

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA‘LIM,
FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI**

TAHRIRIYAT HAY‘ATI

Bosh muharrir: prof. Nabiyev D.H.

Bosh muharrir o‘rinbosari:

f.-m.f.d. Bekpulatov I.R.

Mas‘ul kotib: dots. Ne‘matova Y.O.

**Tahririyat hay‘ati
a‘zolari:**

prof. Bahriddinova B.M.

prof. Bo‘riyev O.B.

prof. Yoziyev L.Y.

prof. Jabborov A.M.

prof. Jumayev T.J.

f.-m.f.d. Imomov A.A.

k.f.d. Kamolov L.S.

prof. Kuchboyev A.E.

prof. Mengliyev B.R.

prof. Normurodov M.T.

prof. Nurillayeva Sh.N.

prof. Nurmanov S.E.

p.f.d. Oripova N.X.

prof. Ochilov A.O.

prof. Tojiyeva G.N.

prof. To‘rayev D.T.

prof. Umirzakov B.Ye.

prof. Xayriddinov B.X.

prof. Xolmurodov A.E.

prof. Choriyev S.A.

prof. Shodiyev R.D.

prof. Shodmonov N.N.

prof. Erkayev A.P.

prof. Ernazarova G.X.

prof. Eshov B.J.

prof. Qurbonov Sh.Q.

prof. Qo‘yliyev B.T.

prof. Bekmurodova G.H.

dots. Ro‘ziyev B.X.

dots. Eshqorayeva N.G‘.

dots. Xolmirzayev N.S.

dots. Hamrayeva Y.N. prof.

Bobonazarov G‘.Y. prof.

Shukurov O.M.

**2024
(2)2**

QarDU xabarleri
Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal -

**Muassis: Qarshi davlat universiteti
Jurnal Qashqadaryo viloyati Matbuot
va axborot boshqarmasi tomonidan
2010.17.09 da
№ 14–061 raqamli guvohnoma
bilan qayta ro‘yxatdan o‘tgan.**

Musahhihlar:

Shodmonova D.E.

Bazarova D.B.

Tursunboyev B.N.

Ubojenko A.S.

Sahifalovchi

Yuldoshev D.N.

Texnik muharrir:

Raxmatov M.

Jurnal O‘zbekiston Respublikasi
Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy
attestatsiya komissiyasi Rayosatining
qarorlari bilan fizika-matematika, kimyo,
biologiya, tarix, falsafa, siyosatshunoslik,
filologiya, pedagogika-psixologiya va
iqtisod fanlari bo‘yicha doktorlik
dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini
chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar
ro‘yxatiga kiritilgan.



**Jurnal 2009-yilda
tashkil etilgan.**

**Yiliga 4 marta
chop etiladi.**

MUROJAAT UCHUN MANZIL:

Pochta manzili: 180003, Qarshi,
Ko‘chabog‘, 17. Qarshi davlat universiteti,
Filologiya fakulteti binosi, 107-xona.

Telefon: 97-222-10-80

TelegramID:

https://t.me/Qardu_Xabarleri2024

Elektron pochta: qardu_xabarleri@mail.ru

Veb-sayt:

<https://qarshidu.uz/oz/page/ilmiy-jurnal-NEW>

Aniq fanlar

Jurnaldan olingan materiallarga “QarDU
xabarlari” jurnalidan olindi”, degan havola
berilishi shart. Mualliflardan kelgan materiallar
egalariga qaytarilmaydi.

MUNDARIJA

FIZIKA-MATEMATIKA

Tashatov A., Eshboboev S., Usmanova Y. Research composition and structures of the surface heterostructural films of $Ga_xMe_y As/GaAs$	4
Muradov N.M., Farmonov N.P. Electrical instability phenomena in irregular silicon structures.....	9
Нормуродов Д., Ташатов А., Хасанов М. Механизмы формирования нанопленок оксидов SiO_2 на поверхности Si	16
Mamatov A.U. Self-similar analysis of doubly nonlinear complex cross-diffusion processes.....	22
Бекпулатов И.Р., Норбутаев Н.Э., Хакбердиев Э.А. Формирование тонких пленок $CrSi_2$ твердофазным ионно-плазменным методом.....	29
Akhmedzhanov F.R., Toshpulatov I.Sh., Detection of a particular orientation and polarization in gallium arsenide crystals.....	36
Неъматов И.Л., Умарова С., Хайриддинов Б. Технологический и температурно-влажностный режим в гелиосушильной камере с аккумулятором тепла.....	43
Игамов Б.Д., Камардин А.И., Бекпулатов И.Р., Камиллов Т.С., Касимов А.С., Норбутаев Н.Э. Исследование покрытий Mn_4Si_7 , полученных диффузионным методом, с помощью рентгеновского дифрактометра.....	49
Boymurodov F.F. O‘zbek tili uchun so‘zshakllarini hosil qilish va tahlil qilish algoritmlari.....	56
Ahmedova Q., Yusupova Sh., Mirzoodilov B. Qashqadaryo viloyatida turizm o‘sishi turg‘unligini ta’minlashning matematik modeli.....	62
Джурраев Н. Фундаментальные решения одного класса вырождающегося эллиптического уравнения.....	68

KIMYO

Boltayeva G.X., Abdukamolova A.B., Kodirov O.Sh., Nurmanov S.E., Tabiiy yog‘larning yog‘ kislotalaridan olingan noionik sirt faol moddalarning glv soni va sirt faoligini taqqoslash.....	75
Mahmadiyorova Ch., Ibodova N. Tritsiklik xiazolin alkaloidlarining qiyosiy kimyoviy o‘zgarishlari.....	79
Eshonqulov. M N. Bo‘rixonov B.X. Natronli pishirish jarayoni davrida turli parametrlarni ajralib chiqayotgan sellulozaning sifat ko‘rsatkichlariga ta’sirini o‘rganish va optimal jarayon davomiyligini belgilash tadqiqatlari.....	85
Eshonqulov. M N. Bo‘rixonov B.X. Kimyoviy qayta ishlashga yaroqli sellulozani oqartirish jarayonida turli reagentlar hamda ta’sir etuvchi parametrlarni optimal holatini belgilash.....	91
Pirnazarova N.B., Egamberdiyeva Sh.U. 2,3-dimetilxinozolin-4-onlar qatorida tioamidlash reaksiyalari.....	96
Ziyadullayev O., Ablakulov L., Buriyev F., Boytemirov O., Otamuxamedova G. Atsetilen spirtlari vinil efirlarini geterogen katalitik sistemada sintez qilish usuli.....	102

Karimova Z.M., Nurmanov S.E., Kodirov O.Sh. Ko‘p yadroli polimetilen aromatik karbon kislota sintezi va tuzilishini o‘rganish.....	110
Salieva M.K., Ziyadullaev O.E., Otamuxamedova G.Q., Ablaqulov L.Q. Geksin-1 va ba‘zi geteroatomli ketonlar asosida atsetilen spirtlari sintezi synthesis of acetylene alcohol based on hexyn-1 and some heteratomic ketones.....	115
Xakimova Z., Xudoyberdiyeva O. Oksidlash reaksiyalari asosida 4-gidroksi-2,3-penta-metilen-3,4-digidroksinazolin-4-on sintezi.....	122
Normamatov F.H. Obtaining the influence of technological parameters on the quality of potassium nitrate.....	127
Ахмаджанов И.А., Джалилов А.Т., Каримов М.У., Ортиков Н.Т. Изотермы адсорбции паров воды и бензола на селективном сорбенте для извлечения лития.	133
Zaripov M.X., Axmedov V.N., Olimov B.B. Furan hosilalari asosida tarkibida fosfor saqlagan ionitlarning olinishi va xossalari tadqiqi.....	139
Beshimov I.A., Axmedov V.N., Olimov B.B. Poliuretan sintezi va xossalari.....	145
Toshboyev S.O‘., Xafizov A.R., Axmedov V.N., Panoyev E.R. Gazlarni nordon komponentlardan tozalash qurilmalarida ko‘piklanish sabablari va uni oldini olish.....	150

BIOLOGIYA

Omonov O.E. Katta va kichik o‘radaryo havzasi flora va o‘simliklar qoplaminig o‘rganilish tarixi.....	155
Duschanova G.M., Ibrohimova G.A. Janubi-G‘arbiy Qizilqum sharoitida <i>Salsola sclerantha</i> cam. turi assimilyatsiyalovchi organlarining morfo-anatomik tuzilishi.....	161
Raxmatullayev B.A. Oq Ostona suv havzasi qirg‘oq bo‘yi xara o‘simligi nematodalar faunasi	168
Bobonazarov G‘.Y. Omonova N.R. Qashqadaryo viloyati sharoitida tovuq qizil kanasi <i>dermanysus gallinae</i> ning (redi, 1674) morfobiologiyasi.....	173
Matyakubov Z., Ro‘zmetov R.S., Abdullaeva M., Doschanova M.B., Iskandarov A., Otayev O., Abdullaev I.I. Xorazm viloyati sharoitida shira bitlarning morfologik xususiyatlari va tarqalishi	178
Baratova Sh.S., Kurbanov A.Sh. Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlari qishloq sharoitida emizikli ayollarning amaldagi ovqatlanishi.....	183
Hazratova H.N., Rahmatullayev Y.Sh., Qurbonov Sh.Q. Qishloq sharoitida kichik maktab yoshidagi bolalarning ayrim vitaminlar bilan ta‘minlanishi	188
Eshquvvatova X. S., Yakkabog‘ tumanidagi Eremurus olgae Regel senopulyatsiyasining floristik tarkibi	192

**RESEARCH COMPOSITION AND STRUCTURES OF THE SURFACE
HETEROSTRUCTURAL FILMS OF Ga_xMe_y As/ GaAs****Tashatov Allanazar**

Karshi State University, Professor

atashatov@mail.ru

ORCID 0009-0006-0164-829X

Eshboboev Sardor

Karshi State University, doctoral student

sardoeshboboyev919602944@gmail.com

ORCID 0009-0009-9949-7187

Usmanova Yulduz

Karshi State University, masters degree

УДК 533.537

Abstract. It has been established that the change in the electronic structure of the GaAs surface during ion implantation is associated with disordering of the surface layer, partial decomposition of GaAs into components and the introduction of a dopant. It has been shown that at low energies and high irradiation doses, metallization of the GaAs surface occurs. Starting from $T \approx 700$ K, changes in the composition of near-surface layers are accompanied by recrystallization of disordered layers. In the range $T \approx 700 \div 800$ K, concentric rings characteristic of polycrystalline films appear in RHEED patterns. Point reflections are established starting from $850 \div 900$ K. The lattice type and parameters of this system have been determined. The ternary system had a cubic lattice similar to the substrate, i.e. an epitaxial film was formed. The parameters of this lattice are " a " $\approx 5.73 \text{ \AA} \pm 0.03 \text{ \AA}$, which is slightly larger than " a " for GaAs ($\approx 5.65 \text{ \AA}$). At $T \approx 900$ K, Ga_{0.6}Ba_{0.4} As compounds are formed. For this system, the band gap is ≈ 1.0 eV, i.e. these films are heterostructural.

Keywords: nanophase, epitaxy, low-energy bombardment, surface, single crystal, ion dose, degree of coverage.

**Ga_xMe_y As/ GaAs GETEROSTRUKTURAVIY PLYONKALARINING SIRT
TARKIBI VA TUZILISHINI O'RGANISH**

Annotatsiya. Aniqlanishicha, GaAs sirtining elektron strukturasi ion implantatsiyasi paytida o'zgarishi sirt qatlamining buzilishi, GaAs ning tarkibiy qismlarga qisman parchalanishi va qo'shimcha moddaning kiritilishi bilan bog'liq. Kam energiya va yuqori nurlanish dozalarida GaAs sirtining metallashuvi sodir bo'lishi ko'rsatilgan. $T \approx 700$ K dan boshlab, sirtga yaqin qatlamlar tarkibidagi o'zgarishlar tartibsiz qatlamlarning qayta kristallanishi bilan birga keladi. $T \approx 700 \div 800$ K diapazonida katta energiyali difraksiya rasmlarida polikristall plyonkalarga xos konsentrik halqalar paydo bo'ladi. Nuqtaviy aks ettirish $850 \div 900$ K dan boshlab o'rnatiladi. Ushbu tizimning panjara turi va parametrlari aniqlangan. Uchlik tizimda substratga o'xshash kubik panjara bor edi, ya'ni epitaksial plyonka hosil bo'ldi. Ushbu panjaraning parametrlari " a " $\approx 5,73 \text{ \AA} \pm 0,03 \text{ \AA}$ bo'lib, GaAs ($\approx 5,65 \text{ \AA}$) uchun " a " dan biroz kattaroqdir. $T \approx 900$ K da Ga_{0.6}Ba_{0.4} birikmalar hosil bo'ladi. Ushbu tizim uchun taqiqlangan soha kengligi $\approx 1,0$ eV ga teng, ya'ni bu plyonkalar geterostrukturalidir.

Kalit so'zlar: nanofaza, epitaksiya, kam energiyali bombardimon, sirt, monokristall, ionlarning dozasi, qoplama darajasi.

Introduction. One of the most effective methods of obtaining new multicomponent thin-film structures on a single mesocrystal is the method of low-energy ion implantation.

A large number of papers have been devoted to the study of the effect of ion implantation on the state and properties of the surface of solids [1-6]. These studies have shown that low-energy ion bombardment leads to an improvement in the emission efficiency of materials, promotes low-temperature epitaxial growth of films from ion-molecular beams, allows to obtain passivating, anticorrosive and other coatings [4-7]. Reliable data were also obtained on the formation of chemical bonds between the atoms of the matrix and the alloying element, the settling of the disordering of the surface, and the change in the positions of the maxima of the density of states of valence electrons [4,7-10]. However, due to the lack of systematic studies using the most informative methods of surface diagnostics, a number of issues related to changes in the electronic state, atomic structure and mechanisms of formation of new phases have not yet been clarified. In particular, there was practically no reliable information about the shape and structure of the density spectrum of electronic states and about the nature of the features observed in these spectra for crystals doped with low-energy ion implantation ($E \leq 10$ keV) and subjected to subsequent annealing.

In this work, the effect of implantation of barium ions and subsequent annealing on the composition of the electronic and crystal structure of the GaAs surface is investigated.

Experimental research methodology. To fulfill the tasks set in the work, it was necessary to carry out technological processing of samples (ion implantation, temperature and laser annealing) in the same device, in identical high-vacuum ($P \leq 10^{-7}$ Pa) conditions, and to study the physicochemical properties of their surface using photo- and auger-electron spectroscopy (PES and AES). The experimental device and the measurement technique are described in detail in [4]. The change in the crystal structure of the surface was studied by fast electron diffraction (FED) on a standard EMP-2 installation.

The face (110) of a single-crystal GaAs was used as the object of the study. Before ion implantation, the GaAs surface was cleaned by high-temperature heating in combination with soft laser irradiation. The ion sources were barium titanite tablets. The ion cannon formed a monoenergetic ion beam with a current density of $j = 0,5 \div 20$ mA \cdot cm $^{-2}$ in the energy range $E_0 = 0,5 \div 8$ keV, the beam diameter per target was 4 mm. Laser annealing was carried out by infrared radiation with a wavelength of 1.06 microns and a pulse duration of 10 ns.

Experimental results and their discussion. During implantation of Ba $^{+}$ ions, the most significant change in the state and properties of the GaAs surface layers occurred at relatively low ion energies ($E_0 = 0,5 \div 1$ keV).

The spectra of photoelectrons taken at $h\nu = 10,2$ eV for GaAs (110) implanted with barium ions with an energy of $E_0 = 0,5$ keV in different doses are shown in Fig. 1. The binding energy of the E_b electrons is placed along the abscissa axis. The same vertical scale is used on all the curves of the energy distribution (CED) of photoelectrons, chosen in such a way that the area under the curve is proportional to the magnitude of the quantum yield of electrons from the samples. It can be seen that all curves have a fine structure. In the case of unalloyed GaAs, the p-orbitals of Ga and As, as well as the s-states of As, contribute to the formation of the fine structure of the CED [9, 10]. The initial part of the spectrum contains some additional features related to surface states (curve 1). Ion implantation, depending on the radiation dose, led to a change in the structure of the spectrum of photoelectrons.

Already at a dose of $D \approx 2 \cdot 10^{14}$ cm $^{-2}$, a new feature appears in the spectrum with a binding energy of $E_b \approx -0.6$ eV. In the interval $D \approx 2 \cdot 10^{14} \div 6 \cdot 10^{15}$ cm $^{-2}$, with increasing

dose, the intensity of the main peak of GaAs ($E_b \approx -1$ eV), due to the excitation of 4p-electrons Ga, decreases significantly, and the peak of As with $E_b \approx -3$ eV, slightly increasing in amplitude, noticeably widens. The analysis of the PES data together with the results obtained by the AES suggests that in the process of low-dose ion implantation, GaAs decomposition occurs, the formation of Ba+As compounds and the release of atomic Ga. Apparently, in this dose range, almost all embedded barium atoms enter into a chemical bond with As atoms. Therefore, the appearance of a new peak in the spectrum of photoelectrons is associated with the formation of the [Ba+As] system, and E_F -with the occurrence of deep levels in the band gap of the semiconductor, due to the release of atomic Ga, accompanied by the formation of various defects in the crystal structure. (In fact, E_F does not shift, but only the upper edge of the valence band E_v and the bottom of the conduction band E_c shift).

At $D \approx 6 \div 8 \cdot 10^{15}$ cm^{-2} , ion-doped GaAs layers still retain properties characteristic of semiconductors (the band gap is 0.8 eV). With a further increase in the dose, excess barium atoms begin to appear in the near-surface region, which forms a kind of bond with free Ga atoms. At the same time, the contribution of these atoms to the formation of photoelectrons increases. All this leads to a sharp change in the structure of the energy distribution curve of photoelectrons. The beginning of the spectrum shifts sharply (by ≈ 1 eV) towards high energies, and its shape becomes characteristic of metal-alloy emitters. These changes occur up to $D \approx 8 \cdot 10^{16}$ cm^{-2} .

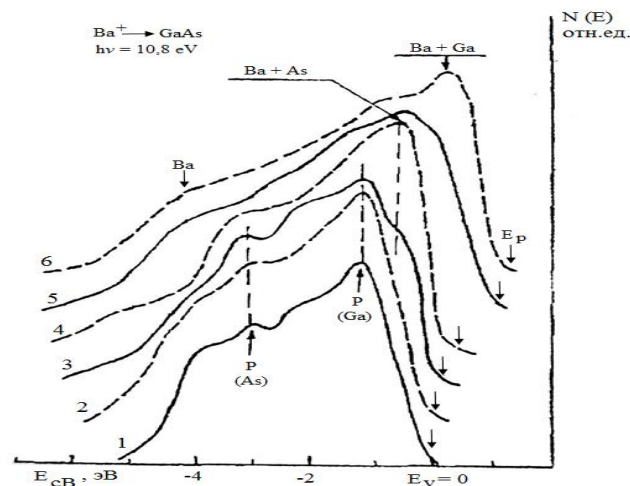


Fig 1. Photoelectronic spectra of GaAs (110) p-type doped with Ba^+ ions with $E_0=0.5$ keV at doses of D , cm^{-2} : 1—0; 2— $2 \cdot 10^{14}$; 3— $8 \cdot 10^{14}$; 4— $6 \cdot 10^{15}$; 5— $2 \cdot 10^{16}$; 6— $8 \cdot 10^{16}$.

A further increase in the radiation dose does not lead to a noticeable change in the dependence of $N(E)$ (Fig. 1, curve 6). At the same time, the curve $N(E)$ contains mainly the features inherent in the system [Ba+Ga] and pure barium, i.e. the "metallization" of the near-surface layers of GaAs occurs. The thickness of these layers at $E_0=0,5$ keV is $\approx 25-30$ Å. The results of fast electron diffraction showed that in this case the near-surface region is completely disordered: amorphous halos appear on the electronogram (Fig. 2, a).

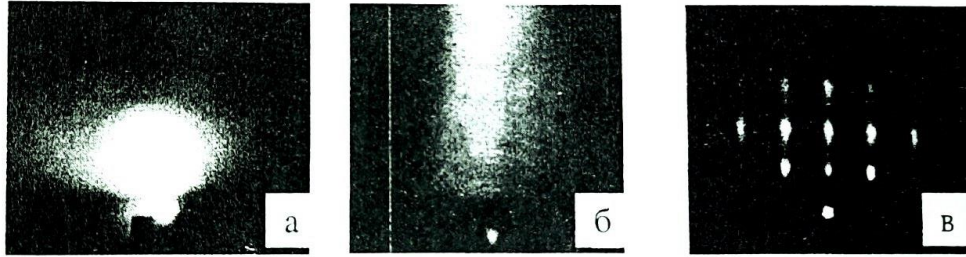


Fig.2. Electronograms of the ion-doped GaAs surface
after heating at T , °K: a — 300, b - 750, c — 900.

