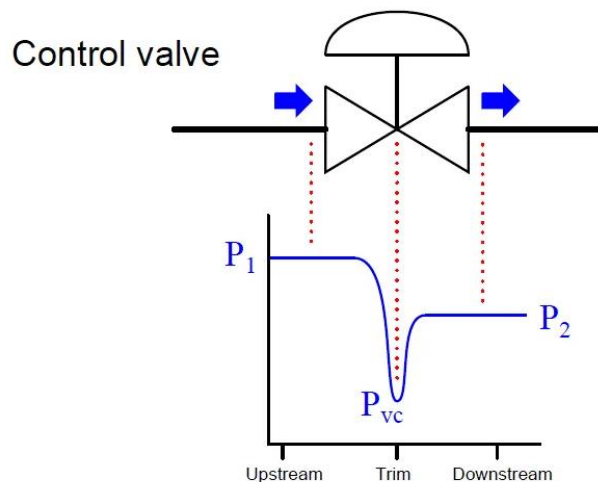


Figure 3. Control valve flashing.

Cavitation. If the pressure is restored to a point above the vapor pressure of the liquid, the vapor will re-condense into a liquid, which often occurs asymmetrically, with one side of the bubble collapsing before the rest of the bubble. This leads to the transformation of the kinetic energy of the bubble collapse into a high-velocity “jet” of liquid in the direction of asymmetric collapse. These liquid “microjets” have been measured at speeds up to 100 meters per second. Each microjet strikes the surface of the valve component over a very small area, resulting in very high pressure being applied to that small area. Pressure ratings up to 150 newtons per square millimeter (1.5 gigapascals) have been calculated for a control valve application using water (Figure 4).

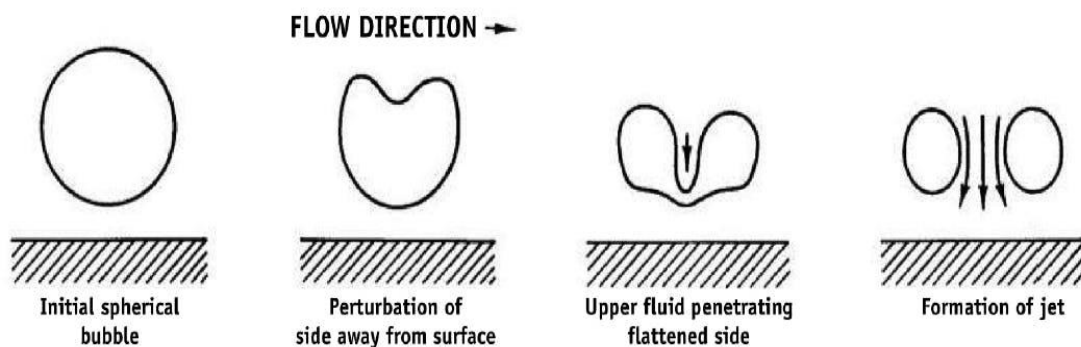


Figure 4. Diagrams of a collapsing vapor bubble inside a cavitating valve.

This article’s main aim is to avoid increasing cavitation in control valve and investigate its solutions.

3. Problem solution. Abruptic cavitation can destroy internal control valve parts and even lead to catastrophic failure. There are several methods to reduce cavitation in a control valve:

1. Prevent flashing in the first place.
2. Cushion with introduce gas.
3. Steady flashing.

The flash prevention method is quite simple to understand: if we prevent flashes in the control valve, cavitation will not occur. The main requirement is to maintain the pressure of the venous contract against the vapor pressure of the liquid. There are several techniques for this:

- Reduce the temperature of the liquid
- Choose a series type control valve with less pressure build-up.
- Use cavitation control valve trim.

The last suggestion deserves further study. The valve trim can be specially designed to reduce cavitation by providing several stages of liquid pressure drop. First of all, to predict cavitation, the sigma index of cavitation should be estimated. This index is defined below:

$$\sigma = \frac{P_1 - P_v}{P_1 - P_2} \quad (4)$$

Where, P_1 -Upstream pressure, P_2 -Downstream pressure, P_v - vapor pressure of the liquid at flowing temperature. According to cavitation index we can form below table.

Table 1.