For directed modification and properties of the near-surface layers of ion-doped materials, post-implantation high-temperature or laser annealing is carried out. Such annealing promotes the crystallization of disordered layers, the formation of new compounds, and a decrease in the concentration of unbound atoms of the substrate and the alloying element. The analysis of the AES data showed that at $T \geq 700\text{K}$ almost all the Ba atoms enter into a chemical bond with the matrix atoms. In the range $T \approx 700 \div 1000\text{ K}$, triple compounds of the type $\text{Ga}_{1-x}\text{Ba}_x\text{As}$ are mainly formed, where the value of x depends on T . For example, at $T \approx 800\text{ K}$ the value is $x \approx 0,5$, and at $T \approx 900\text{ K}$ — $x \approx 0,3$. A further increase in temperature leads to decomposition of the triple compound, and intensive evaporation of its components from the surface.

Starting from $T \approx 700\text{ K}$, changes in the composition of near-surface layers are accompanied by recrystallization of disordered layers. In the interval $T \approx 700 \div 800\text{ K}$, concentric rings characteristic of polycrystalline films appear on the FED paintings (Fig. 2, b). The point reflexes inherent in single crystals in the FED pictures are established starting from $850 \div 900\text{ K}$ (Fig. 2, c). The type and parameters of the lattice of this system are determined. The triple system had a cubic lattice similar to the substrate, i.e. an epitaxial film was formed. The parameters of this lattice "a" are $\approx 5,73 \text{ \AA} \pm 0,03 \text{ \AA}$, which is slightly more than "a" for GaAs ($\approx 5,65 \text{ \AA}$).

The dynamics of changes in the EDC (energy distribution curve) of photoelectrons at different T for GaAs doped with Ba + ions with $E_0 = 0,5\text{ keV}$ is shown in Fig.3. It can be seen that at $T \approx 800\text{K}$, the peaks with an $E_b \approx -0,6$ and $-4,2\text{ eV}$, characteristic of the Ba=Ga alloy, disappear and new features appear. Apparently, new peaks of Ba arise due to the formation of a triple compound of the type Ba-GaAs.

At the same time, the semiconductor properties of the near-surface layer begin to recover. The width of the forbidden zone of the specified system is $0,6\text{ eV}$. With an increase in T to 900 K , the intensity of peaks with a binding energy of $-0,7$ and -5 eV decreases sharply, and the intensity of the peak of $-3,2\text{ eV}$ increases slightly (Fig.3 curve 3).

These changes are probably due to a decrease in the barium content in the [Ba - Ga - As] system and an increase in the arsenic concentration in it. At $T \approx 900\text{ K}$, compounds $\text{Ga}_{0,6}\text{Ba}_{0,4}\text{As}$ are formed. For this system, the band gap is $\approx 1,0\text{ eV}$, i.e. these films are heterostructural. All the features characteristic of GaAs in the photoelectronic spectrum are established only after a long warm-up (3 hours or more) of the sample at $T \approx 1000 \div 1100\text{ K}$.

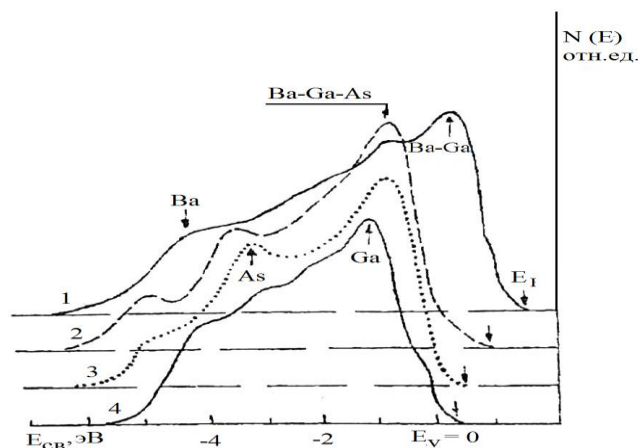


Fig.3. The effect of temperature heating on the GaAs FES doped with barium ions with $E_0 = 0.5$ keV at T, K: 1 — 300; 2 — 800; 3 — 900; 4 — 1000.

Thus, we can come to the following conclusions:

1. It has been established that the change in the electronic structure of the GaAs surface during ion implantation is associated with the disordering of the near-surface layer, partial decomposition of GaAs into components and the introduction of an alloying impurity.

2. It is shown that at low energies and high doses of irradiation, metallization of the GaAs surface occurs.

3. Post-implantation high-temperature ($800 \div 1000$ K) annealing promotes the formation of an epitaxial heterostructural film of the $Ga_{1-x}Ba_xAs$ type.

References

1. Риссел Х., Руге И. Ионная имплантация. / Пер. под ред. М.И. Гусевой. – М.: Наука, 1983. – 360 с.
2. Лифшиц В.Г. Электронная спектроскопия и атомные процессы поверхности кремния. – М.: Наука, 1985. – 200 с.
3. Ташатов А.К. Применение низкоэнергетической ионной имплантации для создания контактов к ультратонким пленкам. // Украинский физический журнал. – Киев, 2001. – №3 (46). – С. 383–385.
4. Нормурадов М.Т., Умирзаков Б.Е. Энергетические спектры поверхности твердых тел, имплантированных ионами низких энергий. – Ташкент: Фан, 1989. – 58 с.
5. Pugacheva T.S., Tashatov A.K., Umirzakov B.E., Tashmuhamedova D. Electron structure and optical properties of GaAs films under low energy Ba⁺ ion implantation combined with annealing.// NIM-B, 2000. – V.166–167. – P.572–576.
6. Ташмухамедова Д., Умирзаков Б.Е., Ташатов А.К., Рысбаев А.С., Нормурадов М.Т. Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия поверхности GaAs, легированного ионами бария.// Поверхность. – Москва, 2002. – №12. – С. 90-93.
7. Normurodov M.T., Umirzakov B.E., Tashmuhamedova D., Tashatov A.K. Influence of ion implantation and annealing on composition and structure of GaAs surface.// Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics. – 2002. – V.5, – №2, – P.138–141.
8. Ташмухамедова Д., Умирзаков Б.Е., Ташатов А.К. Электронные свойства поверхности гетероструктурных пленок $MexSi_y/Si$ и $Ga_{1-x}MexAs/GaAs$, созданных методом ионной имплантации.// Известия РАН. Серия физическая. – Москва, 2003. – № 9 (7). – С. 35-36.
9. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры. //Под ред. Л. Ченга, К. Плога – М.: Мир, 1989. – 582с.
10. Tashmukhamedova D.A., Umirzakov B.E. Electronic structure and properties of GaAs films under low energy Ba⁺ ion implantation. //European materials research society, Symposium S, Strasbourg (France), 2002. S-25. S/PII.01.

ELECTRICAL INSTABILITY PHENOMENA IN IRREGULAR SILICON STRUCTURES

Muradov Namig Mammadhuseyn oghlu

Doctor of philosophy in technology, Military Aerospace Agency Space Instrumentation Special Design Bureau, Azerbaijan, Baku

timbas.1979@gmail.com

ORCID 0009-0003-1489-8595

Nurbek Farmonov Pulatovich

Expert in international publications, Karshi State University
Karshi, Uzbekistan

nurbek.nu@mail.ru

ORCID 0009-0004-5684-3506

UDK: 621.362

Abstract. The article describes the results of studies of the phenomena of electrical instability and inductance, and their physical mechanisms are given. Conductivity models are discussed and it is shown that the most important parameter determining the nature of conductivity is the grain size, which depends on the type of dopant, film thickness, temperature of the growth process, crystallographic orientation, at which the equilibrium number of carriers localized at the boundaries is equal to their total number.

Based on the theory of relaxation of barrier layers at grain boundaries and frequency measurements of resistance, relaxation times and energies of deep traps were calculated, which correspond to the experimental values known from the literature.

A study of the structure of a metal-tunnel oxide $n+$ semiconductor revealed the phenomenon of surface-barrier current instability, caused by the filling and emptying of surface states by carriers injected from the $n+$ region.

Keywords: Amorphous material, electrical phenomena, silicon, polycrystalline, irregular structure.

ЯВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ В НЕПРАВИЛЬНЫХ КРЕМНИЕВЫХ СТРУКТУРАХ

Аннотация. В статье описываются результаты исследований явлений электрической неустойчивости и индуктивности, приводятся их физические механизмы. Обсуждены модели проводимости и показано, что важнейшим параметром, определяющим характер проводимости, является размер зерна, зависящий от типа легирующей примеси, толщины пленки, температуры процесса выращивания, кристаллографической ориентации, при котором равновесное число локализованных на границах носителей равно их полному числу.

На основе теории релаксации барьерных слоев на границах зерен и проведенных частотных измерений сопротивлений вычислены времена релаксации и энергии глубоких ловушек, которые соответствуют известным из литературы экспериментальным значениям.

Исследованием структуры металл-туннельный окисел $n+$ - полупроводник обнаружено явление поверхностно-барьерной неустойчивости тока, обусловленное заполнением и опустошением поверхностных состояний инжектируемыми из $n+$ - области носителями.

Ключевые слова: Аморфный материал, электрические явления, кремний, поликристалл, неупорядоченная структура.

Introduction. From a constructive point of view, the most widespread rectification

sandwich structures are metal-semiconductor-metal-type [1], metal-dielectric-semiconductor and metal-dielectric-metal-type [2,3] forms. At this time, transition voltages are reached.

The phenomenon of electrical conversion with memory is of great importance for modern electronics. They can be used to create electrically rewritable memory devices that store information when a power source is turned on. Currently, elements based on PST conversion and memory effects are more promising.

Research object and methodology. In 1963, the first information on the observation of NR (negative resistance) in glassy semiconductors gave a great impetus to the creation of various converter devices based on chalcogenide materials [4]. However, the instability of the electrical properties, caused by the complexity of the exact reproduction of the necessary composition of the material, limited their wide application. It was determined that the reliability of the devices is greatly affected by maintaining the exact composition of the amorphous material. A 2 at.% change in the composition of one of the components of the glass significantly reduces the conversion effect of memory devices [5]. In addition, large-scale inhomogeneity can occur in glassy semiconductors (as a result of the inherent instability of amorphous materials and their tendency to crystallization) [6]. Another reason for unreliability is the active interaction of most chalcogenous materials with the materials that determine their detection. Polycrystalline metallic electrodes initiate the recrystallization of the active materials of the vitreous converter. In order to eliminate the effect of the electrode material on the semiconductivity, a gap of hard-melting metal, such as vanadium or titanium, is placed between them, but this leads to technological or structural complexity of the device [7].

For example, the issue of resistance variation of planar PS-resistors with a certain value of current pulses was considered in [8, 9]. However, the measuring range of the resistance of such resistors is small, so this phenomenon is conventionally called the effect. Polycrystalline refers to the deficiency of silicon layers (both undoped and device doped) in the lack of bistable conversion effect of the memory. The study of PSL (polycrystalline silicon layers) with small dopant atom concentration seems to be very relevant and promising. In these, the presence of space charge region (SCR) at the grain boundary and the control of the grain size while growing the layers allow to obtain a wide set of physical properties. These include PSL grown at the same time as monocrystalline layers with moderate doping levels in a single epitaxial growth process [10]. PSL can be used for the creation of various functional elements, silicon can serve to prepare logic and analog IS active elements for signal amplification and processing.

Results and discussions. PS – resistors [10] – are made according to the technology described in [11]. 5 μm thick layers were grown on silicon substrates with r-type conductivity (KDB-10). On them, LDS parts with different configurations, the topology of which is shown in Figure 1, were formed due to oxidation, photolithography and STI. During the deposition process, the layers were doped with phosphorus to a concentration of 10^{16} sm^{-3} . The specific resistances measured in monoparts were in the range of 0.2 - 0.5 $\text{Om}\cdot\text{sm}$.

The true concentration of charge carriers was calculated from the grain volume based on the C – V characterization method and fast surface state charge separation, measurement of the temperature dependence of the Hall effect, interpretation of low-temperature (77 k) VAX with the Sottky-type interdevice barrier model, and small grain (0.3 mkm) for layers, this value was $1.5 \times 10^{14} \text{ sm}^{-3}$, when the average size of grains is increased to 5 μm , it increases to $1.3 \times 10^{15} \text{ sm}^{-3}$.

Below is the result of mono- and bistable transitions detected in weakly doped layers in strong electric fields.

The VAX of the PS resistors was measured on the board with a tungsten needle probe assembly and observed on a PNXT (a device for observing the characteristics of transistors). A typical VAX of PS-resistors, which has a NR part, is given in Fig.1. When reaching a certain value of the threshold voltage, the resistance of the PS-resistors decreases sharply and becomes low-resistance with a jump, which is maintained up to a certain minimum holding current. The subsequent decrease in current returns the PS-resistors to high ohms. As can be seen, VAX is symmetrical with respect to the polarity of the applied voltage.

After electrical shaping, that is, after releasing a sufficiently high current (~300 mA) from the layer, it turns from monostable to bistable, in other words, a memory effect occurs. PS - the resistance of the resistors decreases by an average of one order from the initial value (in the order of 100 kOm), and the conversion voltage is 5 - 15 V.

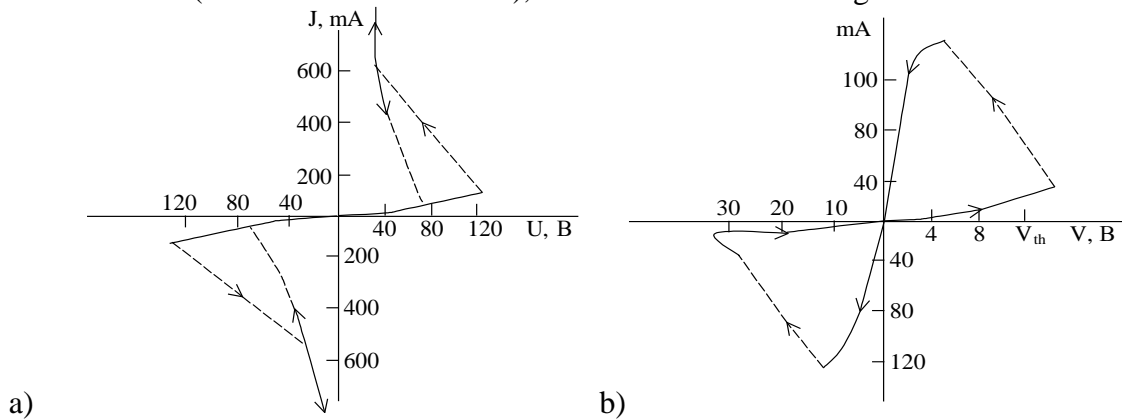


Figure 1. Monostable (a) and bistable (b) conversion effect in layers with an irregular structure based on LDS

The transformation occurs in all types of layers with different initial resistance. In the case that the converting devices are characterized by the ratios of the resistances in the YO and AO cases, then it would be reasonable to select small-grained layers with maximum initial resistance before heat treatment for research. The studied PS-resistors range in length from 10 μm to 850 μm , unlike converters based on amorphous materials, the threshold voltage and fields depend non-linearly on the layer length (Figure 2).

In order to study the statistical and dynamic parameters of the transformation effect in a wide temperature range, the samples are soldered to a plane metallic body. Aluminum electrodes are coated on both the PST and the p+- layer with a high concentration of phosphorus, and also on the bottom layer of difficult-to-melt metals, which serves to prevent the diffusion of aluminum atoms into the layer. When switching PS-resistors with rectangular pulses, the transition characteristic has two parts, the first part corresponds to the delay time τ_3 , when the device remains in the YO state after the pulse, and the second part corresponds to the connection time τ_v , when the layer changes to the AO state.

It decreases depending on whether the impulse given during deceleration of the coupling exceeds the threshold voltage. For example, when the pulse exceeds the threshold voltage by 1.5 times, it decreases to 20 μs during deceleration. Typical values of the switching time (when the pulse amplitude is twice the threshold voltage) do not exceed 200 n.sec. When the transducer in the YO state is affected by single rectangular pulses with an amplitude close to the threshold voltage, the generation of electrical oscillations is observed in a number of samples. The frequency of relaxation oscillations does not exceed

50-100 kHz. With the increase of the pulse amplitude, the number of oscillations increases, they fill the entire pulse and PSTs become AO. The period of the dances is found from the following relationship: $T = R_H C \cdot \ln\left(\frac{U_n - U_{ocm}}{U_n - U_{удд}} (1)$

Here R_H – limiting resistance = 500 Ohm; S – mounting capacity ($S=20$ pF); $U_2 = 45$ V – supply voltage; $U_{ost} = 10$ V; $U_{hud} = 15$ V. According to (3.1) oscillation frequency $f = 300$ MHz. In real devices, the frequency is three orders of magnitude lower. This shows that the generation of oscillations is not related to the external circuit of the MM device, but to the electronic processes from the area of space charges.

The obtained results show that PST based on LDS are reprogrammable memory elements by electrical erasure of information. Under the influence of light, the MM part of PST in VAX disappears in the photoresistor mode, and to restore it, it is necessary to increase the applied voltage. The increase in breakdown voltage is about 1V compared to the dark value of the voltage.

In [12], inductive phenomena observed in locally formed PSL in the process of epitaxial growth of monocrystalline layers are described. The VAX of PSTs is of S-shaped type with MM, in the frequency range of 0.465-10 MHz, the transition of the conductivity from the capacitive to the inductive character of the reactive collector was observed. Under the influence of light, the inductance was held again, and at this time the NR part disappeared in VAX.

It is known that the semiconductor analogue of inductance is negative capacitance, which are related to each other by the following formula [13]:

$$L = R^2 \bar{C} / (1 + \omega^2 R^2 \bar{C}^2) \quad (2)$$

$$Q_L = 2\pi\tau / T \quad (3)$$

$$10^4 \cdot E_{napa}, B \cdot cM^{-1}$$

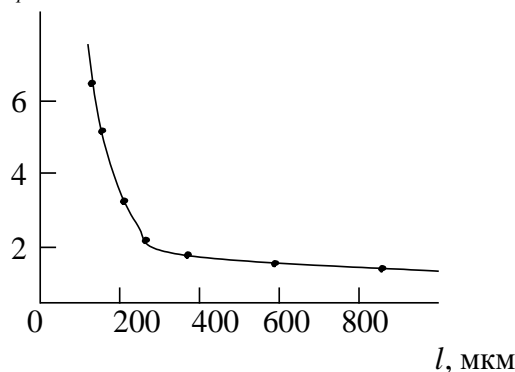


Figure 1. Dependence of the boundary area of the transformation on the length of the LDS layer

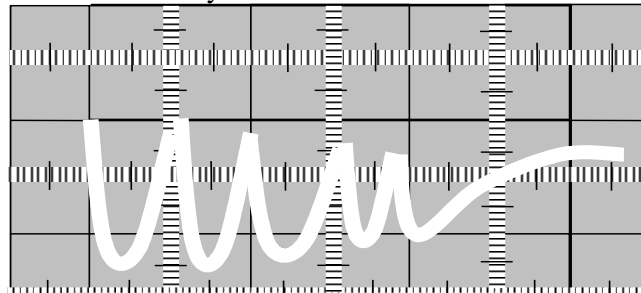


Figure 2. Oscillations of the voltage during the application of single impulses with an amplitude greater than the threshold voltage to the LDS layers. On the vertical axis 10 V division, on the horizontal axis - 2 mks/division.

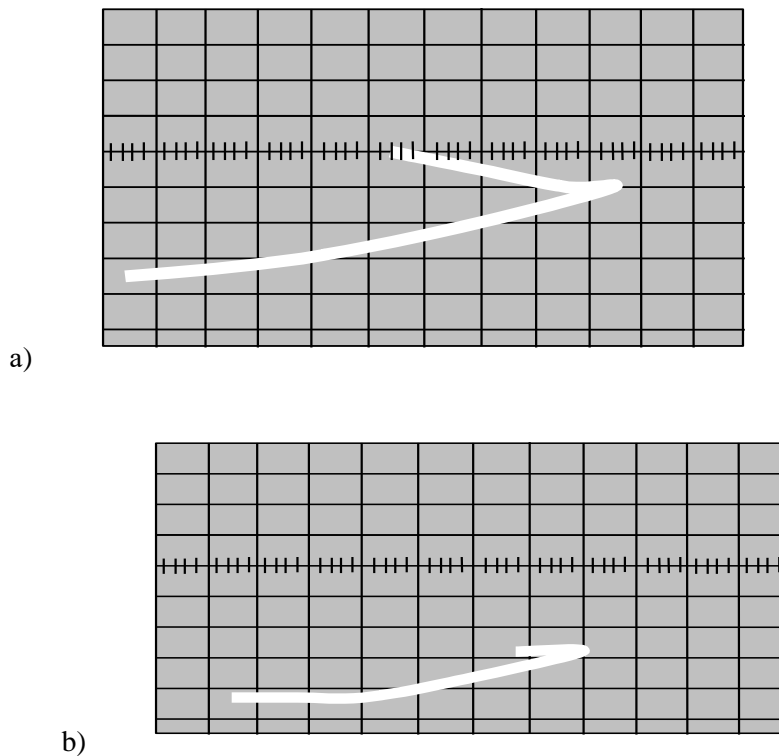


Figure 3. Dark VAX of P layers under the influence of light (b) with and without negative resistance.

Here, the quality of the inductance, which is equal to Q_L , is the lifetime of the charge carriers, and T is the period of the external alternating voltage.