According to index number estimating cavitation degree

Sigma number	Predicting cavitation
$\sigma \geq 2.0$	No cavitation
$1.7 < \sigma < 2.0$	Hardened trim provides sufficient protection
$1.5 < \sigma < 1.7$	Some cavitation, single-stage trim may work
$1.0 < \sigma < 1.5$	Potential for severe cavitation, multi stage
$\sigma < 1.0$	Flashing

The Sigma index is calculated by a dedicated software application (eg Trimteck AccuValve Sizing & Specification) based on a set of valve process parameters. Sigma is the most widely used and accurate cavitation index used to quantify and predict cavitation in control valves. This indicator is the ratio of the potential for resistance to the formation of vapor bubbles to the potential to cause the formation of vapor bubbles.

The analysis process, how to calculate the sigma index, the algorithm divides into 3 different stages: numerical calculation, data processing and optimization. At the first stage, based on the parametric model, automatic meshing is performed, physical parameters are obtained using a finite volume solver, such as pressure, flow (Fig. 5). According to the obtained parameters, cavitation indicators are extracted. At the last stage, multicriteria optimization based on a genetic algorithm is implemented to obtain non-dominant solutions.

The second method of combating cavitation is applicable only in certain technological processes, when a non-reactive gas can be introduced into the liquid stream to provide some "cushioning" in the cavitation region. The presence of non-condensable gas bubbles in the liquid flow disrupts the trajectory of microjet movement, helping to dissipate their energy before hitting the walls of the valve body.

The last method of dealing with cavitation includes a strategy opposite to that of the first method. If for some reason we cannot avoid falling below the vapor pressure of the liquid as the flow passes through the valve, we may be able to ensure that the downstream liquid pressure never exceeds the liquid vapor pressure, at least until as long as the fluid passes a valuable control valve and enters an area of the system where cavitation damage would not be as costly. This avoids cavitation by guaranteeing flash in the control valve, which is generally not as destructive as cavitation.