As can be seen from (2) when

$$L = 1/\omega^2 \bar{C} \quad (4)$$

and when $Q_L \ll 1$

$$L = R^2 \bar{C} \quad (5)$$

Based on the experimental results of the frequency dependence of the conductivity, the dependence of $\ln(\rho_1 - \rho)$ on the inverse value of the frequency for PST in the YO case is in the form of a test line with two straight lines. The test shows that the change of the reaction time 1 to the new reaction time is related to the deep reaction centers. Estimating the reaction time according to two sloping lines gave the values $\tau_1 = 4 \times 10^{-7}$ s and $\tau_2 = 2.4 \times 10^{-8}$ seconds. These times correspond to two deep trap levels (0.12 and 0.44 eV) obtained experimentally by different authors [14–16] in PSL.

Based on the analysis of the literature and conducted studies, the mechanism of inductive effect generation in irregular layers containing SCR and deep traps from the grain boundary has been proposed [17].

It is known that the capacitance character of the reactive collector of conductivity changes to inductance as a result of the capture and generation of charge carriers in the r-p transitions that hold deep traps [18]. The presence of barrier layers and deep traps at the boundary of the grains, as well as the analysis of light dependences of temperature, frequency and $C - V$ characteristics allow us to say that the inversion of capacitance into inductance is related to the filling and discharging processes of deep traps.

Indeed, in the absence of charge carrier injection, the unfilled traps do not participate in the conductivity and do not affect the capacity of the structures due to their electroneutrality. The breakdown of the barrier layers leads to the appearance of carriers

with high mobility in SCR, which begin to be occupied by traps.

$$\tau = qv_{dp}/j\gamma_n \quad (6)$$

It is determined by the expression. Here v_{dp} – drift speed of charge carriers j – current density; γ_n – coefficient of occupation of electrons in deep traps.

At small slip voltages, the current density is low and the condition is satisfied. ω is the circular frequency, f is the frequency of the measured signal.

PSL – what is essentially the case of YO, when shear stress is applied, the free charge carriers injected into the carrier-depleted layers begin to be occupied by deep traps at the grain boundary. At small levels of injection, deep traps (τ) are large during relaxation and satisfy the condition. Therefore, the traps are unable to follow the variation of the changing signal and have no effect on the reactive nature of the conductance. Capacity remains a ratio. As the shear stress increases, the injection level increases. At this time, the probability of the charge carriers with large mobility to be caught by deep traps increases, which leads to a decrease in their reaction time. At a certain level of injection, the reactive sum of the conductance becomes zero and the condition is satisfied. The frequency of the measurement signal becomes smaller than the capture frequency during the further increase of the shear stress. At this time, the deep traps do not have time to carry out the process of capture and generation of charge carriers during the period of change of the alternating signal, which causes the current to lag behind the phase voltage and, thus, inductance.

The decrease of the current under the influence of illumination, which leads to the disappearance of the S-shaped part, indicates that the polysilin layers have a negative photoconductivity. Such events are also related to the presence of deep traps. It is known [19] that skin-level centers in semiconductors can have several charge states, which correspond to different degrees of localization of the wave function.

The charge state of the center when $n > 1$ can be taken into account in the one-electron band scheme by introducing a correction level of an electron that can reside in the conduction band. In this case, the possibility of negative photoconductivity can occur when the conduction electron absorbs a photon and passes from the band state to the local state, which leads to a decrease in the current and the disappearance of the NR part [20].

Conclusion. Based on the conducted research, it can be concluded that locally formed polysilicon layers form a functional element with nonlinear voltage-capacitance characteristics with two stable conductivity states whose parameters can be controlled by voltage and light.

Literature review and experimental studies have allowed us to clarify the physical properties of inductance phenomena in polycrystalline silicon layers, which are related to deep levels of charge and discharge at grain boundaries. The reactive nature of the conductance of PST depends on whether the processes of capture and generation of charge carriers by deep traps can keep up with the frequency of the external alternating signal or not. At low levels of injection, the capture frequency is low, so the reactive conductance is capacitive in nature, while at higher levels of injection, the capture frequency increases and exceeds the frequency of the applied drift. In this case, the traps can follow its change, which causes the current to lag behind the voltage in phase, which indicates the formation of inductance. Due to the intergranular amorphous layer in irregularly structured layers, there is also a barrier mechanism, as well as a jump character of conductivity, which is more evident at low doping levels and occurs even at room temperature in small-grained layers.

References

1. Aliyev N.A., Taghiev B.G., Mamedov G.M. i dr. Residual conductivity and negative differential resistance of N- and S-type in GaSeSn.-V sb.: Physical properties of complex semiconductors, Baku: Elm, 1982, pp. 48-54.
2. Shitin V.I., Fomicheva O.F. Switching effects in MDP-structures based on high-resistance silicon with oxides of rare earth elements. – Radiotexnika i elektronika, 1984, t.29, №10, p.2060-2062.
3. Madyarov M.R., Tereshin S.A., Pokalyakin V.I. The element of energy-independent semiconducting memory based on heterojunction Si – SnO₂ – Mikroelektronika, 1980, t.9, issue 5, p.470-473.
4. Kolomiets B.T., Lebedev E.A., Taksami I.A. Basic parameters of switches based on amorphous glassy semiconductors.-FTP, 1969, t.3, N 5, s.731-735.
5. Milov A.A. Switching devices based on amorphous semiconductor materials. – Electronic technology, series 3, Mikroelektronika, 1971, issue 3, p. 3-13.
6. Jonsher A.K., Hill R.M. Electroconductivity of disordered non-metallic films. - Sat. "Physics of thin films." - M.: Mir, 1978, p. 180-263.
7. Nakamura K. Lau C. Ti and V layers between Al and polysilicon films.- Appl. Phys. Letters, 1976, N5, p. 277-279.
8. Mahan J.E. Threshold and memory switching in polycrystalline silicon.-Appl.Phys.Lett., 1982,v.41(5) N1, p.-479-481.
9. Kotaro Kato, T. Ovo, Y. Amemiya. A Physical Mechanism of Current – Induced Resistance Decrease in heavily doped polysilicon resistors. – IEEE Trans. Electron. Devices, 1982, v. ED – 29, No. 8, p, 1156-1161.
10. Abdullajev A.G., Kasimov F.D. Mamikonova V.M. The simultaneous growth of mono- and polycrystalline silicon films.-Thin Solid Films, 1984, v.115, N3, p.237-243.
11. Ageev O.A., Mehtiev A.Sh., Muradov N.M., Petrov V.V., Pokhody M.O. Investigation of electrophysical properties of local dislocation structures. – Physics, AN Azerbaijan, 1998, t.4, №4, p.12-14.
12. Kasimov F.D. Inductivity phenomena in local polycrystalline silicon films. - Thin Solid Films, 1986, v.138, N1, p.43-47.
13. Deshevoy A.S., Hasanov L.S. On solid-state inductance in amorphous compensated semiconductors.-FTP, 1977, t-11, N10, s. 1995-1999.
14. Kimerling L.C. Influence of deep traps on the measurements of free-carrier distribution in semiconductors. – J. Appl. Phys., 1974, v. 45, No. 5, p. 1839-1845.
15. Criado A., Alonso B. Piqueras Deep traps in poly – Si solar cells. - Electron Letters, 1978, v. 14, No. 19, p. 622-625.
16. Mandurah MM, Saraswat KC, Kamins TI. A model for conduction in polycrystalline silicon. – IEEE Trans. Electron. Devices, 1981, v. 28, No. 11, p. 1163-1170.
17. Kasimov F.D., Mehtiev A.Sh., Agaev F.G., Muradov N.M. Physical mechanisms of inductance in films of polycrystalline silicon. – Proceedings of the 6th International National Technical Committee "Actual problems of solid-state electronics and ME", Taganrog, 1999, p.73.
18. Abdullaev G.B., Iskenderzade Z.A., Chelnokov V.E. i dr. On the reactive properties of inversely shifted silicon p-p transitions. – Radiotexnika i elektronika, 1966, No. 7, pp. 1336-1337.
19. Zaletaev N.B., Kulikov K.M., Stafeyev V.I. Effect of illumination on the properties of S-diodes from Germany with an admixture of gold. - FTP, 1974, t.8, №1, s.39-44.
20. Kasimova F.F., Dzhavadov N.G. Occurrence of OS in silicon p-p junctions with a polycrystalline base under the influence of illumination. – Izvestiya Vuzov. Elektronika, 1999, No. 1-2, p. 47-51.

МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОПЛЕНОК ОКСИДОВ SiO₂ НА ПОВЕРХНОСТИ Si

Нормуродов Дилшод

Каршинский государственный университет, доцент

normurodovdilshod2110@gmail.com

ORCID 0009-0000-7454-5917,

Ташатов Алланазар

Каршинский государственный университет, профессор

ORCID 0009-0006-0164-829X,

atashtov@mail.ru

Хасанов Муродулло

Каршинский государственный университет, магистр

УДК 533.537

Аннотация. В работе было исследовано влияние ионной имплантации и последующего отжига на параметры энергетических зон, эмиссионные свойства, а также на глубину (λ) выхода истинно вторичных электронов. Показано, что глубина выхода истинно вторичных электронов аморфной пленки окиси кремния составляет 250-300Å. Ионная имплантация приводит к увеличению коэффициента вторичной электронной эмиссии и зоны выхода истинно вторичных электронов в 1,5-2 раза, ширины запрещенной зоны окиси кремния на 0,3-0,4 эВ, к обогащению поверхности атомами бария и некоторой кристаллизации приповерхностного слоя. Прогрев ионно-легированной пленки SiO₂ до T~ 900 – 1000 К приводит к некоторому росту (на 15 - 20 %) σ_m и λ , существенному увеличению (до 1,5 раза) ширины запрещенной зоны, что связано с преимущественным образованием окислов бария. Ионная имплантация в сочетании с отжигом приводит к увеличению ширины запрещенной зоны SiO₂ и глубины выхода истинно вторичных электронов λ .

Ключевые слова: гетероструктура, нанослой, имплантация ионов, морфология, параметры энергетических зон, эмиссионные свойства, глубина выхода истинно вторичных электронов.

MECHANISMS OF FORMATION OF NANOFILM OF OXIDES SiO₂ ON A Si SURFACE

Annotation. The work investigated the influence of ion implantation and subsequent annealing on the parameters of energy bands, emission properties, as well as on the depth (λ) of the escape of true secondary electrons. It has been shown that the depth of escape of truly secondary electrons from an amorphous silicon oxide film is 250-300Å. Ion implantation leads to an increase in the coefficient of secondary electron emission and the zone of release of truly secondary electrons by 1.5-2 times, the band gap of silicon oxide by 0.3-0.4 eV, to the enrichment of the surface with barium atoms and some crystallization of the surface layer. Heating the ion-doped SiO₂ film to T~ 900 - 1000 K leads to a slight increase (by 15 - 20%) σ_m and λ , a significant increase (up to 1.5 times) in the band gap, which is associated with the predominant formation of barium oxides. Ion implantation in combination with annealing leads to an increase in the band gap of SiO₂ and the depth of escape of true secondary electrons λ .

Key words: heterostructure, band gap, nanolayer, ion implantation, morphology, energy band parameters, true secondary electron escape depth.

Введение. Получение и изучение свойств новых многокомпонентных диэлектрических пленок толщиной порядка сотен ангстрем имеет важное значение

для создания современных приборов твердотельной электроники. В частности, пленки SiO_2/Si широко используются при получении разного рода транзисторов, электронных умножителей, запоминающих и передающих устройств, электронно-лучевых приборов [1,2]. При использовании диэлектрических пленок возникает необходимость контролируемого изменения толщины пленки (d), при которой происходит туннельный переход электронов. Последний во многом определяется глубиной зоны выхода истинно-вторичных электронов (ИВЭ) и шириной запрещенной зоны E окисной пленки. В [3-5] показано, что для этих целей можно использовать низкоэнергетическую имплантацию ионов активных элементов пленки SiO_2 . При этом установлено, что имплантация ионов Ba^+ с энергией $E_0=1-2$ кэВ и дозой облучения $D=6 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$ в аморфную пленку SiO_2 приводит к росту значений коэффициента вторично-электронной эмиссии (ВЭЭ) в 2-3 раза. Этот эффект объясняется уменьшением работы выхода и увеличением глубины зоны выхода истинно-вторичных электронов. Однако в работах толщина, стехиометрический состав и степень однородности пленок определялись качественно, а электронная структура практически не исследовалась. Поэтому целью данной работы являлось детальное исследование влияния ионной имплантации и последующего отжига на состав, электронную структуру и эмиссионные свойства аморфных пленок SiO_2/Si .

Экспериментальная техника. Получение пленок, ионная имплантация, отжиг и исследования состава и свойств поверхности осуществлялись в одном и том же высоковакуумном ($P \leq 10^{-6}$ Па) приборе.

Для получения пленок монокристаллические пластинки Si сначала были отполированы до зеркального блеска, затем подвергались гидродинамическому травлению в смеси азотной и плавиковой кислоты и промывались в дистиллированной воде. Дальнейшая очистка Si проводилась в условиях высокого вакуума высокотемпературным прогревом (длительно при $T=1200$ К и импульсно $T=1500$ К). Затем в прибор напускался кислород до давления 10^{-2} Па.

Окисление поверхности Si проводилось при $T=1400$ К. Стехиометрический состав поверхности пленки определялся методом Оже - электронной спектроскопии (ОЭС). Контрольные значения d определялись методом ОЭС в сочетании с ионным травлением. Электронно-зонные характеристики определялись методом фотоэлектронной спектроскопии при энергии фотонов $h\nu=10,8$ эВ. Глубина выхода ИВЭ измерялась методом эквивалентной подложки. Методика ионной имплантации и исследования состава и свойств поверхности подробно изложена в [4]. Были исследованы пленки SiO_2/Si толщиной от $\sim 100-1000$ Å. Пленки имели строгий стехиометрический состав и были однородны по глубине. Толщина переходного окисного слоя (Si_xO_y) между Si - SiO , не превышала 100 Å. Перед измерениями и ионной имплантацией исследуемые пленки обезгаживались при $T=1350$ К в условиях высокого вакуума (10^{-6} Па).

Результаты исследований. Сначала были определены значения коэффициентов вторичной электронно-эмиссии этих пленок. На рис. 1 приведены зависимости максимального значения коэффициента ВЭЭ σ_m от толщины пленки d окиси кремния.

Видно, что при малых толщинах ($d \leq 200$ Å) с ростом d значение σ_m монотонно увеличивается, затем этот рост замедляется и, начиная с $d \approx 250-300$ Å, кривая $\sigma_m(d)$ выходит на плато (рис.1). При этом значение $\sigma_m = 2,6$, что примерно равно значению для толстой пленки SiO_2 [5]. Если учесть, что значения коэффициентов неупруго отраженных электронов и в области средних энергий первичных электронов для Si

и SiO_2 примерно равны $\eta_{\text{Si}}=0,19$; $\eta_{\text{SiO}}=0,18$ [5], то можно полагать, что глубина зоны выхода ИВЭ для SiO_2 составляет $\sim 250-300 \text{ \AA}$.

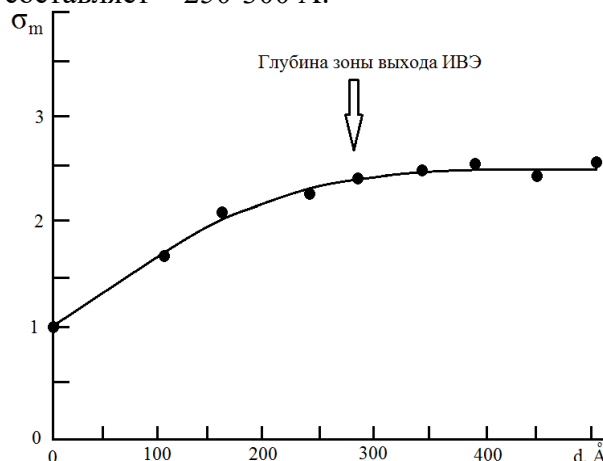


Рис. 1. Зависимость максимального значения коэффициента ВЭЭ от толщины пленки окиси кремния

На рис. 2 приведены зависимости σ_m , λ и $e\phi$ от дозы облучения D для пленки SiO_2 , легированной ионами Ba^+ с $E_0=1 \text{ кэВ}$.

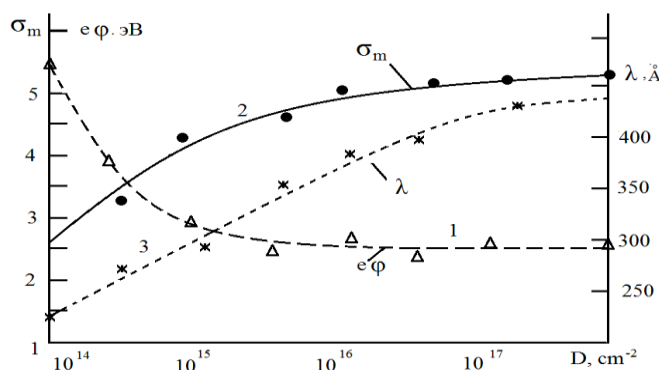


Рис.2. Зависимость значения σ_m , $e\phi$ и λ от дозы облучения для SiO_2 , легированного ионами Ba^+ с $E_0=1 \text{ кэВ}$

Видно, что в интервале $D=10^{14} \div 10^{16} \text{ см}^{-2}$ с ростом дозы ионов значение σ_m растет, а $e\phi$ уменьшается. Изменения σ_m и λ наблюдаются до $D=(8 \div 10)10^{16} \text{ см}^{-2}$, а величина $e\phi$, начиная с $D=6 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$, практически не меняется. Поэтому быстрый рост σ_m в интервале $D=10^{14} \div 5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$ объясняется как уменьшением $e\phi$, так и увеличением зоны выхода ИВЭ, а при $D=6 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$ - только увеличением λ . Уменьшение $e\phi$ главным образом связано с накоплением атомов Ba на поверхности пленки. При $D \geq 5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$ поверхностная концентрация бария составляла $\sim 5 \cdot 10^{15} \text{ атом} \cdot \text{см}^{-2}$, что соответствовало толщине $0,4 \div 0,5$ монослоев. С дальнейшим увеличением D толщина пленки Ba практически не меняется. Увеличение зоны выхода ИВЭ на основе анализа данных ОЭС и картин РЭМ нами объясняется тем, что в процессе ионной имплантации большая часть внедренных атомов бария образует соединение $\text{Ba}+\text{O}$ и $\text{Ba}+\text{Si}+\text{O}$. Толщина этих пленок составляет $100-150 \text{ \AA}$. Эти соединения обладают значительно большей вторично - эмиссионной эффективностью и глубиной выхода ИВЭ по сравнению с SiO_2 . Так, например, предварительные исследования показали, что для аморфной пленки BaO $\sigma_m \approx 9$, а глубина выхода ИВЭ $d=450+500 \text{ \AA}$. Кроме того, результаты РЭМ показали, что при высоких дозах облучения происходит некоторая кристаллизация (образование различных дендритных блоков) приповерхностной области пленки. Толщина

кристаллизированных слоев составляет $\sim 800-1000 \text{ \AA}$, что значительно больше, чем глубина проникновения ионов Ba^+ ($\sim 100-200 \text{ \AA}$), при $E_0=1 \text{ кэВ}$.

Отметим, что переход из аморфного слоя в кристаллический всегда сопровождается увеличением зоны выхода ИВЭ. Таким образом, рост σ_m окиси кремния после имплантации ионов бария может быть обусловлен уменьшением $e\phi$, увеличением λ и образованием эффективной по ВЭЭ окисной пленки. Температурный прогрев приводит к существенному изменению эмиссионных свойств ионно-легированной пленки SiO_2 : зависимость $\sigma_m(T)$ проходит через максимум при $T=600-700 \text{ К}$, а $e\phi$ во всей исследуемой области температуры с ростом T увеличивается. Аномальным является тот эффект, что в области $T=300-600 \text{ К}$ σ_m - увеличивается, когда $e\phi$ - увеличивается. Для объяснения наблюдаемых эффектов на различных этапах отжига были сняты оже-спектры.

Анализ результатов ОЭС показал, что после прогрева ионно-легированного SiO_2 при $T \approx 600-700 \text{ К}$ почти все пики, характерные для несвязанных атомов Ba , исчезают, появляются интенсивные пики $\text{Ba}+\text{O}$. По видимому, при T практически все поверхностные атомы Ba входят в связь с атомами матрицы, образуя связи типа $\text{Ba}+\text{O}$, $\text{Ba}+\text{Si}+\text{O}$. Образование связей $\text{Ba}+\text{O}$ и $\text{Ba}+\text{Si}+\text{O}$ приводит к существенному росту σ_m , хотя отсутствие свободного Ba на поверхности приводит к некоторому росту $e\phi$. Увеличение T до 900 К приводит к незначительному (на 5-6 %) уменьшению σ_m , в то время как в этой области температуры $e\phi$ увеличивается на 1 эВ. При этом на оже – спектре появляются пики, характерные для Si . По-видимому, при $T=800-900 \text{ К}$ происходит разложение $\text{Ba}+\text{Si}+\text{O}$ и дополнительное образование BaO , а также появление избыточных атомов Si , которые диффундируют к поверхности. Последнее приводит к существенному увеличению работы выхода.