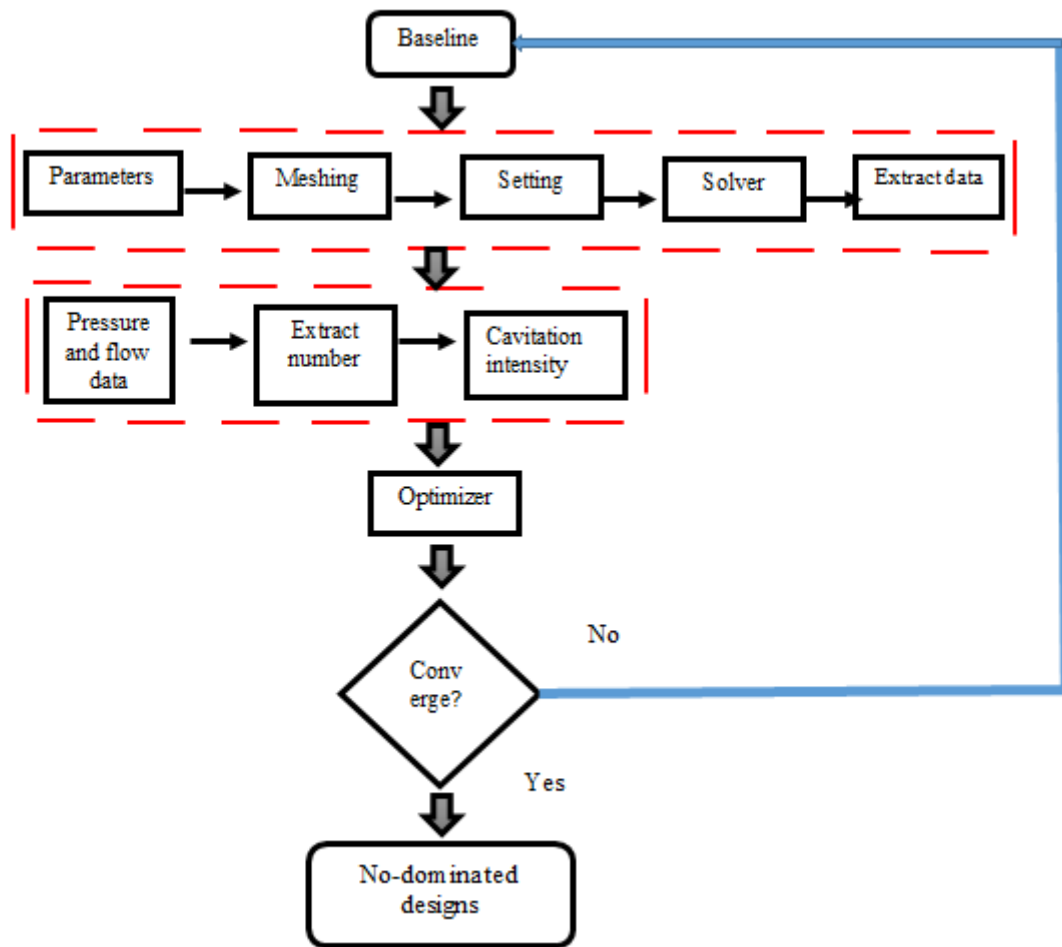


Figure 5. The diagram of analysis process.

Conclusion.

Cavitation can occur when a valve receives a very high pressure drop or is close to a liquid vapor pressure. This is the result of lowering the pressure in the liquid, which covers the entire process from the formation of bubbles to their bursting. In the unexpected situation, cavitation can quickly destroy the insides of the valve and even erode the pipe walls. However, calculations are available to predict cavitation problems. In this article, I explore three different methods to avoid cavitation and describe an algorithm for calculating the sigma cavitation index.

REFERENCES.

1. Thomas A. Hughes. Measurement and Control Basics, 3rd Edition, United States of America, – 2002, –pp. 275-280.
2. Tony, R. Kuphaldt. Lessons In Industrial Instrumentation, Version 0.4, San Francisco, California, –2009, –pp. 770-788.
3. Ebrahimi, B. “Characterization of high pressure cavitating flow through a thick orifice plate in a pipe of constant cross section” / Ebrahimi B., He G., Tang Y. [et all] // International Journal of Thermal Sciences, –vol.114, –2017, –pp. 229-240.
4. Malavasi, S. On the pressure losses through perforated plates / S. Malavasi, G. Messa, U. Fratino [et all] // Flow Measurement and Instrumentation, –vol.28, –2012, – pp. 57-66.
5. Angela, K. Prediction of cavitation in orifice plate - A novel and simple rule of thumb // Experimental and Computational Multiphase Flow, –vol.3, –2021, –pp.68-76.

XÜLASƏ
TƏNZİMLƏYİCİ KLAPLARININ KAVİTASIYASI VƏ ONUN HƏLLİ METODLARI
Məcidov A.M.

Açar sözlər: *kavitasiya, maye, klap, ani partlama, çökən qabarcıqlar.*

Avadanlıqların və ya alətlərin istismar müddətinin azalmasına səbəb olan amillərdən biri kavitasiya prosesidir. Ənənəvi üsullarla asanlıqla yoxlanıla bilməyən ərazilərdə kavitasiya baş verdikdə bu prosesin qarşısını almaq xüsusilə vacibdir. Kavitasiya eroziyası, materialın səthinə yaxın maye içərisində çökən qabarcıqların və ya boşluqların təsiri nəticəsində bərk materialın mütərəqqi itkisidir. Bəzi hidravlik dəstlərin nasazlığı çox vaxt kavitasiya eroziyası ilə əlaqələndirilə bilər.

РЕЗЮМЕ
КАВИТАЦИЯ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ КЛАПАНЫ И МЕТОДЫ ЕЕ РЕШЕНИЯ
Маджидов А.М.

Ключевые слова: *кавитация, жидкость, клапан, внезапный взрыв, схлопывающиеся пузырьки.*

Одним из факторов, приводящих к снижению срока службы оборудования или инструментов, является процесс кавитации. Особенно важно предотвратить этот процесс, когда кавитация возникает в областях, которые не могут быть легко проверены обычными методами. Кавитационная эрозия представляет собой прогрессирующую потерю твердого материала под действием пузырьков или пустот, которые оседают в жидкости вблизи поверхности материала. Выход из строя некоторых гидравлических агрегатов часто можно объяснить кавитационной эрозией.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	14.04.2023
	Son variant	