Дальнейшее увеличение T приводит к резкому уменьшению σ_m , что связано с разложением нестехиометрической окиси бария и испарением его компонентов. Среди окислов бария наиболее устойчивым оказался BaO , который разлагался только при $T \geq 1200 \text{ К}$. Из-за наличия определенного количества BaO в приповерхностной области пленки SiO_2 значение σ_m этой системы значительно выше, чем для SiO_2 вплоть до температуры 1200 К . Одновременно на основе спектров фотоэлектронов нами определены электронно-зонные параметры ионно-легированной пленки: - положение потолка валентной зоны относительно уровня вакуума; E_F - уровень Ферми; α - средство к электрону. Основные результаты сведены в табл.1.

Таблица 1

Электронно-зонные параметры SiO_2 , легированного ионами Ba^+ с $E_0=0,5 \text{ кэВ}$ и $D=6 \cdot 10^{16} \text{ см}^{-2}$

Параметры	SiO_2	$\text{Ba}^+ \rightarrow \text{SiO}_2$		
		$T=300\text{К}$	$T=700\text{К}$	$T=1000\text{К}$
$E_v, \text{ эВ}$	5,6	5,4	6	6,1
$E_F, \text{ эВ}$	5,1	3,2	3,7	4,5
$E_g, \text{ эВ}$	2,6	2,8	3,8	4,1
$\alpha, \text{ эВ}$	3	2,6	2,2	2

Из таблицы видно, что путем изменения температуры прогрева ионно-легированного SiO_2 можно получать пленки с разными параметрами энергетических зон, что важно для создания приборов микроэлектроники, основанных на многослойной тонкопленочной системе.

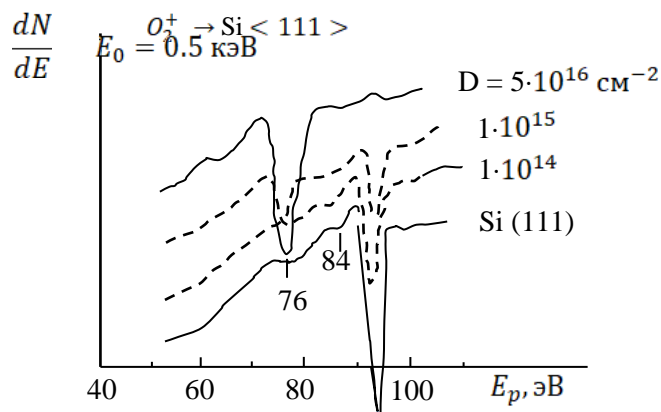


Рис. 3. Спектры ЭОС Si (111), легированного ионами O_2^+ с энергией $E_0 = 0.5$ кэВ и различными дозами.

На рис. 3 представлены оже-спектры чистого кремния и кремния, легированного ионами O_2^+ с энергией 0.5 кэВ при различных дозах облучения. Из рисунка видно, что основные изменения в спектре происходят, начиная с дозы ионов $D \approx 10^{15} \text{ см}^{-2}$. При этом интенсивность пика кремния $L_{2,3}VV$ уменьшается, и появляется малоинтенсивный пик при энергии $E \approx 83 \div 84$ эВ. Последнее, по-видимому, связано с наличием на поверхности соединения SiO_x , промежуточной стехиометрии [6].

Оже-пик, характерный для SiO_2 , (76 эВ), появляется при $5 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-2}$, а затем по мере увеличения дозы облучения его интенсивность увеличивается. При этом интенсивность оже-пика при 92 эВ сильно уменьшается. Изменения в оже-спектре происходят до $\Phi = 4 \cdot 10^{16} \text{ см}^2$ и при дальнейшем увеличении дозы оже-спектр не меняется. Вплоть до максимальной дозы в спектре присутствуют оже-пики с энергиями 83 и 92 эВ, что свидетельствует о наличии некоторого количества Si и SiO_x в приповерхностной области. Кратковременный нагрев при 1200 К приводит к полному исчезновению этих пиков и установлению спектра, характерного для оксидной пленки со стехиометрией SiO_2 . Затем на тонкую пленку SiO_2 с энергией 0.5 кэВ и дозами $2 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$ были помещены ионы бария и натрия. Было обнаружено, что имплантация ионов бария и натрия в SiO_2 приводит к увеличению коэффициентов вторичной электронной эмиссии (ВЭЭ) и изменению тонкой структуры кривых (рис. 3), их энергетической зависимости. Анализ полученных результатов электронной оже-спектроскопии позволяет предположить, что эти изменения связаны с образованием оксида легирующей примеси в приповерхностной области пленки SiO_2 . Эксперименты по изучению состава пленки методами ЭОС также подтвердили наличие достаточно интенсивного пика, характерного для оксида бария. После имплантации ионами Ba^+ с 0.5 кэВ и большим флюенсом энергетическое положение и форма почти всех пиков оксида кремния сильно изменяются, что свидетельствует о значительном изменении элементного и химического состава поверхности пленки SiO_2 при ионной имплантации. Полученные результаты позволяют предположить, что в имплантированной области образуется соединение типа $\text{Ba}_m\text{O}_n + \text{Si}$ со связями вида

Ba - O и *Ba - Si*. Большая амплитуда оже-пика бария с 55 эВ, вероятно, связана с избыточным содержанием атомов Ba в имплантированной области образца.

Действительно, профили распределения атомов в имплантированном слое SiO_2 (рис. 4), снятые методом ОЭС с послойным травлением пучком ионов Ar^+ с энергией 1.5 кэВ показали, что на поверхности ионно-имплантированной пленки, наряду с атомами Ba, O₂ и Si, присутствует довольно большое количество примесных атомов углерода и хлора.

После травления в течение $2 \div 2.5$ мин. (в слое толщиной около ~ 10 Å) атомы C и Cl практически не обнаруживаются. В то же время на указанной глубине барий имел наибольшую концентрацию. Далее с увеличением глубины травления концентрация атомов Ba экспоненциально уменьшалась. Некоторое обеднение поверхности атомами O₂ и Si, вероятно, связано с их распылением при имплантации ионов Ba^+ .

Известно, что гораздо большие значения коэффициента ИЭЭ для диэлектриков по сравнению с металлами и полупроводниками в основном связаны с большой глубиной выхода истинных вторичных электронов (ИВЭ) λ [7].

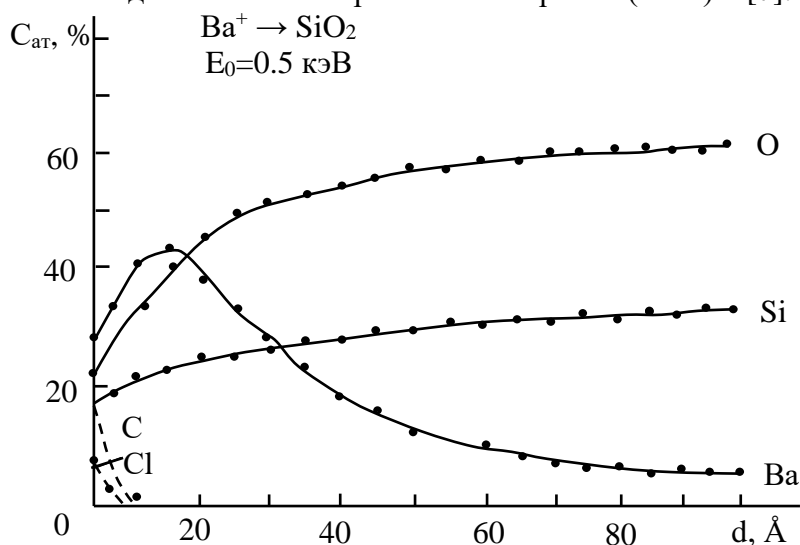


Рис. 4. Профили распределения атомов в ионно-имплантированном слое пленки SiO_2 .

Заключение. Последнее обстоятельство связано с достаточно большой шириной запрещенной зоны (ΔE_g) и малой концентрацией свободных носителей тока в диэлектриках. Из-за этого возбужденные электроны с энергиями меньше ΔE_g теряют энергию только для возбуждения фононов.

Таким образом:

1. Показано, что глубина выхода ИВЭ аморфной пленки окиси кремния составляет 250-300Å.

2. Ионная имплантация приводит к увеличению коэффициента ВЭЭ и зоны выхода ИВЭ в 1,5-2 раза, ширины запрещенной зоны окиси кремния на 0,3-0,4 эВ, к обогащению ($\sim 0,4 - 0,5$ монослоев) поверхности атомами бария и некоторой кристаллизации приповерхностного слоя.

3. Прогрев ионно-легированной пленки SiO_2 до $T \sim 900 - 1000$ К приводит к некоторому росту (на 15 - 20 %) σ_m и λ , существенному увеличению (до 1,5 раза) ширины запрещенной зоны, что связано с преимущественным образованием окислов бария.

4. Отметим что, в диэлектриках вторичные электроны могут пройти значительно больший путь, чем в металлах и полупроводниках, пока их энергия не уменьшится до величины порядка сродства к электрону.

Список использованной литературы:

1. Lieske N., Hezel R. Core and valence electron excitation of amorphous silicon oxide and silicon nitride studies by energy electron loss spectroscopy//Thin Solid Films. 1979. V. 61. №2. P. 217-228 .

2. Ibach H., Rowe J.E. Electron orbital energies of oxygen adsorbed on silicon surfaces and of silicon dioxide//Phys. Rev. 1974. V. B. 10. P. 710-718 .

3. Нормурадов М.Т., Шатурсунов Ш.Ш., Умирзаков Б.Е. Температурные зависимости ВЭ свойств образцов, легированных ионной бомбардировкой // Изб. АН УзР. Сер. физ. – мат. наук. – 1977. – №3. – С. 70-73

4. Нормурадов М.Т., Шатурсунов Ш.Ш. Влияние ионного легирования окиси кремния на зону выхода ИВЭ // Тез. докладов на XVI Всесоюзной конф. по эмис. электронике. – Л., 1978. – 321 с.

5. Нормурадов М.Т., Умирзаков Б.Е. Энергетические спектры поверхности твердых тел, имплантированных ионами низких энергий. – Ташкент: ФАН, 1989. – 158 с.

6. Умирзаков Б.Э., Нормурадов М.Т., Ташмухамедова Д.А., Ташатов А.К. Наноэпитакциальные пленки и герероструктура на основе кремния // Монография. – Ташкент, 2012. – 184 с.

7. Чуева Т.Р., Молоканов В.В., Умнова Н.В., Умнов П.П. Исследование конструкционных аморфных проводов со сплава методом электронной микроскопии. // XXVII Российская конференция «Современные методы электронной и зондовой микроскопии в исследованиях органических, неорганических наноструктур и нанобиоматериалов». – Черноголовка, 2018. – Том 2. – С. 76. DOI: 10.13140/RG.2.2.10093.44005

SELF-SIMILAR ANALYSIS OF DOUBLY NONLINEAR COMPLEX CROSS-DIFFUSION PROCESSES

Mamatov Abrorjon Uyg'un o'g'li

National University of Uzbekistan, teacher
mmtovabrorjon1995@gmail.com

ORCID:0000-0002-9374-8979

UDC:517.9

Abstract: In this work, self-similar analysis of doubly nonlinear complex cross-diffusion processes were obtained. A self-similar and approximately self-similar solution was derived using the method of standard system of equations. These properties were proved by regulating the solution of the approximately self-similar system of equation relative to the parameter of the nonlinear source by adding an additional parameter. The following results were obtained from this work: front-end evaluation for the double nonlinearity heat dissipation equation, localization process was observed, finite velocity was calculated as approximate, new effects were observed, the algorithm was built according to the obtained self-similar solution, program code was created in the programming language and the process was modeled. All results were compared.

Key words: Cross-diffusion systems, finite velocity, localization, asymptotic solution, self-similar system.

MURAKKAB IKKI KARRA NOCHIZIQLI KROSS-DIFFUZIYA JARAYONLARINING AVTOMODEL TAHLILI

Annotatsiya: Ushbu maqolada ikki karra nochiziqli bo‘lgan murakkab kross-diffuziya jarayonlarining avtomodel tahlili ko‘rib chiqilgan. Chiziqli bo‘lmagan ajratish usuli bilan avtomodel va taqribiy avtomodel yechimlari olingan. Bu xossalr nochiziqli manba parametri bo‘yicha avtomodelning taxminiy yechimi uchun tenglamalar sistemasi yechimiga qo‘shimcha parametr qo‘shish bilan isbotlangan. Ushbu ishdan quyidagi natijalar olindi: ikki karra chiziqsiz issiqlik tarqalish tenglamasi uchun front baholandi, lokalizatsiya jarayoni kuzatildi, finit tezligi taqribiy hisoblandi, yangi effektlar kuzatildi, olingan avtomodel yechimiga mos ravishda algoritm qurildi, dasturlash tilida dastur kodi yaratildi va jarayon modellashtirildi. Barcha natijalar taqqoslandi.

Kalit so‘zlar: kross-diffuziya sistemalari, chekli tezlik, lokalizatsiya, asimptotik yechim, avtomodel sistema.

Introduction. Consider in domain $Q_T = \{(t, x) = 0 < t < T, x \in R\}$, $T \leq \infty$ the Cauchy problem for a degenerate parabolic system with double nonlinearity

$$\begin{cases} L_1(u, v) \equiv -\frac{\partial u}{\partial t} + \operatorname{div}(v^{m_1-1} |\nabla u|^{p-2} \nabla u) = 0, \\ L_2(u, v) \equiv -\frac{\partial v}{\partial t} + \operatorname{div}(u^{m_2-1} |\nabla v|^{p-2} \nabla v) = 0, \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} u(0, x) = u_0(x) \geq 0, \\ v(0, x) = v_0(x) \geq 0, \quad x \in R^N, \end{cases} \quad (2)$$

which describes the processes of mutual cross diffusion.

System (1) describes a number of physical processes in a two-component nonlinear medium, for example, it describes the processes of mutual reaction-diffusion, heat conduction, combustion, polytropic filtration of liquid and gas. System (1) is also called cross diffusion [1-2].

From the point of view of physics, it is reasonable to consider a weak solution that has the properties of boundedness, continuity, and satisfies the conditions

$$0 \leq u(t, x), v(t, x), v^{m_1-1} |\nabla u|^{p-2} \nabla u, u^{m_2-1} |\nabla v|^{p-2} \nabla v \in C(Q_T), \quad (3)$$

and system (1), in the sense of the integral identity [3-5]:

$$\begin{cases} \int_0^t \int_{\Omega} [u \frac{\partial \psi}{\partial t} + v^{m_1-1} |\nabla u|^{p-2} \nabla u \nabla \psi - \int_{\Omega} \psi u_0] dx dt = 0, \\ \int_0^t \int_{\Omega} [v \frac{\partial \psi}{\partial t} + u^{m_2-1} |\nabla v|^{p-2} \nabla v \nabla \psi - \int_{\Omega} \psi v_0] dx dt = 0, \end{cases} \quad (4)$$

for a sufficiently smooth function $\psi(t, x)$ with compact support [6-7].

Research Methodology. To do this, we seek the solution of system (1) in the form [7, 8]

$$\begin{cases} u(t, x) = (T+t)^{-\alpha_1} w(\tau(t), x), \\ v(t, x) = (T+t)^{-\alpha_2} z(\tau(t), x), \end{cases} \quad (5)$$

where α_1, α_2 are the numbers to be determined, and the unknown function $\tau(t)$, after substituting (5) into (1) and simple calculations, is chosen as follows

$$\tau(t) = \int (T+t)^{-(m_2-1)\alpha_1 - (p-2)\alpha_2} dt = \int (T+t)^{-(m_1-1)\alpha_2 - (p-2)\alpha_1} dt.$$

At $1 - (m_1 - 1)\alpha_2 - (p - 2)\alpha_1 > 0$, the calculation of the integral for $\tau(t)$ gives the following result

$$\tau(t) = (T + t)^{p_1} / p_1, \quad p_1 = 1 - (m_1 - 1)\alpha_2 - (p - 2)\alpha_1.$$

Then we have a system

$$\begin{cases} \frac{\partial w}{\partial \tau} = \operatorname{div}\left(z^{m_1-1} |\nabla w|^{p-2} \nabla w\right) + \frac{\alpha_1}{(1 - (m_1 - 1)\alpha_2 + k(p - 2)\alpha_1)\tau(t)} w, \\ \frac{\partial z}{\partial \tau} = \operatorname{div}\left(w^{m_2-1} |\nabla z|^{p-2} \nabla z\right) + \frac{\alpha_2}{(1 - (m_2 - 1)\alpha_1 + k(p - 2)\alpha_2)\tau(t)} z, \end{cases} \quad (6)$$

Note that the calculation of the integral at $(m_2 - 1)\alpha_1 - (p - 2)\alpha_2 \neq 1$ gives the following expression for $\tau(t)$ [9]

$$\tau(t) = T + t, \quad (7)$$

In case $(m_2 - 1)\alpha_1 - (p - 2)\alpha_2 > 1$, taking into account the expression for $\tau(t)$, equation (6) is rewritten as follows

$$\begin{cases} \frac{\partial w}{\partial \tau} = \operatorname{div}\left(z^{m_1-1} |\nabla w|^{p-2} \nabla w\right) + (b_1 / \tau) w, \\ \frac{\partial z}{\partial \tau} = \operatorname{div}\left(w^{m_2-1} |\nabla z|^{p-2} \nabla z\right) + (b_2 / \tau) z, \end{cases} \quad (8)$$

where

$$\begin{cases} b_1 = \frac{\alpha_1}{1 - (m_1 - 1)\alpha_2 - k(p - 2)\alpha_1}, \\ b_2 = \frac{\alpha_2}{1 - (m_1 - 1)\alpha_1 - k(p - 2)\alpha_2}. \end{cases}$$

Next, assuming

$$\begin{cases} w(\tau(t), x) = f(\xi), \\ v(\tau(t), x) = \psi(\xi), \quad \xi = \frac{|x|}{[\tau(t)]^{1/p}}, \end{cases} \quad (9)$$

and substituting (9) into (6), after simple calculations, under the condition [10-12]

$$(m_1 - 1)\alpha_2 + (p - 2)\alpha_1 = (m_2 - 1)\alpha_1 + (p - 2)\alpha_2 \quad (10)$$

for functions $f(\xi)$, $\psi(\xi)$ we have the following system of degenerate self-similar equations

$$\begin{cases} \xi^{1-N} \frac{d}{d\xi} \left(\xi^{N-1} \psi^{m_1-1} \left| \frac{df^k}{d\xi} \right|^{p-2} \frac{df}{d\xi} \right) + \frac{\xi}{p} \frac{df}{d\xi} + b_1 f = 0, \\ \xi^{1-N} \frac{d}{d\xi} \left(\xi^{N-1} f^{m_2-1} \left| \frac{d\psi^k}{d\xi} \right|^{p-2} \frac{d\psi}{d\xi} \right) + \frac{\xi}{p} \frac{d\psi}{d\xi} + b_2 \psi = 0, \end{cases} \quad (11)$$

were

$$\begin{cases} b_1 = \frac{\alpha_1}{1 - (m_1 - 1)\alpha_2 - k(p - 2)\alpha_1}, \\ b_2 = \frac{\alpha_2}{1 - (m_2 - 1)\alpha_1 - k(p - 2)\alpha_2}. \end{cases}$$

Next, we determine the numbers α_1, α_2 from the solution of the system of algebraic equations (10) and from the relation

$$\begin{cases} \frac{\alpha_1}{1-(m_1-1)\alpha_2-k(p-2)\alpha_1} = N/p, \\ \frac{\alpha_2}{1-(m_2-1)\alpha_1-k(p-2)\alpha_2} = N/p. \end{cases} \quad (12)$$

From here

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \frac{m_1+1-p}{m_2+1-p} \alpha_2, \\ \begin{cases} \alpha_2 = \frac{(m_2+1-p)N}{(m_2+1-p)(p+(p-2)N+(m_2-1)(m_1+1-p)N)} \\ \alpha_1 = \frac{(m_1+1-p)N}{(m_2+1-p)(p+(p-2)N+(m_2-1)(m_1+1-p)N)} \end{cases} \end{aligned} \quad (13)$$

Let's calculate now $p_1 = 1 - (m_1 - 1)\alpha_2 - (p - 2)\alpha_1$ [13].