MÜNDƏRİCAT * СОДЕРЖАНИЕ * CONTENTS

Fizika. Riyaziyyat

1. *Qurbanov M.M., Qocayev M.M., Məmmədov F.Ə., Səlimova V.V.* TlGaS₂ yarımkeçirici birləşməsinin istilik və elastikiyyət parametrləri 4
2. *Zeynalov S.A., Quliyev Ə.F., Quliyev S.V.* İkitərtibli xüsusi törəməli diferensial tənliklərin təsnifatı və onların kanonik şəklə gətirilməsi texnologiyası 8

Kimya

3. *Гусейнов Г.З., Фарзалиев В.М.* Синтез сульфидов, содержащих гетероатомы и сложноэфирную группу 16
4. *İsmayilov T.A., Əlizadə R.A., Fərhadova R.M., Əliyev T.S.* Soapstokun polietilenpoliaminlə müxtəlif nisbətlərdə amidlərinin və neft turşularının etilendiaminlə amidinin yol bitumuna təsirinin tədqiqi 24
5. *Məmmədova P.Ş., Güləliyev İ.C., Sədirzadə İ.Ə.* Sürtkü yağlarına uyucu-dispersedici aşqarlar 27
6. *İsmayilova R.İ., Babanlı B.N., Şahgəldiyev F.X., Mustafayev A.M.* Polioksixlorpropilenin polioliol tərkibli oliqofirlərin sintezi və xassələri 31
7. *Mədətova F.Z.* Mg-Co-O, Zn-Co-O VƏ Fe-Co-O katalizatorlarının sintezi və rentgenoqrafik tədqiqi 35
8. *Məmmədova S.H.* Er-Bi-Te sistemində fazaəmələgəlmənin xarakteri 41

Ekologiya

9. *Əsgərova G.M., Məmmədova N.H., Şərifova R.Y., Həsənova İ.İ.* Naftalan nefti tullantısının təmizlənməsi prosesi 46
10. *Cəbrayilov A.R.* Silahlı münaqişələrin ətraf mühitə təsiri 49

Coğrafiya

11. *Ağayev T.D., Yusifova S.N., Süleymanlı D.Q.* Xızı inzibati rayonunun landşaft planlaşdırılması üçün təbii-iqtisadi şəraitin araşdırılması 55

Biologiya

12. *Hüseynov M.B.* Lənkəran-Astara bölgəsində feyxoa bitkisinin (*Feija Sellowiana Berq*) iqtisadi səmərəli sort və formalarının seleksiyası 62

Texnika

13. *Rzayev N.S.* Alüminiumdan hazırlanmış millərdə əyintinin tədqiqi 68
14. *Zabidov Z.C., Qədirova X.M.* Sinifləndirmə məsələlərində ayırıcı hədd dəyərinin histqramla qiymətləndirilməsi 73
15. *Səfərova T.A.* Çevik layihələndirmə sisteminin interfeysi əsasında sənaye robotunun elementlərinin seçilməsi 78
16. *Cavadova S.R.* CAD mühitində intellektual avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sisteminin təşkili üsullarının işlənməsi 83
17. *Nəcəfov H.T.* Texnoloji proseslərin identifikasiya metod və alqoritmləri 88
18. *Majidov A.M.* Control valves cavitation and its solution methods 94

Kompüter yığımı	<i>S.Şahverdiyeva</i>
Texniki redaktor	<i>E.Həsəratova</i>
Dil dəstəyi	<i>Dil və Tərcümə Mərkəzi</i>

Çapa imzalanmışdır: 28.06.2023-cü il
Mətbəə kağızı, kağızın formatı: 70*108 ¹/₄
Yüksək çap üsulu. Həcmi: 23,18 ş.ç.v.
Sifariş 159. Tiraj 250 nüsxə.
Qiyməti müqavilə yolu ilə.

Sumqayıt Dövlət Universiteti
Redaksiya və nəşr işləri şöbəsi

Müxbir ünvan:

Azərbaycan, 5008, Sumqayıt, 43-cü məhəllə
Tel: (0-12) 448-12-74
(0-18) 644-70-41
Faks: (0-18) 642-02-70

Web: <https://www.ssu-scientificnews.edu.az>

E-mail: sdu.elmixeberler@mail.ru