Taking into account (13), we have

$$p_1 = 1 - \frac{[(m_1-1)(m_2+1-p) + (p-2)(m_1+1-p)]N}{(m_2+1-p)(p+(p-2)N+(m_2-1)(m_1+1-p)N)} > 0, \quad (14)$$

i.e.

$$\tau(t) = \frac{(T+t)^{p_1}}{p_1}.$$

Note that the functions

$$\begin{cases} f(\xi) = A\bar{f}(\xi), \\ \psi(\xi) = B\bar{\psi}(\xi), \end{cases} \quad (15)$$

where A and B are the roots of the algebraic system

$$\begin{cases} (\gamma\gamma_1)^{p-1} A^{k(p-2)} B^{m_1-1} = \frac{1}{p}, \\ (\gamma\gamma_2)^{p-1} A^{m_1-1} B^{k(p-2)} = \frac{1}{p}, \end{cases} \quad (16)$$

satisfy in region $|\xi| < a^{(p-1)/p}$ the self-similar system

$$\begin{cases} \xi^{1-N} \frac{d}{d\xi} \left(\xi^{N-1} \psi^{m_1-1} \left| \frac{df}{d\xi} \right|^{p-2} \frac{df}{d\xi} \right) + \frac{\xi}{p} \frac{df}{d\xi} + \frac{N}{p} f = 0, \\ \xi^{1-N} \frac{d}{d\xi} \left(\xi^{N-1} f^{m_2-1} \left| \frac{d\psi}{d\xi} \right|^{p-2} \frac{d\psi}{d\xi} \right) + \frac{\xi}{p} \frac{d\psi}{d\xi} + \frac{N}{p} \psi = 0 \end{cases} \quad (17)$$

in the classical sense. Continuing with zero of function $f(\xi) = A\bar{f}(\xi)$, $\psi(\xi) = B\bar{\psi}(\xi)$, for value $|\xi| \geq a^{(p-1)/p}$ we get the following solution of the Zeldovich - Companies type for system (1)

$$\begin{cases} u(t, x) = A(T+t)^{-\alpha_1} \bar{f}(\xi), \\ v(t, x) = B(T+t)^{-\alpha_2} \bar{\psi}(\xi), \end{cases} \quad (18)$$

where constants A, B, α_1, α_2 and functions $\bar{f}(\xi), \bar{\psi}(\xi)$ were defined above [13, 14]. Therefore, the solution (6) constructed by us with α_1, α_2 given by formula (13) for

$p_1 > 0$ is a solution of the Zeldovich - Companies type for system (1).

Therefore, the solution constructed by us above turns into the following solution of Zeldovich - Companies and Martinson-Pavlov

$$\begin{aligned} u(t, x) &= (T+t)^{-\alpha} \bar{f}(\xi), \\ \alpha &= \frac{N}{p+(p+m-3)N}, \quad \xi = \frac{|x|}{[\tau(t)]^{1/p}} \\ \tau(t) &= \frac{[p+(p+m-3)N](T+t)^{\frac{p}{p+(p+m-3)N}}}{p}, \\ \bar{f}(\xi) &= (a - \xi^{p/(p-1)})_+^{1/(m-1)}, \end{aligned}$$

previously known for the case of one equation (22-33).

We note that solutions of the Zeldovich - Companies and Martinson-Pavlov types are widely used to compare solutions, prove the global solvability and insolvability of the Cauchy problem and properties of the finite propagation velocity of perturbations of the solution, for example, for an equation of the form [3-5]

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \operatorname{div}(u^{m-1} |\nabla u|^{p-2} \nabla u) + \varepsilon u^\beta, \quad \varepsilon = \pm 1.$$

and also, for systems of such equations [1, 2, 12, 15].

Now we turn to the proof of the property of the finite velocity of propagation of perturbations for system (1). To prove this property, we introduce the functions

$$\begin{cases} u_+(t, x) = (T+t)^{-\alpha_1} \bar{f}(\xi), \\ v_+(t, x) = (T+t)^{-\alpha_2} \bar{\psi}(\xi), \end{cases} \Rightarrow \xi = |x| / [\tau(t)]^{1/p}$$

$$\begin{cases} \alpha_1 = \frac{(m_1+1-p)N}{(m_2+1-p)(p+(p-2)N) + (m_2-1)(m_1+1-p)N}, \\ \alpha_2 = \frac{(m_2+1-p)N}{(m_2+1-p)(p+(p-2)N) + (m_2-1)(m_1+1-p)N}, \end{cases}$$

$$\begin{cases} \bar{f}(\xi) = (a - \xi^\gamma)_+^{\gamma_1}, \quad \bar{\psi}(\xi) = (a - \xi^\gamma)_+^{\gamma_2}, \\ \bar{\varphi}(\xi) = (a + \xi^\gamma)_+^{\gamma_1}, \quad \bar{\psi}(\xi) = (a + \xi^\gamma)_+^{\gamma_2}, \end{cases} \Rightarrow \xi = |x| / \tau(t)^{1/p},$$

$$\gamma = \frac{p}{p-1}, \gamma_i = \frac{(p-1)[p-(m_i+1)]}{q}, \quad i=1, 2,$$

$$q = (p-2)^2 - (m_1-1)(m_2-1).$$

Note that the functions $u_+(t, x)$, $v_+(t, x)$ have the property

$$u_+(t, x) \equiv 0, \quad v_+(t, x) \equiv 0 \quad \text{at } |x| \geq l(t), \quad v_+(t, x) \geq l(t) = a^{(p-1)/p} [\tau(t)]^{1/p}. \quad (19)$$

Results and Discussions

Theorem 1. Let $\gamma_1 > 0$, $\gamma_2 > 0$, $1 - (m_1 - 1)\alpha_2 - (p - 2)\alpha_1 \geq 0$,

$\frac{\alpha_1}{1 - (m_1 - 1)\alpha_2 - (p - 2)\alpha_1} \leq N / p$, $\frac{\alpha_2}{1 - (m_2 - 1)\alpha_1 - (p - 2)\alpha_2} \leq N / p$. Then the solution of problem (1) has the property of finite perturbation propagation velocity if

$$u_0(x) \leq u_+(0, x), \quad v_0(x) \leq v_+(0, x), \quad x \in \mathbb{R}^N,$$

where $u_+(t, x)$, $v_+(t, x)$ and $\bar{f}(\xi)$, $\bar{\psi}(\xi)$ are the functions defined above.

Proof. The proof of the theorem is based on the solution comparison theorem, for

which we need to construct this function. Consider the functions $u_+(t, x)$, $v_+(t, x)$ defined above and calculate

$$L_1(u_+, v_+), L_2(u_+, v_+).$$

Then from (1) we have

$$\begin{cases} L_1(u_+, v_+) = u_1(t) \{ (\alpha_1 / [1 - (m_1 - 1)\alpha_2 - (p - 2)\alpha_1] - N / p) \} \bar{f}(\xi), \\ L_2(u_+, v_+) = u_2(t) \{ \alpha_2 / [1 - (m_2 - 1)\alpha_1 - (p - 2)\alpha_2] - N / p \} \bar{\psi}(\xi), \\ \begin{cases} u_1(t) = (T + t)^{-(m_1 - 1)\alpha_2 - (p - 2)\alpha_1}, \\ u_2(t) = (T + t)^{-(m_2 - 1)\alpha_1 - (p - 2)\alpha_2}. \end{cases} \end{cases}$$

Hence, in domain $D = \{(t, x) : t > 0, |x| < l(t)\}$, $l(t) = a^{(p-1)/p} [\tau(t)]^{1/p}$, by virtue of the conditions of theorem (1), we have $L_1(u_+, v_+) \leq 0$, $L_2(u_+, v_+) \leq 0$. Then, by the principle of comparison of solutions, we have $u(t, x) \leq u_+(t, x)$, $v(t, x) \leq v_+(t, x)$ in Q .

Therefore, $u(t, x) \equiv 0$, $v(t, x) \equiv 0$ at $|x| \geq l(t)$, which means that problem (1) has the property of finite perturbation propagation velocity. **Theorem 1 is proved.**

It can be seen from the proved theorem that the free boundary satisfies the estimate

$$|x| \leq l(t) = a^{(p-1)/p} [\tau(t)]^{1/p} = a^{(p-1)/p} (T + t)^{p_1/p} / p_1,$$

$$p_1 = 1 - \frac{[(m_1 - 1)(m_2 + 1 - p) + (p - 2)(m_1 + 1 - p)]N}{(m_2 + 1 - p)(p + (p - 2)N) + (m_2 - 1)(m_1 + 1 - p)N}$$

Let us now turn to studying the asymptotic of solutions of the self-similar system (9) under the following boundary conditions

$$f'(0) = 0, f(\infty) = 0, \psi'(0) = 0, \psi(\infty) = 0, \quad (20)$$

$$f(0) = a_1 > 0, f(d) = 0, \psi(0) = a_2 > 0, \psi(d) = 0, d < \infty, \quad (21)$$

$$f(0) = a_1 > 0, f(\infty) = 0, \psi(0) = a_2 > 0, \psi(\infty) = 0. \quad (22)$$

Theorem 2. Let $\gamma_1 > 0$, $\gamma_2 > 0$. Then the solution of problem (9), (20) for $\eta \rightarrow \infty$ ($\eta = -\ln(a - \xi^{p/(p-1)})$) has the asymptotic representation

$$\begin{cases} f(\xi) = A_1 \bar{f}(\xi) (1 + o(1)), \\ \psi(\xi) = A_2 \bar{\psi}(\xi) (1 + o(1)), \end{cases}$$

where the coefficients $A_i > 0$, $i = 1, 2$ are the solution to the system of algebraic equations [5-7].

A graphical representation of a special algorithm built for the parameter values of all the results obtained looked as follows:

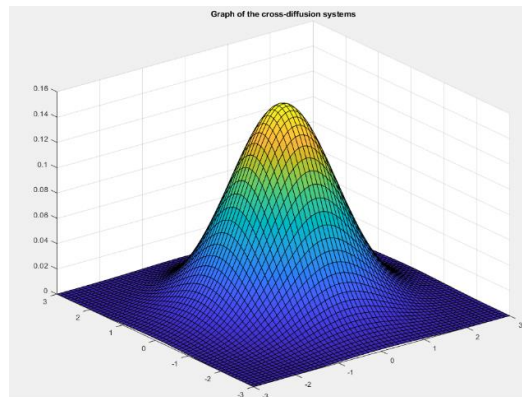


Figure 1. Graph of the cross-diffusion systems, parameters $p=2.5$, $m_1=1.4$, $m_2=1.5$

Conclusion

The results of computational experiments show that all of the listed iterative methods are effective for solving nonlinear problems and lead to nonlinear effects if we use self-similar solutions constructed by the nonlinear splitting method and the standard equation method as the initial approximation of the solution [4, 6].

The results of numerical calculations show the effect of the finite velocity of disturbance propagation and the localization of the solution depends on the values of the numerical parameters. All results of numerical experiments are presented in the form of visualized animation.

Acknowledgements

We are very grateful to experts for their appropriate and constructive suggestions to improve this template.

References

1. Aripov M., Sadullaeva Sh. (2020). Method of standard equation for solution nonlinear boundary value problem. Tashkent, University, 150–195.
2. Aripov M., Rakhmonov Z. (2021). Mathematical modeling of thermal conductivity processes in a medium with double nonlinearity. Tashkent, University, 113–145.
3. Ansgar J. (2017). Cross-Diffusion systems with entropy structure. URL: <https://www.arXiv:1710.01623v1> [math.AP].
4. Rakhmonov Z., Urunbayev J. (2019). On a problem of cross-diffusion with nonlocal boundary conditions, *Journal of Siberian Federal University. Mathematics & Physics*, 12(5):614–620.
5. Rakhmonov Z., Khaydarov A., Urunbayev J. (2020). Global existence and nonexistence of solutions to a cross diffusion system with nonlocal boundary conditions, *Journal of Mathematics and Statistics*, 8(4):404–409.
6. Mamatov A., Nurumova A. (2022). Modeling of nonequilibrium cross-diffusion systems, *Journal of Physics: Conference Series*, 2388(1): 012027.
7. Mamatov A., Nurumova A. (2021). Investigate the interaction of nonlinear thermal conductivity process with density and source in a nonhomogeneous environment, *Journal of American Institute of Physics*, 2432: 050031(1)-050031(6).
8. Nurumova A. (2020). Blow-up case for some nonlinear differential inequalities, *Journal of Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 12(3): 147-158.
9. Zhang H. (2011). The asymptotic behavior of a doubly nonlinear parabolic equation with a absorption term related to the gradient, *Journal of WSEAS Transactions on Mathematics*, 10(2):229–238.
10. Zhang H. (2011). The self-similar solutions of a diffusion equation, *Journal of WSEAS Transactions on Mathematics*, 12(3):345–356.
11. Vazquez J. (2007). *The Porous Medium Equation, Mathematical Theory*. Oxford, United Kingdom, Oxford University Press, 145–165.
12. Giachetti D., Porzio M. (2019). Global existence for nonlinear parabolic equations with a damping term, *Communications on Pure and Applied Analysis*, 8(3):923–653.
13. Zhang Q., Shi. P. (2010). Global solutions and self-similar solutions of semi-linear parabolic equations with nonlinear gradient terms, *Journal of Nonlinear Analysis*, 72(3):2744–2752.
14. Wang S., Xie C. H., Wang M. X. Note on critical exponents for a system of heat equations coupled in the boundary conditions, (*J Math Analysis Application*, 218(3), 1998), pp. 313–324.
15. Wang S., Xie C. H., Wang M. X., The blow-up rate for a system of heat equations completely coupled in the boundary conditions, (*Nonlinear Analysis*, 35(5), 1999), pp. 389–398.

ФОРМИРОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК CrSi₂ ТВЕРДОФАЗНЫМ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ

И.Р. Бекпулатов

Каршинский государственный университет, DSc. доцент

bekpulatov@qarshidu.uz

ORCID: 0000-0001-7955-3932

Н.Э. Норбутаев

Гулистанский государственный университет, докторант

Э.А.Хакбердиев

Каршинский государственный университет, магистр

haqberdiyeverkin98@gmail.com

УДК.621.362

Аннотация: В работе изучены состав, морфология поверхности, размеры поперечного разреза, температурные зависимости удельного сопротивления, коэффициента Зеебека, коэффициента мощности и электронной структуры пленок CrSi₂ разной толщины, полученных на поверхности монокристалла кремния Si (111) методом магнетронного распыления. Установлено, что начиная с толщины ~ 400 Å поверхность Si полностью покрывается аморфной пленкой CrSi₂. После прогрева системы CrSi₂ / Si (111) при $T \approx 750$ К, формируется однородная поликристаллическая пленка CrSi₂. Показано, что удельное сопротивление ρ , коэффициент Зеебека (S) и коэффициент мощности (P) пленки CrSi₂ разной толщины (80 и 180 нм) с ростом температуры нелинейно изменяются. Их значения для пленок CrSi₂ разной толщины немного отличаются друг от друга. В частности установлено, что с ростом T удельное сопротивление ρ поликристаллической пленки уменьшается, а коэффициент Зеебека S увеличивается.

Ключевые слова: теплопроводность, кремний, тонкая пленка, монокристалл, ион-плазма, магнетронное распыление.

FORMATION OF THIN CrSi₂ FILMS BY SOLID-PHASE ION-PLASMA METHOD

Abstract: In this work, the composition, surface morphology, cross-section dimensions, temperature dependences of resistivity, Seebeck coefficient and power factor, and the electronic structure of films of different thickness CrSi₂ obtained on the surface of Si (111) by magnetron sputtering were studied. It was found that starting from a thickness of ~ 400 Å, the Si surface is completely covered with an amorphous CrSi₂ film. After warming up the CrSi₂ / Si (111) system at $T \approx 750$ K, a homogeneous polycrystalline CrSi₂ film is formed. It is shown that the specific resistance ρ , the Seebeck coefficient S and the power factor P of CrSi₂ films of different thicknesses (80 and 180 nm) change non-linearly with increasing temperature. Their values for CrSi₂ films of different thicknesses differ slightly from each other. In particular, it was found that with increasing T , the resistivity ρ of a polycrystalline film decreases, and the Seebeck coefficient S increases.

Keywords: thermal conductivity, silicon, thin film, single crystals, ion plasma, magnetron sputtering.

Введение. Термоэлектрические устройства эффективны благодаря своей надежности, малому акустическому шуму и габаритам, а также экологичности. Соединения висмута-теллура (Bi₂Te₃) уже используются на практике [1-3]. Поиск новых эффективных материалов для термоэлектрических преобразователей энергии во многом зависит от получения точной и достоверной информации о свойствах

этих материалов. Важнейшими свойствами ТЭ материалов являются термо ЭДС и электропроводность. Они определяют потенциальную эффективность ТЭ материала и предоставляют важную информацию о его электронной структуре. Измерения этих свойств должны отвечать ряду требований [4].

Чем выше теплопроводность пленки, тем ниже значение ее термоэлектрической добротности (ZT). У CrSi_2 значение теплопроводности достаточно велико, что ограничивает его термоэлектрическую добротность. Термоэлектрическая добротность (ZT) определялась по формуле (1):

$$ZT = \frac{S^2 \sigma T}{\kappa} = \frac{\rho T}{\kappa} = \frac{S^2 T}{\rho \kappa} \quad (1)$$

Где S – коэффициент Зеебека, κ – коэффициент теплопроводности, σ – коэффициент электропроводности, T – температура, ZT – термоэлектрическая добротность структуры [5]. В [6] изучено влияние состава на термоэлектрические свойства поликристаллического CrSi_2 . Показано, что образцы с дефицитом кремния демонстрируют значительное снижение удельного сопротивления и коэффициента Зеебека в диапазоне температур от 300 до 800 К. Это объясняется образованием металлической вторичной фазы CrSi , встроенной в матричную фазу CrSi_2 . Однако предел области гомогенности CrSi_2 препятствует дальнейшему уменьшению теплопроводности решетки. Установлено, что максимальная добротность $ZT = 0.1$ достигается при 650 К для $\text{CrSi}_{1.98}$. Коэффициент мощности пленок определялся по следующей формуле:

$$P = \frac{S^2}{\rho} \quad (2)$$

Точное измерение электрических свойств тонких пленок приведет к увеличению спроса на дешевый и качественный материал, используемый в промышленности. Есть много способов измерения удельного электрического сопротивления и удельной электропроводности материалов, но с целью точного их измерения мы использовали устройство SBA 458 NETZCH. Преимущество устройства, в которое помещается измеряемая тонкая пленка, в следующем: быстрая и несложная замена образца, отсутствие подключающих проводов, не требуется определение расстояния, исключены источники ошибки измерения, термопары не перемещаются во время измерения [7].

Среди термоэлектрических материалов силициды являются потенциально полезными материалами из-за их хороших термоэлектрических свойств, высокой температуры плавления и химической стабильности при высоких температурах [8-11]. В частности, силицид CrSi_2 является перспективным материалом благодаря его химической стабильности до 1000 – 1100 К, к использованию в спинтронике, магнитных сенсорах, интегральных схемах, а также в термоэлектрических и оптоэлектрических приборах. Тонкие пленки CrSi_2 и Mn_4Si_7 обладают полупроводниковыми свойствами с термостойкостью на воздухе около 1000 К [12-14].

Монокристаллические образцы CrSi_2 имеют гексагональную структуру C_{40} с параметрами решетки $a = 0.4405$ нм, $c = 0.6279$ нм [15-18].

Теоретические расчеты и экспериментальные результаты показывают, что ширина запрещенной зоны CrSi_2 составляет 0.32 - 0.35 эВ. При комнатной температуре коэффициент Зеебека (S) CrSi_2 равен ~ 100 мВ/К, удельное сопротивление (ρ) - 10^{-5} $\Omega \cdot \text{м}$, а коэффициент теплопроводности (κ) ~ 10 В/м·К [19,20]. Однако до настоящего времени электрофизические свойства тонких пленок CrSi_2/Si (111) < 200 – 300 нм изучены недостаточно, неопределены взаимосвязи между изменениями ρ и S .

В данной работе пленки CrSi_2 разной толщины получены осаждением молекул CrSi_2 на поверхность Si методом магнетронного распыления и впервые изучены зависимости структуры поверхности от толщины пленок, а также температурные зависимости удельного сопротивления, коэффициента Зеебека и коэффициента мощности для пленок CrSi_2 разной толщины.

Методика эксперимента. В качестве подложки использованы монокристаллы Si (111) *n*-типа. Напыление CrSi_2 осуществлялось на автоматизированной вакуумной ионно-плазменной установке типа Epos-DVD-Desk-Pro. Источником CrSi_2 служили специально подготовленные образцы (мишени) CrSi_2 , полученные методом, предложенным в [21].

Магнетронное распыление – это технология осаждения с использованием газовой плазмы, которая генерируется и ограничивается пространством, содержащим материал для осаждения. Поверхность мишени подвергается эрозии высокоэнергетическими ионами плазмы, а освобожденные атомы проходят через вакуумную камеру ($P \approx 1.2 \cdot 10^{-6}$ Торр) и осаждаются на подложке, образуя тонкую пленку [22]. Толщина пленки измерялась кварцевым датчиком и записывалась на «мониторе контроля». Скорость роста пленки составляла $\sim 7 \text{ \AA}/\text{с}$. При такой скорости пленка толщиной 102.3 нм создавалась за 2.5 минуты, а 176.5 нм – за 4.2 минуты.

Элементный и химический состав поверхности пленок CrSi_2/Si контролировался методом оже – электронной спектроскопии, морфология поверхности, структура и толщина пленок исследовались методами растровой электронной микроскопии РЭМ (на стандартной установке FEI Quanta 200-3D) и дифракции быстрых электронов ДБЭ. Для измерения электрофизических свойств использовался прибор типа HMS-3000. Коэффициент поглощения света определялся на стандартной установке UV-1280 с некоторой модернизацией. Все пленки CrSi_2 получены при комнатной температуре и были аморфными. Для получения поликристаллической структуры пленка CrSi_2 нагревалась при температуре 750 К в течении 1 часа.

Результаты и их обсуждение. На рис. 1 представлены РЭМ-изображение (а) и энергодисперсионные спектры (б) поверхности пленок CrSi_2 , полученных напылением на поверхность кремниевой подложки в течение 30 секунд. Из рис. 1а видно, что в пленке имеются отдельные участки размерами 90-150 нм (черные фазы), не покрытые силицидом. Анализ энергодисперсионных спектров поверхности (рис.1б) CrSi_2 показывает, что концентрации Cr и Si в точке 1 составляют около 34 и 66 ат.%, что соответствует структуре CrSi_2 . В точке 2 имеется очень малая концентрация атомов Cr. По-видимому, на непокрытых участках Si также имеется некоторое количество молекул CrSi_2 . При напылении в течение 60 сек ($\sim 400 \text{ \AA}$) поверхность Si (111) полностью покрывается аморфной пленкой CrSi_2 .

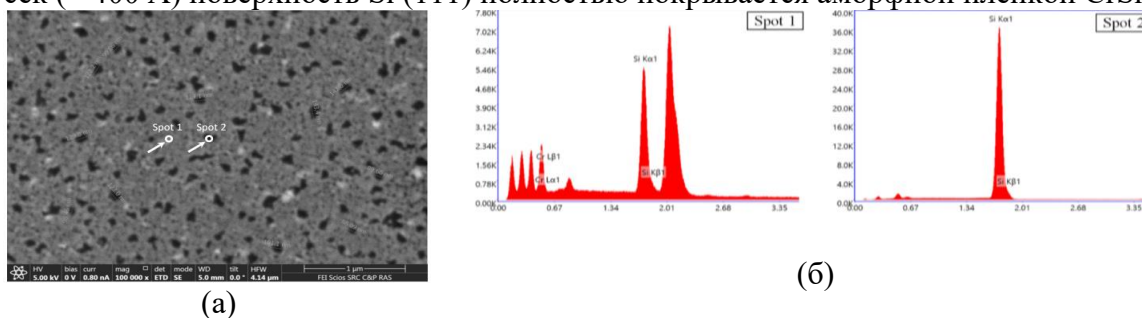


Рис. 1. РЭМ-изображение (а) и энергодисперсионные спектры (б) поверхности пленки $\text{CrSi}_2/\text{Si}(111)$, полученные напылением в течение 30 секунд

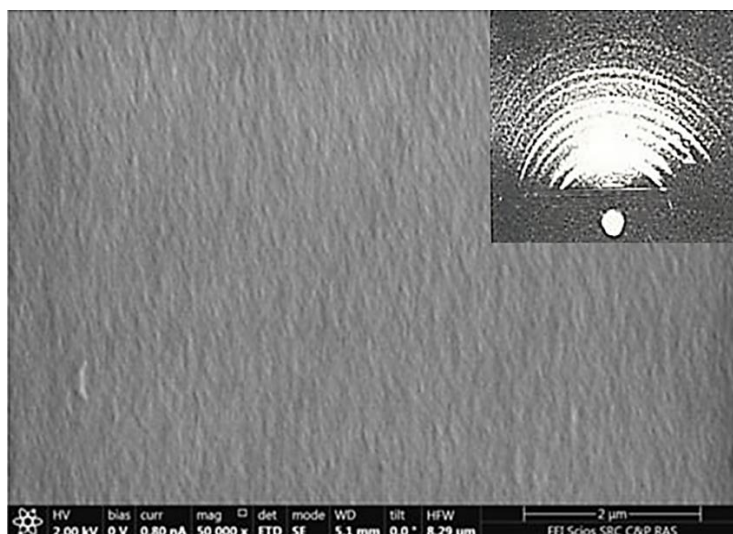


Рис. 2. РЭМ-изображение тонкой пленки CrSi_2 , сформированной на поверхности кремния при 120-секундном магнетронном распылении и прогревании при $T = 750$ К в течение 1 часа.

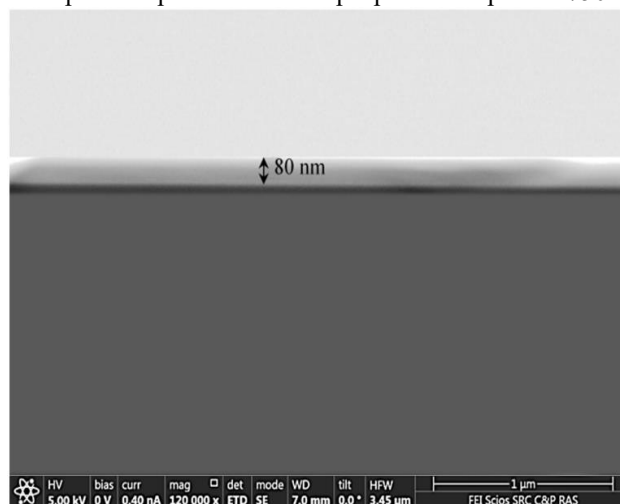


Рис. 3. РЭМ-изображение поперечного разреза пленки CrSi_2 , сформированной при 2 мин напылении на поверхность кремния после прогрева при 750 К.

На рис. 2 показаны РЭМ-изображение и ДБЭ-картина (вставка) тонкой пленки CrSi_2 , сформированной на поверхности кремния методом 120-секундного магнетронного распыления с последующим прогревом при 750 К в течение 1 часа.

Как видно из рисунка, при этом формируется гладкая и однородная поликристаллическая пленка CrSi_2 . Для этой системы на рис.3 приведено РЭМ – изображение поперечного разреза. Видно, что толщина пленки CrSi_2 составляет около 80 нм.

На рис. 4 приведены зависимости интенсивности I проходящего света от энергии фотонов $h\nu$ (спектр поглощения света) для Si (111) и Si (111) с пленкой CrSi_2 толщиной 80 Å. Кривые состоят из двух участков. На первом участке значение I с ростом $h\nu$ практически не меняется, т.е. не наблюдается поглощения, основная часть фотонов переходит через образец, а часть из них отражается. Видно, что в случае чистого кремния в области $h\nu \approx 0.2 - 0.9$ эВ коэффициент прохождения равен $T \approx 0.8$, а коэффициент отражения $R \approx 0.2$. В случае пленки CrSi_2/Si (111) в области $h\nu \approx 0.2 - 0.55$ эВ - $T \approx 0.7$, а $R \approx 0.3$. На втором участке зависимости $I(h\nu)$ происходит резкое уменьшение I до нуля. Экстраполяция этой части кривой к оси $h\nu$ дает \sim

значение ширины запрещенной зоны. Видно, что E_g для Si (111) равна ~ 1.1 эВ, а для $\text{CrSi}_2 \sim 0.32$ эВ.

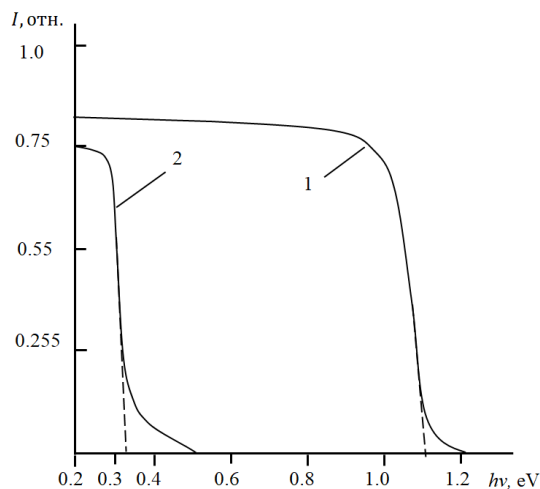


Рис. 4. Спектры поглощения для: 1 – чистого Si (111), 2 – CrSi_2/Si (111).

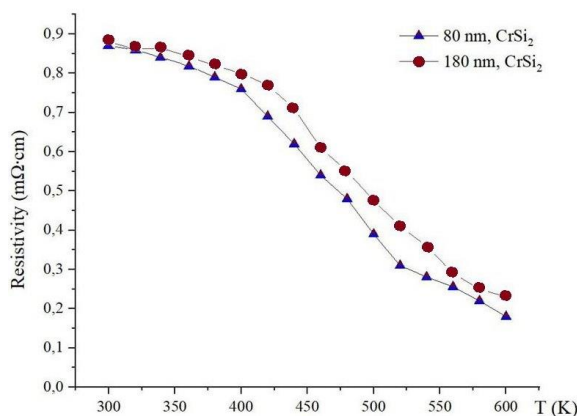


Рис. 5. График зависимости удельного сопротивления поликристаллической пленки CrSi_2 от температуры.

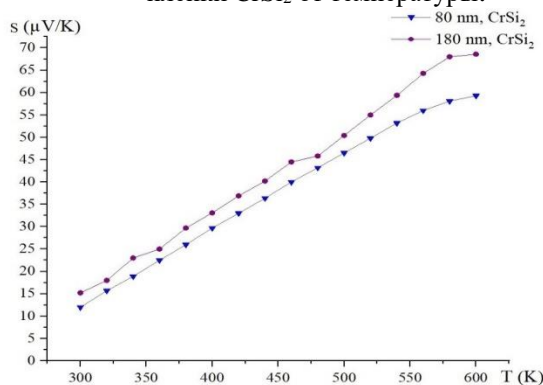


Рис. 6. Температурная зависимость коэффициента Зеебека, определенная для пленок CrSi_2 двух разных толщин.

Как показано выше, термоэлектрические свойства сформированной пленки CrSi_2 зависят от ее толщины. Для определения этой зависимости нами подготовлены пленки CrSi_2 двух разных толщин (80 нм, 180 нм). На рисунке 5 представлена температурная зависимость удельного сопротивления ρ пленок CrSi_2 толщиной 80 нм и 180 нм. Как видно из рисунков, удельное сопротивление пленки толщиной 80 нм во всей области T имеет меньшие значения, чем для пленки толщиной 180 нм. В

обоих случаях в интервале $T \approx 300 - 400$ К ρ изменяется незначительно, а затем в интервале $T \approx 400 - 500$ К резко уменьшается. При $T \geq 500 - 600$ К скорость уменьшения ρ замедляется. На рис. 6 показаны температурные зависимости коэффициента Зеебека для пленок CrSi_2 при двух разных толщинах. Как видно из рисунка, коэффициент Зеебека принимает несколько меньшие значения в пленке толщиной 80 нм и эта разница незначительно увеличивается при повышении температуры от комнатной до 600 К. Сравнение результатов рис. 5 и 6 показывает, что уменьшение ρ в случае тонких пленок CrSi_2/Si (111) приводит к увеличению S . Отметим, что в процессе прогрева системы CrSi_2/Si (111) не наблюдается заметное изменение состава поликристаллической пленки CrSi_2 . По-видимому, изменение значений ρ и S при прогреве могут быть связаны с изменением соотношения c/a .

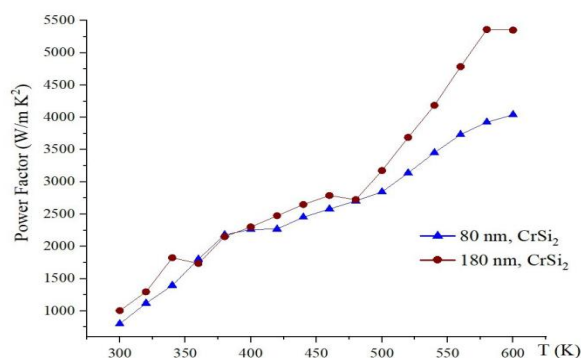


Рис. 7. Температурная зависимость коэффициента мощности, определенная для пленок CrSi_2 двух разных толщин.

На основании полученных результатов, то есть температурной зависимости удельного сопротивления и температурной зависимости коэффициента Зеебека, можно определить коэффициент мощности по формуле $P = \frac{S^2}{\rho}$. На рис. 7 показана температурная зависимость коэффициента мощности пленок CrSi_2 для двух разных толщин. Видно, что значение P существенно зависит от T , а ход зависимости $P(T)$ зависит от толщины пленок.

Закключение. Методом магнетронного распыления специально подготовленных образцов CrSi_2 на поверхности монокристаллов Si (111) получены пленки CrSi_2 разной толщины (10 - 200 нм). Установлено, что до толщины $\sim 200 - 250$ Å пленки имеют островковый характер. Однородная аморфная пленка формируется начиная с 400 Å. Прогревом пленки при 750 К в течение 1 часа, получена однородная поликристаллическая пленка CrSi_2 . Оценена толщина полученных пленок.

Показано, что с ростом T удельное сопротивление ρ поликристаллической пленки CrSi_2 неравномерно уменьшается, а коэффициент Зеебека S – увеличивается. Эти изменения, по-видимому, связаны с изменением соотношения параметров решетки c и a . По данным ρ и S определен коэффициент мощности P пленки.

Показано, что тонкие пленки поликристаллического CrSi_2 является узкозонным вырожденным полупроводником с дырочной проводимостью.

Литература

1. In: D.M. Rowe (Ed.), CRC Handbook of Thermoelectrics, CRC, Boca Raton, FL, 1995.
2. A. Li Bassi, A. Bailini, C.S. Casari, F. Donati, A. Mantegazza, M. Passoni, V. Russo, C.E. Bottani, J. Appl. Phys. 105 (2009) 124307.
3. H. Kawamoto, Sci. Technol. Trends 30 (2009) 54

4. Burkov A.T., Fedotov A.I., Kasyanov A.A., Pantelev R.I., Nakama T. Methods and technique for thermopower and electrical conductivity measurements of thermoelectric materials at high temperatures. // Scientific and technical journal of information technologies, mechanics and optics. 2015. Vol. 15 № 2. p.173-195. doi:10.17586/2226-1494-2015-15-2-173-195.
5. T. Dasgupta, Jean Etourneau, Bernard Chevalier, Samir F. Matar, A. M. Umarji. Makram Abd El Qader, Rama Venkat, Ravhi Kumar, Thomas Hartmann, Paolo Ginobbi, Nathan Newman, Rakesh Singh. Structural, electrical, and thermoelectric properties of CrSi₂ thin films. // Thin Solid Films 545 (2013) 100–105
6. S. Perumal, S. Gorsse, U. Ail, R. Decourt, A. M. Umarji. Effect of Composition on Thermoelectric Properties of Polycrystalline CrSi₂. // Journal of Electronic Materials volume 42, pages1042–1046 (2013). doi: 10.1007/s11664-013-2510-6
7. R.M. Golubev, R.D. Buslaev, E.M. Bakulin, S.V. Dzyubanenko. Thermoelectric properties of bismuth telluride synthesized by electrochemical deposition method. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1326 (2019) 012035. doi.org/10.1088/1742-6596/1326/1/012035
8. A.K. Vasudevan, J.J. Petrovic, Mater. Sci. Eng. A 155 (1) (1992).
9. C.B. Vining, CRC Handbook of Thermoelectrics, CRC, New York, NY, 1995, (Chap. 23).
10. I. Nishida, T. Sakata, J. Phys. Chem. Solids 39 (1978) 499.
11. T. Dasgupta, J. Etourneau, B. Chevalier, S.F. Matar, A.M. Umarji, J. Appl. Phys. 103(2008) 113516
12. K. Kawasumi, I. Sakata, M., Nishida, I. & Masumoto, J. Mater. Sci. 16, 355 (1981).
13. U. Gottlieb, A. Sulpice, B. Lambert-Andron, and O. Laborde, J. Alloys Compd. 361, 13 (2003)
14. T.S.Kamilov, A.S.Rysbaev, V.V.Klechkovskaya, A.S.Orekhov, B.D.Igamov, I.R. Bekpulatov. The Influence of Structural Defects in Silicon on the Formation of Photosensitive Mn₄Si₇-Si(Mn)-Mn₄Si₇ and Mn₄Si₇-Si(Mn)-M Heterostructures. // Applied Solar Energy, 2019, Vol. 55, № 6, pp. 380-384.
15. T. Dasgupta, Jean Etourneau, Bernard Chevalier, Samir F. Matar, A. M. Umarji. Makram Abd El Qader, Rama Venkat, Ravhi Kumar, Thomas Hartmann, Paolo Ginobbi, Nathan Newman, Rakesh Singh. Structural, electrical, and thermoelectric properties of CrSi₂ thin films. // Thin Solid Films 545 (2013) 100–105
16. U. Gottlieb, A. Sulpice, B. Lambert-Andron, and O. Laborde, J. Alloys Compd. 361, 13 (2003).
17. A.T.Burkov, A.I.Fedotov, A.A.Kasyanov, R.I.Pantelev, T.Nakama. Methods and technique for thermopower and electrical conductivity measurements of thermoelectric materials at high temperatures. // Scientific and technical journal of information technologies, mechanics and optics. 2015. Vol. 15 № 2. p.173-195. doi:10.17586/2226-1494-2015-15-2-173-195.
18. L.F. Mattheiss, Phys. Rev. B 43, 12549 1991.
19. A.В. Кривошеева, В.Л. Шапошников, А.Е. Кривошеев, А.Б. Филонов, В.Е. Борисенко. Полупроводниковые свойства CrSi₂ с деформированной решеткой. // Физика и техника полупроводников, 2003. – Том 37 – вып. 4 – с. 402–407.
20. D. Parker, D.J. Singh, New J.Phys. 14 (2012) 033045.
21. I.R.Bekpulatov, D.S.Shomukhammedova, D.M.Shukurova, B.V.Ibragimova. Obtaining higher manganese silicide films with high thermoelectric properties. // E3S Web of Conferences, 2023, 365, № 05015, DOI: 10.1051/e3sconf/202336505015.
22. I.R. Bekpulatov, G.T. Imanova, T.S. Kamilov, B.D. Igamov, I.Kh. Turapov. Formation of *n*-type CoSimonosilicide film which can be used in instrumentation.// International Journal of Modern Physics B, 2022, № 2350164. Doi: 10.1142/S0217979223501643

DETECTION OF A PARTICULAR ORIENTATION AND POLARIZATION IN GALLIUM ARSENIDE CRYSTALS

Akhmedzhanov F.R., Toshpulatov I.Sh.

Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies,
33 Durmon yo'li St., Tashkent 100125, Uzbekistan

ibrat.toshpulatov96@gmail.com

ORCID: 0009-0008-5570-2946

UDK: 534.2: 58.4: 548.9.

Annotation: Phase and group velocity of gallium arsenide were investigated at room temperature using Christoffel's equation. The results were used to determine the real elastic constants of these crystals, on the basis of these sections of the velocity were constructed. The directions with the highest of acoustic waves, as well as the longitudinal acoustic waves in the (001) and (110) planes are determined. The identified features of the acoustic properties of gallium arsenide crystals will be useful in the development of acoustic and acousto-optical devices, including sensors and piezoelectric resonators based on them. The significance of this research lies in its potential applications in the development of novel electronic and optoelectronic devices that utilize GaAs crystals. By understanding and controlling the orientation and polarization of these crystals, researchers can optimize the performance and efficiency of these devices leading to advancements in various technological fields.

Key words: acoustic properties, real elastic constants, gallium arsenide, Christoffel's equation, polarization, group velocity and phase velocity.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОРИЕНТАЦИИ И ПОЛЯРИЗАЦИИ В КРИСТАЛЛАХ АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ

Аннотация: Фазовая и групповая скорости арсенида галлия были исследованы при комнатной температуре с использованием уравнения Кристоффеля. Результаты были использованы для определения реальных упругих постоянных этих кристаллов, на основе которых были построены сечения скорости. Определяются направления с наибольшей амплитудой акустических волн, а также продольные акустические волны в плоскостях (001) и (110). Выявленные особенности акустических свойств кристаллов арсенида галлия будут полезны при разработке акустических и акустооптических устройств, включая датчики и пьезоэлектрические резонаторы, на их основе. Значимость этого исследования заключается в его потенциальном применении при разработке новых электронных и оптоэлектронных устройств, использующих кристаллы GaAs. Понимая и контролируя ориентацию и поляризацию этих кристаллов, исследователи могут оптимизировать производительность и КПД этих устройств, что приведет к достижениям в различных областях техники.

Ключевые слова: акустические свойства, реальные упругие постоянные, арсенид галлия, уравнение Кристоффеля, поляризация, групповая и фазовая скорости.

1. INTRODUCTION. Gallium arsenide crystals are well-known for their valuable measures and properties. They are also used in different kinds of applications such as acoustic-optical devices. When it comes to gallium arsenide crystals in that case, it is so important to know all directions along which quasi-longitudinal, quasi-shear and shear acoustic waves propagate, and also polarization angle from the propagation direction [8, 10].

In general, for any propagation direction in the (001) plane of GaAs crystal, the polarization is neither longitudinal nor transverse. However, for $\varphi = 0$ or $\frac{\pi}{2}$, the velocity V_1 refers to a pure longitudinal wave and V_2 refers to a pure transverse wave, V_3 is always a

transverse wave polarized along Ox_3 with constant velocity which does not depend on the angle φ [3, 9].

2. RESEARCH METHODOLOGY

Introducing the second rank-tensor (the Christoffel tensor)

$$\Gamma_{il} = c'_{ijkl} \mathfrak{a}_j \mathfrak{a}_k \quad i, j, k, l=1, 2, 3 \quad (1)$$

c'_{ijkl} are the components of the elasticity tensor, \mathfrak{a}_j and \mathfrak{a}_k are the components of the polarization of the acoustic waves. Christoffel's equation becomes

$$\Gamma_{il} u_l = \rho v^2 u_i \quad (2)$$

Here ρ is density of crystal, $\rho_{GaAs} = 5,316 \frac{g}{cm^3}$ [4]. For a given direction, there are in general three phase velocities of u_1 and u_i waves which are the solutions of the secular equation expressing the compatibility condition for the three homogeneous equations (2)

$$|\Gamma_{il} - \rho v^2 \delta_{il}| = 0 \quad (3)$$

By virtue of the symmetry properties of the stiffness tensor, Γ_{il} is symmetric [2], since

$$\Gamma_{li} = c'_{ljki} \mathfrak{a}_j \mathfrak{a}_k = c'_{kijl} \mathfrak{a}_j \mathfrak{a}_k = c'_{ikjl} \mathfrak{a}_j \mathfrak{a}_k = c'_{ijkl} \mathfrak{a}_j \mathfrak{a}_k = \Gamma_{il} \quad (4)$$

Expanding the sum over the indices j and k gives

$$\Gamma_{li} = c'_{i111} \mathfrak{a}_1^2 + c'_{i221} \mathfrak{a}_2^2 + c'_{i331} \mathfrak{a}_3^2 + (c'_{i121} + c'_{i211}) \mathfrak{a}_1 \mathfrak{a}_2 + (c'_{i131} + c'_{i311}) \mathfrak{a}_1 \mathfrak{a}_3 + (c'_{i231} + c'_{i321}) \mathfrak{a}_2 \mathfrak{a}_3 \quad (5)$$

$$c'_{11} = c'_{22} = c'_{33} \quad (6)$$

$$c'_{12} = c'_{21} = c'_{13} = c'_{32} = c'_{23} = c'_{31} \quad (7)$$

$$c'_{44} = c'_{55} = c'_{66} \quad (8)$$

from which we have the following six components are here for cubic system [5].

$$\Gamma_{11} = c'_{11} \mathfrak{a}_1^2 + c'_{44} (\mathfrak{a}_2^2 + \mathfrak{a}_3^2) \quad (09)$$

$$\Gamma_{12} = \Gamma_{21} = (c'_{12} + c'_{44}) \mathfrak{a}_1 \mathfrak{a}_2 \quad (10)$$

$$\Gamma_{13} = \Gamma_{31} = (c'_{12} + c'_{44}) \mathfrak{a}_1 \mathfrak{a}_3 \quad (11)$$

$$\Gamma_{22} = c'_{44} (\mathfrak{a}_1^2 + \mathfrak{a}_3^2) + c'_{11} \mathfrak{a}_2^2 \quad (12)$$

$$\Gamma_{23} = \Gamma_{32} = (c'_{12} + c'_{44}) \mathfrak{a}_2 \mathfrak{a}_3 \quad (13)$$

$$\Gamma_{33} = c'_{44} (\mathfrak{a}_1^2 + \mathfrak{a}_2^2) + c'_{11} \mathfrak{a}_3^2 \quad (14)$$

For propagation in the plane of a cube face, the equations are simplified further [4]. For example, for propagation in the (001) plane we have

$$\mathfrak{a}_1 = \cos \varphi, \mathfrak{a}_2 = \sin \varphi, \mathfrak{a}_3 = 0, \Gamma_{13} = \Gamma_{31} = 0 \quad (15)$$

$$\Gamma_{11} = c'_{11} \cos^2 \varphi + c'_{44} \sin^2 \varphi, \Gamma_{12} = (c'_{12} + c'_{44}) \sin \varphi \cos \varphi \quad (16)$$

$$\Gamma_{22} = c'_{11} \sin^2 \varphi + c'_{44} \cos^2 \varphi, \Gamma_{33} = c'_{44} \quad [3] \quad (17)$$

To find phase velocity, we need this equation coming from (3)

$$(\Gamma_{11} - \rho v^2) \mathfrak{a}_1 + \Gamma_{12} \mathfrak{a}_2 + \Gamma_{13} \mathfrak{a}_3 = 0, (\Gamma_{11} - \rho v^2) \mathfrak{a}_1 + \Gamma_{12} \mathfrak{a}_2 = 0, \mathfrak{a}_1 = \cos \varphi$$

$$(18) \Gamma_{21} \mathfrak{a}_1 + (\Gamma_{22} - \rho v^2) \mathfrak{a}_2 + \Gamma_{23} \mathfrak{a}_3 = 0, \Gamma_{21} \mathfrak{a}_1 + (\Gamma_{22} - \rho v^2) \mathfrak{a}_2 = 0, \mathfrak{a}_2 = \sin \varphi \quad (19)$$

$$\Gamma_{31} \mathfrak{a}_1 + \Gamma_{32} \mathfrak{a}_2 + (\Gamma_{33} - \rho v^2) \mathfrak{a}_3 = 0, (\Gamma_{33} - \rho v^2) \mathfrak{a}_3 = 0, \mathfrak{a}_3 = 0 \quad (20)$$

If we determine $\rho v^2 = \gamma$ giving

$$(\Gamma_{11} - \gamma_1) \mathfrak{a}_1 + \Gamma_{12} \mathfrak{a}_2 = 0 \quad (21)$$

$$\Gamma_{21}\mathfrak{a}_1 + (\Gamma_{22} - \gamma_2)\mathfrak{a}_2 = 0 \quad (22)$$

$$(\Gamma_{33} - \gamma_3)\mathfrak{a}_3 = 0 \quad (23)$$

$$\gamma_{1,2} = \frac{\Gamma_{11} + \Gamma_{12} \pm \sqrt{(\Gamma_{11} - \Gamma_{12})^2 + 4\Gamma_{12}^2}}{2} \quad (24)$$

$$\gamma_3 = \Gamma_{33} \quad (25)$$

The first sign refers to V_1 -quasi-longitudinal wave's velocity

The second sign refers to V_2 -quasi-shear wave's velocity

The third sign also refers to V_3 -shear wave's velocity

The velocities V_1 and V_2 , as functions of the angle φ , are given by the expressions

$$v_1^2 = \frac{c'_{11} + c'_{44} + \sqrt{(c'_{11} - c'_{44})^2 (\cos 2\varphi)^2 + (c'_{11} + c'_{44})^2 (\sin 2\varphi)^2}}{2\rho}, \quad v_1 = v_{QL} \quad (26)$$

$$v_2^2 = \frac{c'_{11} + c'_{44} - \sqrt{(c'_{11} - c'_{44})^2 (\cos 2\varphi)^2 + (c'_{11} + c'_{44})^2 (\sin 2\varphi)^2}}{2\rho}, \quad v_2 = v_{QS} \quad (27)$$

$$v_3^2 = \frac{c'_{44}}{\rho}, \quad v_3 = v_S \quad (28)$$

$$(\Gamma_{11} - \rho v^2)\gamma_1 + \Gamma_{12}\gamma_2 = 0, \quad \gamma_1 = \cos \psi, \quad \Gamma_{21}\gamma_1 + (\Gamma_{22} - \rho v^2)\gamma_2 = 0, \quad \gamma_2 = \sin \psi, \quad (\Gamma_{33} - \rho v^2)\gamma_3 = 0, \quad \gamma_3 = 0 \quad (29)$$

From the graph $\operatorname{tg} \psi = \frac{\gamma_2}{\gamma_1}$ and also from the equation (13) becomes $\frac{\gamma_2}{\gamma_1} = \frac{(\rho v^2 - \Gamma_{11})}{\Gamma_{12}}$, finally

we can get this equation to find polarization angle [1].

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{(\rho v^2 - \Gamma_{11})}{\Gamma_{12}},$$

$$\psi = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{(c'_{44} - c'_{11}) \cos 2\varphi + \sqrt{(c'_{44} - c'_{11})^2 (\cos 2\varphi)^2 + (c'_{44} + c'_{11})^2 (\sin 2\varphi)^2}}{(c'_{44} + c'_{11}) (\sin 2\varphi)} \quad (30)$$

2. RESULTS AND DISCUSSIONS

The results of measurements of the velocity of longitudinal and transverse acoustic waves along the direction [100], [110] in gallium arsenide crystals are given in Table 1. In this table, q and γ are the directions of the wave vector and the polarization vector, respectively. The results obtained make it possible to determine the effective real elastic constants for the [100], [110] directions in GaAs crystals. These quantities can be expressed through the real c'_{ijkl} components of the elasticity tensor [6, 7]. To find velocities in all directions in the (001) plane, we need a velocity in particular direction which can be found by experiments. These results are given on the table 1.

$$c'_{eff} = c'_{ijkl} \kappa_j \kappa_l \gamma_i \gamma_k, \quad (31)$$

where κ_j and γ_i are the components of an unit normal of the wave κ and the polarization vector γ [11, 12].

TABLE 1. Velocity and components of the elasticity in GaAs crystals at temperature of 293K

q	η	$V, 10^3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	Expression, C'_{eff}	$C'_{\text{eff}}, 10^{10} \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$
[100]	[100]	4.73	c'_{11}	11.88
	[001]	3.35	c'_{44}	5.96
[110]	[110]	5.24	$\frac{c'_{11} + c'_{12} + 2c'_{44}}{2}$	14.6
	[110]	2.48	$\frac{c'_{11} - c'_{12}}{2}$	3.26
	[001]	3.35	c'_{44}	5.96
[111]	[111]	5.40	$\frac{c'_{11} + 2c'_{12} + 4c'_{44}}{3}$	15.48
	[110]	2.79	$\frac{c'_{11} - c'_{12} + c'_{44}}{3}$	4.16

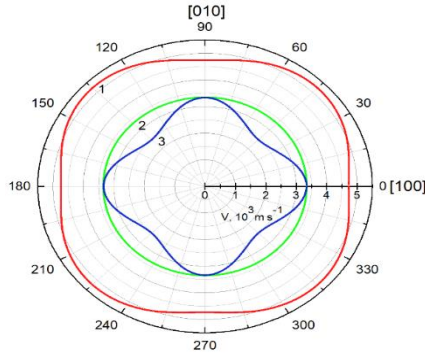


FIG. 1. Velocities of quasi-longitudinal (1), shear (2) and quasi-shear (3) acoustic waves in GaAs crystals by the (001) plane

It can be seen from the figure 1, the velocity for quasi-longitudinal wave on the red line is changing from 4.7 km/s to 5.2 km/s which is the highest in the three types of velocities, meaning quasi-longitudinal wave collides with GaAs crystal's atoms less. Its maximum velocity shows at the angle $45^\circ, 135^\circ, 225^\circ$ and 315° φ . Velocity for quasi-shear wave reaches the highest at the angle $0^\circ, 90^\circ, 180^\circ$ and 270° φ , which is about 3.4 km/s. On the other hand, when it comes to shear wave. It does not depend on propagation direction φ at all, having a constant velocity approximately 3.4 km/s.

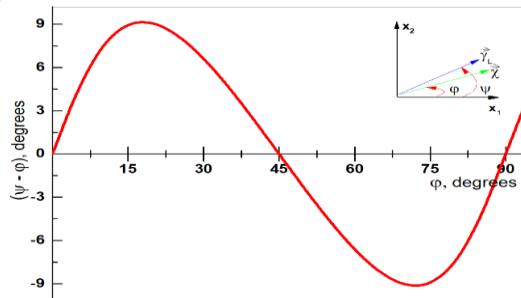


FIG. 2. Deviation $(\psi - \varphi)$ of the quasi-longitudinal displacement vector from the propagation direction φ in the (001) plane of GaAs crystals

The figure 2 shows $\psi - \varphi$, the deviation of the quasi-longitudinal displacement vector from the propagation direction is maximum $9^\circ 20'$. The components of the energy flux density vector in an elastic wave are determined from the expression (16).

$$A_i = \theta_{ik} \mathfrak{a}_k, \theta_{ik} = c'_{ijk} \gamma_j \gamma_l, A_i = c'_{ijk} \gamma_j \gamma_l \mathfrak{a}_k$$

$$(32) v_g = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{\rho v}, v_{gi} = \frac{A_i}{\rho v}, i=1, 2, 3 \quad (33)$$

Here v_g —group velocity and v —phase velocity which has been already found above.

$$A_1 = \mathfrak{a}_1 \left[c'_{11} \gamma_1^2 + c'_{44} (\gamma_2^2 + \gamma_3^2) \right] + \gamma_1 (c'_{12} + c'_{44}) (\gamma_2 \mathfrak{a}_2 + \gamma_3 \mathfrak{a}_3) \quad (34)$$

$$A_2 = \mathfrak{a}_2 \left[c'_{11} \gamma_2^2 + c'_{44} (\gamma_1^2 + \gamma_3^2) \right] + \gamma_2 (c'_{12} + c'_{44}) (\gamma_1 \mathfrak{a}_1 + \gamma_3 \mathfrak{a}_3) \quad (35)$$

$$A_3 = \mathfrak{a}_3 \left[c'_{11} \gamma_3^2 + c'_{44} (\gamma_1^2 + \gamma_2^2) \right] + \gamma_3 (c'_{12} + c'_{44}) (\gamma_1 \mathfrak{a}_1 + \gamma_2 \mathfrak{a}_2) \quad (36)$$

In the (001) plane V_{QLG} —group velocity for quasi-longitudinal wave

$$\mathfrak{a}_1 = \cos \varphi, \mathfrak{a}_2 = \sin \varphi, \mathfrak{a}_3 = 0 \quad (37)$$

$$\gamma_1 = \cos \psi, \gamma_2 = \sin \psi, \gamma_3 = 0 \quad (38)$$

V_{QSG} —group velocity for quasi-shear wave

$$\mathfrak{a}_1 = \cos \varphi, \mathfrak{a}_2 = \sin \varphi, \mathfrak{a}_3 = 0 \quad (39)$$

$$\gamma_1 = \cos \left(\frac{\pi}{2} - \psi \right), \gamma_2 = \sin \left(\frac{\pi}{2} - \psi \right), \gamma_3 = 0 \quad (40)$$

V_S —group velocity for shear wave

$$\mathfrak{a}_1 = \cos \varphi, \mathfrak{a}_2 = \sin \varphi, \mathfrak{a}_3 = 0 \quad (41)$$

$$\gamma_1 = 0, \gamma_2 = 0, \gamma_3 = 1 \quad (42)$$

$$v_g = \frac{\sqrt{A_1^2 + A_2^2 + A_3^2}}{\rho v} \quad (43)$$

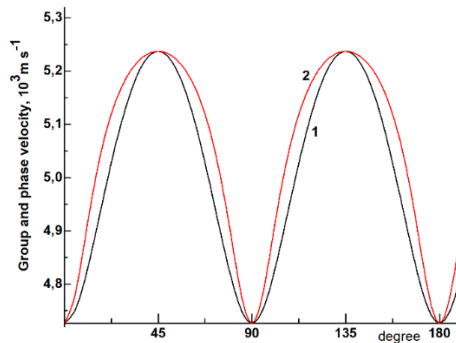


FIG. 3. Anisotropy of phase (1) and group (2) velocity of quasi-longitudinal acoustic waves in the (001) plane in GaAs crystals

As figure 3 shows, group velocity of quasi-longitudinal wave is a little bit higher than phase velocity of that on the whole circle, which reaches the same velocity slightly more than 5.24 km/s that is the maximum at the propagation direction of the exact $45^\circ, 135^\circ, 225^\circ$ and $135^\circ \varphi$.

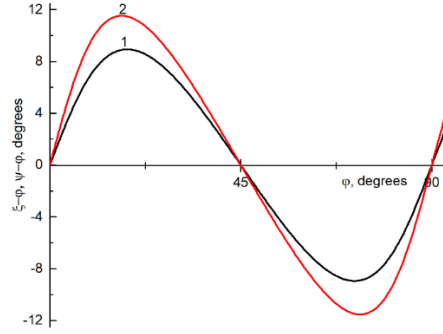


FIG. 4. Deviaton of energy flux density (2) and polarization (1) of quasi-longitudinal acoustic waves propagated in the (001) plane in GaAs crystals

In figure 4, maximum deviation of the energy density vector from the wave vector for longitudinal waves propagating on the (001) plane was about $9^{\circ}20'$.

$$\operatorname{tg} \xi = \frac{A_2}{A_1}, \quad \xi = \operatorname{arctg} \left[\frac{A_2}{A_1} \right] \quad (44)$$

From the formula (44) we can calculate deviation of energy flux density and can also find difference between $\xi - \varphi$ and $\psi - \varphi$. Because we have already data about polarization angle ψ , propagation angle φ is changeable from 0 to 360 degree.

$$A_i = \theta_{ik} \mathfrak{a}_k, \quad \theta_{ik} = c'_{ijkl} \gamma_j \gamma_l, \quad A_i = c'_{ijkl} \gamma_j \gamma_l \mathfrak{a}_k, \quad v_g = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{\rho v}, \quad v_{gi} = \frac{A_i}{\rho v}, \quad i=1, 2, 3$$

$$(45) \quad A_1 = \mathfrak{a}_1 \left[c'_{11} \gamma_1^2 + c'_{44} (\gamma_2^2 + \gamma_3^2) \right] + \gamma_1 (c'_{12} + c'_{44}) (\gamma_2 \mathfrak{a}_2 + \gamma_3 \mathfrak{a}_3) \quad (46)$$

$$A_2 = \mathfrak{a}_2 \left[c'_{11} \gamma_2^2 + c'_{44} (\gamma_1^2 + \gamma_3^2) \right] + \gamma_2 (c'_{12} + c'_{44}) (\gamma_1 \mathfrak{a}_1 + \gamma_3 \mathfrak{a}_3) \quad (47)$$

$$A_3 = \mathfrak{a}_3 \left[c'_{11} \gamma_3^2 + c'_{44} (\gamma_1^2 + \gamma_2^2) \right] + \gamma_3 (c'_{12} + c'_{44}) (\gamma_1 \mathfrak{a}_1 + \gamma_2 \mathfrak{a}_2) \quad (48)$$

$$\mathfrak{a}_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cos \varphi, \quad \gamma_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cos \psi, \quad \mathfrak{a}_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cos \varphi, \quad \gamma_2 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cos \psi, \quad \mathfrak{a}_3 = \sin \varphi, \quad \gamma_3 = \sin \psi \quad (49)$$

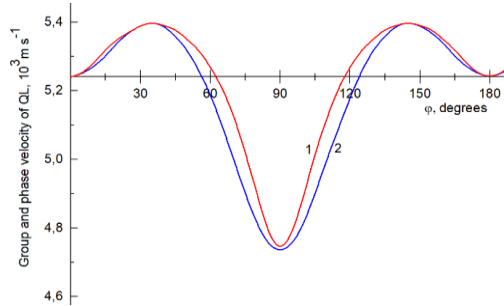


FIG. 4. Anisotropy of phase (2) and group (1) velocity of quasi-longitudinal acoustic waves in the (110) plane in GaAs crystals

$$\operatorname{tg} \xi = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{A_3}{A_1} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{A_3}{A_2}, \quad \xi = \operatorname{arctg} \left[\frac{1}{\sqrt{2}} \frac{A_3}{A_1} \right] \quad (50)$$

From the formula this formula we can calculate deviation of energy flux density and can also find difference between $\xi - \varphi$ and $\psi - \varphi$. Because we have already data about polarization angle ψ , propagation angle φ is changeable from 0° to 180° .

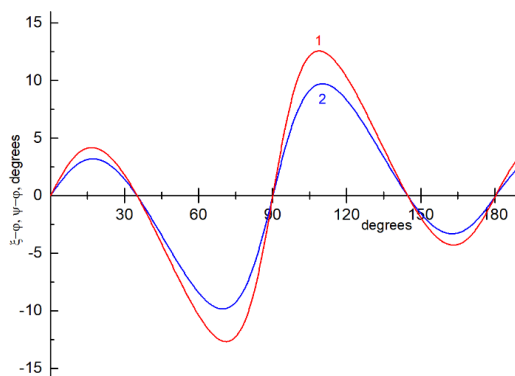


FIG. 5. Deviaton of energy flux density (1) and polarization (2) of quasi-longitudinal acoustic waves propagated in the (110) plane in GaAs crystals

4. CONCLUSION

Researches show that the velocity of quasi-longitudinal wave reached the highest magnitude at four types of regular angles at the same time that of quasi-shear happened similarly, but it had a quite small magnitudes compared to quasi-longitudinal's. Therefore we can think that quasi-longitudinal vector smaller deviated from the [001] direction. This deviation angle of polarization for quasi-longitudinal wave was about $9^{\circ}20'$, however the angle was become roughly 10° in the (110) plane, slightly higher than it was in the (001) plane.

When it comes to the group velocity for only quasi-longitudinal wave. The reason for a higher group velocity than phase velocity in GaAs crystals when acoustic waves propagate is due to the dispersion properties of the material. In materials like GaAs, the relationship between the frequency and wavelength of the acoustic waves is not linear, meaning that the group velocity can be faster than the phase velocity.

This phenomenon is known as anomalous dispersion, and it occurs when the material's refractive index changes with frequency. In the case of GaAs crystals, the group velocity is higher than phase velocity because the material's dispersion curve is such that the group velocity increases with frequency at a faster rate than the phase velocity.

Overall, the higher velocity in GaAs crystals is a result of the unique dispersion properties of the material, which leads to a non-linear relationship between frequency and wavelength in acoustic wave propagation.

References

1. F.R. Akhmedzhanov M.M., F.R. Akhmedzhanova. A guide to calculating the characteristics of elastic waves in crystals when performing coursework and dissertations., 1982. Ch. I.
2. Jan W. Jaekena., Stefaan Cottenier, Solving the Christoffel equation: phase and group velocities. 2016.
3. Dieulesain E., Royer D, Elastic waves in solids I Free and guided propagation. pp. 177–199, 1996.
4. M.P.Shaskolskaya, Acoustic crystals. pp 167–172, 1982.
5. Rohn Truell., Charles Elbaum., Bruce B.Chick. pp 11–18, 1969.
6. D.Royer and E. Dieulesaint, Gayleigh wave velocity and displacement in orthorhombic, tetragonal, hexagonal and cubic crystals, J.Acoust.Soc. Am., 76, p. 1438–1444 (1984)
7. R.Stoneley, The propagation of surface elastic waves in cubic crystals, Proc. Roy. Society, 232A, p. 447–458 (1995)
8. G.W. Farnell, Properties of elastic surface waves, In Physical Acoustics (W.P.Mason and R.N. Thurston, Eds), 6, p. 109-166, Academic Press, New York (1970)

9. D. Royer and E. Dieulesaint, "Elastic waves in solids I: Free and guided propagation," (Springer, New York, 2000), Chap. 4.
10. R.E. Newnham, "Properties of materials." (Oxford University Press Inc., New York, 2005), Chap. 23, 24.
11. Yu.I. Sirotin and M.P. Shaskolskaya, "Fundamentals of crystal physics," 2d ed. (Mir Publishers, Moscow, 1982), Chap. 6.
12. F.I. Fedorov, Theory of elastic waves in crystals, Plenum Press: New York (1968)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ И ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫЙ РЕЖИМ В ГЕЛИОСУШИЛЬНОЙ КАМЕРЕ С АККУМУЛЯТОРОМ ТЕПЛА

Неъматов И.Л.

Шахрисабзский военно-академический
лицей «Школа Тимуридов», преподаватель

Умарова Саида

Каршинский государственный университет, преподаватель

Хайридинов Батир

Каршинский государственный университет, профессор

saidaumarova68@gmail.com

ORCID 0000-0002 12667553

УДК 662.997

Аннотация. В работе изучены технологический и температурно-влажностный режимы гелиосушилки с аккумулятором тепла. Определены оптимальные параметры технологического режима при существующих радиационно-конвективных условиях и конструкции сушильной камеры. Целью данного исследования была интенсификация процесса солнечной энергии путем объединения в единый энергетический блок воздушного коллектора и сушильной камеры. Для достижения данной цели были разработаны методика диагностики теплообменных процессов в тепловом аккумуляторе с переменными потенциалами диффузии и переноса влаги. Данная методика отличается от существующих методов исследования теплообменных процессов сушки фруктов в гелиосушилке.

Ключевые слова: сушильная камера, аккумулятор тепла, температурно-влажностный режим, гелиосушилка, расход воздуха, вентиляция.

TECHNOLOGICAL AND TEMPERATURE-HUMIDITY REGIME IN A SOLAR DRYING CHAMBER WITH HEAT ACCUMULATOR

Abstract. In the article technologically and is haved a temperature-moisture mode helium dryer with battery of the heat are studied. The optimum parameters of technological mode ere determined under existing radiation convection condition and designs of the dry camera. The work studied the technological and temperature-humidity conditions of a solar dryer with a heat accumulator. The optimal parameters of the technological regime were determined under the existing radiation-convective conditions and the design of the drying chamber. The purpose of this study was to intensify the solar energy process by combining an air collector and a drying chamber into a single energy unit and a solar dryer. To achieve this goal, a diagnostic technique for heat exchange processes with a heat accumulator and with variable potentials of diffusion and moisture transfer was developed. This technique differs from existing methods for studying heat exchange processes of drying fruits in a solar dryer.

Keywords: dry camera, battery of the heat, is haved a temperature-moisture mode, helium dryer, consumption of air, ventilation.

Введение. Программа экономического развития республики по обеспечению

топливно-энергетической и продовольственной независимости предусматривает экономию топливно-энергетических и природных ресурсов, повышение эффективности сельскохозяйственного производства, применение безотходных экологически чистых технологий, развитие индивидуальных и коммерческих хозяйств по переработке сырья на местах.

В условиях сельскохозяйственного производства Республики Узбекистан существует много вариантов и разновидностей конструктивных исполнений гелиотехнических или солнечных сушильных агрегатов. Главными элементами энергетического блока этих агрегатов является воздушный коллектор и сушильная камера. В частности, в работе [1,2] была разработана новая конструкция гелиосушилки с тепловым аккумулятором тепличного типа для сушки фруктов. Кроме этого, в работе исследован процесс конвективной сушки фруктов. На основании теоретических и экспериментальных исследований определены коэффициенты тепла и массы передачи в зависимости от скорости движения теплоносителя, коэффициент внутренней зависимости от температуры. Однако не описано, как происходит кинетика и энергетика воздухообмена во время влаговыделения и удаления влажного теплоносителя в солнечной сушилке.

В связи с этим разработка и создание гелиотехнических установок для реализации сушильных и других технологических процессов, обеспечивающих экономию топливно-энергетических ресурсов, снижение потерь сельскохозяйственной продукции, улучшение экологии, имеют важное прикладное значение [2].

Конечной целью исследований процессов гелиосушки является обеспечение оптимальных технологических режимов для данного сырья при существующих радиационно-климатических условиях и конструкции сушильной камеры. Основной технологической задачей является определение оптимальных режимов загрузки и аэрации сушильной камеры гелиосушилки [2].

Данная методика отличается от существующих методов исследования теплообменных процессов тем, что позволяет рассчитать интенсивность испарения влаги с единицы поверхности материала на основе синтеза влагосодержания влажности и основных законов необратимых процессов теплообменных характеристик процессов сушки фруктов в гелиосушилке. Данная модель позволяет провести диагностику теплообменных процессов и выполнить анализ математической модели теплообменных процессов, а также реализовать моделирование на основе полученных зависимостей с целью дальнейшего использования при разработке методов и устройств для контроля напряженно-деформированного состояния фруктов во время сушки.

Состояние внутреннего воздуха в сушильной камере в процессе сушки определяется удельной объемной испарившейся влагой:

$$G_{жy} = \frac{\Delta G_{жс}}{V_{ск}}, \quad \Delta G_{жс} = G(\tau) - G(\tau + \Delta\tau) \quad (1)$$

Абсолютная влажность внутреннего воздуха:

$$m_B = m_H + G_{жy} \quad (2)$$

В результате испарения влаги фактическая температура внутреннего воздуха будет определяться соотношением:

$$t_B = t_{BO} \frac{(C_P - C_{II} X_H) + P_{II} (X_B - X_H)}{C_P + C_{II} X_B}, \quad (3)$$

где t_{BO} – температура внутреннего воздуха при отсутствии сушки.

Максимально возможная загрузка ограничивается следующим условием:

$$\varphi_B < 100\% \quad \text{или} \quad t_B > t_M \quad (4)$$

$$\text{При условии } \varphi_B = 100\% \quad \text{или} \quad t_B = t_M \quad (5)$$

Прекращается процесс испарения и начинается процесс конденсации.

Результаты и обсуждения. Как показывает практика, наибольшая вероятность возникновения условия (5) появляется в предутреннее время 4...6 ч, когда температура внутреннего воздуха (в течение суток) становится минимальной. Такая вероятность возникает в течение первых суток сушки, так как интенсивность испарения максимальна в первые сутки. В последующие сутки интенсивность испарения падает и вероятность возникновения условия (5) всегда ниже, чем в первые сутки. При достижении условия (5), даже кратковременного, в результате конденсации влаги образуется плесень, начинается загнивание. Таким образом, условие (5) является недопустимым.

Для соблюдения условия (4) необходимо:

$$G_{\text{жсу max}} < m_{\text{BH}} - m_{\text{H}} \quad (6)$$

Абсолютная влажность воздуха при насыщении m_{BH} принимается при максимальной температуре воздуха в 4... 6 ч. в первые сутки.

Максимально допустимая начальная загрузка сушильной камеры:

$$G_{0\text{max}} = \frac{\Delta G_{\text{жмак}}}{(U_0 - 1)N(\tau)} = \frac{G_{\text{жмак}} V_{\text{ck}}}{(U_0 - 1)N(\tau)} \quad (7)$$

где $N(\tau)$ – значение в момент минимальной температуры суток.

Число частиц материала сушки при максимально допустимой загрузке:

$$n_{\text{q max}} = \frac{G_{0\text{max}}}{G_{\text{q}}} \quad (8)$$

Площадь максимальной загрузки составит

$$S_{\text{max}} = \frac{n_{\text{q max}}}{n_{\text{q}}} \quad (9)$$

Средний массовый часовой расход воздуха на вентиляцию сушильной камеры, для обеспечения необходимого потенциала сушки [3]:

$$G_{\text{B}} = \frac{G_{\text{жсу}} 1000}{\theta_s} \quad (10)$$

Потенциал сушки:

$$\theta_s = m_{\text{BH}} - m_{\text{B}} \quad (11)$$

Часовой объемный расход воздуха:

$$V = \frac{G_{\text{B}}}{\rho_{\text{CB}}} \quad (12)$$

Количество воздуха, поступающего через нижние приточные форточки равно количеству воздуха, уходящего через верхние вытяжные форточки [4]:

$$V = V_{\text{H}} = V_{\text{B}}, \quad V_{\text{H}} = \frac{G_{\text{B}}}{\rho_{\text{H}}}, \quad V_{\text{B}} = \frac{G_{\text{B}}}{\rho_{\text{B}}} \quad (13)$$

Скорость потока воздуха в нижних и верхних вентиляционных форточках:

$$W_{\text{H}} = V_{\text{H}} / (F_{\text{oi}} 3600), \quad W_{\text{B}} = V_{\text{B}} / (F_{\text{BA}} 3600) \quad (14)$$

При известных значениях скорости потока, определяются коэффициенты гидравлического сопротивления в нижних и верхних форточках [5]:

$$\xi_{\text{H}} = \frac{\Delta P}{\rho_{\text{H}} W_{\text{B}}^2 / 2}, \quad \xi_{\text{B}} = \frac{\Delta P}{\rho_{\text{B}} W_{\text{B}}^2 / 2} \quad (15)$$

Перепад давления между нижними и верхними форточками [6]:

$$\Delta P = gH_{\text{ф}} (\rho_{\text{ф}} - \rho_{\text{B}}) \quad (16)$$

Коэффициент гидравлического сопротивления является функцией угла открывания γ_ϕ и относительной длины форточек $K_\phi = \frac{a_\phi}{b_\phi}$, где a_ϕ -длина, b_ϕ -ширина форточки.

Используя графики, приведенные в [5], определяем углы открывания форточек в зависимости от изменения гидравлического сопротивления, приведенного в [5]. Они аппроксимировались в виде кубического полинома в интервале $\gamma_\phi=9^\circ \dots 90^\circ$ при $K_{\phi n}=4$ для нижних приточных форточек:

$$\gamma_{\phi n} = 136,865 - 29,07\xi_H + 2,08\xi_H^2 - 0,00443\xi_H^3 \quad (17a)$$

при $K_{\phi n}=1$, для верхних вытяжных форточек:

$$\gamma_{B\phi} = 152,503 - 44,837\xi_B + 4,837\xi_B^2 - 0,0971\xi_B^3 \quad (17b)$$

При расчетах принимается среднемассовая температура воздуха t_B в сушильной камере, измеряемая на высоте 1, 6...1,7 м от поверхности почвы.

Экспериментальная часть. Рассмотрим удельную возможную загрузку сушильной камеры (рис.1). На две тележки принимаем удельную длину сушильной камеры $L=3\text{ м}$. В этом случае будут следующие удельные характеристики для сушильной камеры: удельная площадь $S_{ck} = 27\text{ м}^2$, удельный объем $V_{ck} = 70,35\text{ м}^3$, площадь полок стеллажей на тележке $S_{\Pi} = 4 \times 4 = 16\text{ м}^2$.

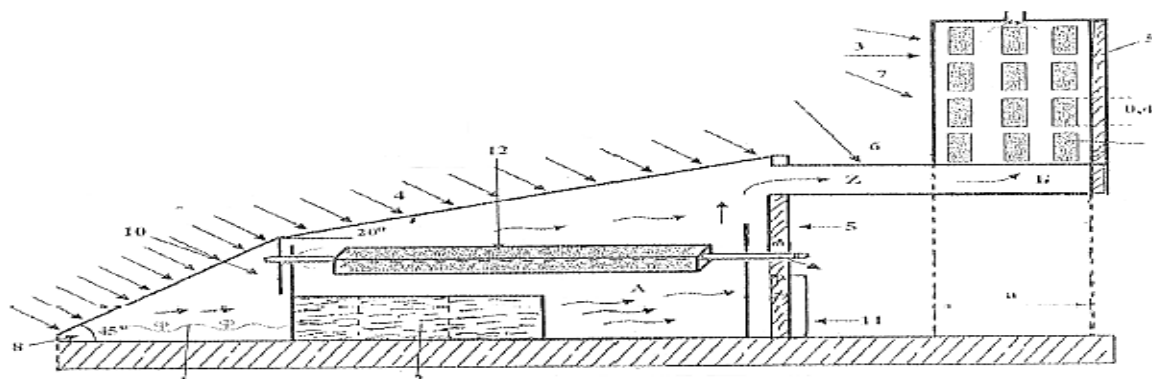


Рис.1. Принципиальная схема солнечной сушильной парниковой установки:
 А-объемный коллектор-воздухогреватель; Б-камера конвективной сушки; 1- приспособление, преобразовывающее солнечную энергию в тепловую; 2-пластмассовые водяные емкости; 3-внешние поверхности камеры конвективной сушки плодов и овощей; 4-прозрачные поверхности установки; 5-тепловая изоляция; 6-вентилятор; 7- внешняя поверхность камеры конвективной сушки, которая покрашена черным цветом; 8-воздуховод для поступления внешнего воздуха; 9- стеллажи конвективной сушильной камеры. 10- вращающееся устройство для преобразования солнечной энергии в тепловую; 11-дверь; 12-устройства для радиационной сушки плодов и овощей.

Масса материала, загружаемого в сушильную камеру, определяется соотношением:

$$G_0 = n_T n_\phi S_{\Pi} G_\phi \quad (18)$$

Значения ограничиваются следующими условиями:

$$G_0 < G_{T \max}, \quad n_\phi < n_{\phi \max}, \quad G_0 < G_{0 \max} \quad (19)$$

где $G_{T \max}$ - Масса материала при максимально возможной упаковке плодов в дисперсном слое, $G_{0 \max}$ - технологически максимально допустимая загрузка материала, $n_{\phi \max}$ - Максимально возможная упаковка плодов в дисперсном слое. На практике естественная упаковка плодов всегда меньше максимально возможной, так как

технологически максимально допустимая загрузка не может превышать максимально возможную упаковку, то условия (19) примут вид:

$$G_0 < G_{cym} / G_{I \max} \quad (20)$$

По суточной производительности ССУ (по влажному материалу) определяется число необходимых тележек в сутки:

$$n_{Tcyt} = \frac{G_{cyt}}{G_{0 \max}} \quad (21)$$

где для n_{Tcyt} принимаются целые значения.

Общая длина сушильной камеры:

$$L_{ock} = L_{ck} \frac{n_{Tcyt}}{2} \tau_c \quad (22)$$

На рис.2. приведён режим аэрации сушильной камеры при максимально допустимой загрузке дыни.

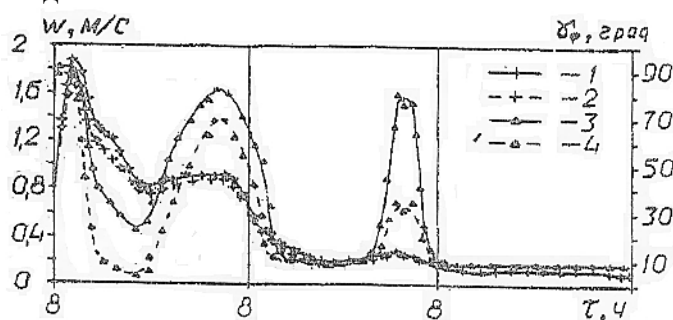


Рис.2. Режим аэрации сушильной камеры при сушке дыни:

1- скорость W_H потока воздуха в нижних вентиляционных форточках; 2- скорость W_B потока воздуха в верхних вентиляционных форточках; 3- угол γ_n раскрытия в нижних вентиляционных форточках; 4- угол γ_B раскрытия в верхних вентиляционных форточках

Выводы. Высокая интенсивность испарения влаги в первые сутки требует увеличения вентиляции, что приводит к снижению температуры воздуха в сушильной камере. В последующие сутки, с падением интенсивности испарения влаги и, соответственно, аэрации, температура воздуха в сушильной камере возрастает. Относительная влажность воздуха в период максимальной или постоянной скорости сушки может достигать 100%. В дальнейшем интенсивность вентиляции должна быть такой, чтобы не допускать условия (5). Как было отмечено ранее, условие (5) наиболее вероятно в предутреннее время в 4...6 ч, в этот период необходима более интенсивная вентиляция сушильной камеры (см. таблицу)

Оптимальные параметры технологического режима сушильной камеры при $L_{ck}=4$ м. (2015 г.)

Параметр	Единица измерения	Сферонды		Диск	Пластина
		Абрикос	Виноград	Яблоки	Дыни
τ_c	Сутки месяц	6 июня	6 сентября	3 июня	4 июля
$G_{0 \max}$	кг	240	145	145	95
S_{\max}	м ²	16,83	23,8	23,2	6,4
n_m	шт/м ²	1007	8264	428	85
$G_{жy} \cdot 10^{-1}$	кг/(ч м ²)	0,51-0,03	0,41-0,01	1,11-0,03	0,71-0,01
$\theta_s \cdot 10^{-3}$	кг/м ³	115-18,9	95-8,84	113-19,9	92,3-14,6
V_H	м ³ /ч	603-130	591-14,0	1570-95	1540-1,2
V_g	м ³ /ч	651-132	637-14,4	1700-97	1630-1,24
W_H	м/с	0,67-0,14	0,66-0,02	1,74-0,11	1,71-0,02
W_B	м/с	0,72-0,14	0,71-0,02	1,88-0,11	1,81-0,02
L_{ock}	м	18	18	9	12

Угол раскрытия вентиляционных форточек находится в прямо пропорциональной зависимости от влажности воздуха. В первые сутки угол раскрытия форточек максимален до 90° , в последующие сутки уменьшается и доводится до 9° .

Условные обозначения: τ -время, ч; $G_{жу}$ -удельная объемная масса испаренной влаги; $кг/(м^3 ч)$; $\Delta G_{ис}$ -масса испаренной влаги за $\Delta\tau$, $кг/ч$; G_0 -начальная масса материала частицы, $кг$; G_B –среднемассовый часовой расход воздуха на аэрацию, $кг/ч$; $V_{ск}$ – удельный объём сушильной камеры, $м^3$; V -объёмный часовой расход воздуха на аэрацию, $м^3/ч$; t_B , t_H , t_{BH} - абсолютная влажность внутреннего, наружного воздуха при насыщении, $кг/м^3$; t_B , t_m -температура внутреннего воздуха и мокрого термометра, $^{\circ}C$; C_P , C_H -удельная теплоёмкость сухого воздуха и пара, $Дж/(кг K)$; X_B , X_H -влажностное содержание внутреннего и наружного воздуха, $кг/кг$; ϕ_B -относительная влажность, %; U_0 –начальное влажностное содержание материала, $кг/кг$; N -скорость сушки, $кг/(кг ч)$ S -площадь загрузки, $м^2$; n –площадь частиц материала сушки на $1м^2$, $шт/м^2$; θ_x -потенциал сушки $кг/м^3$; ρ_H , ρ_B , ρ_{CB} -плотность наружного, внутреннего и сухого внутреннего воздуха, $кг/м^3$; W - скорость потока воздуха через вентиляционные форточки, $м/с$; γ -угол раскрытия вентиляционных форточек, град; ξ - коэффициент гидравлического сопротивления форточек; $S_{ск}$ -удельная площадь сушильной камеры, $м^3$; H_{ϕ} - высота между нижними и верхними вентиляционными форточками, $м$; n_T - число тележек-стеллажей, шт; P_H –удельная теплота парообразования, $Дж/кг$; g -ускорение свободного падения, $м/с^2$.

Список литературы

1. Халимов А.Г., Хайриддинов Б.Э., Ким В.Д., Халимов Г.Г. Тепловая характеристика пластиковых емкостей как аккумуляторов тепла солнечного излучения. // Гелиотехника, 2010. – №2. – С. 19–24.
2. Ким В.Д., Хайриддинов Б.Э. Естественно-конвективная сушка плодов в солнечных сушильных установках. – Т.: Фан, 1999 – 350 с.
3. Сажин Б.С. Основы техники сушки. –М.: Химия, 1984 – 319 с.
4. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М., 1975. – 558 с.
5. Жукаускас А.А. Конвективный перенос в теплообменниках.–М.: Наука. 1978. –735 с.
6. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. –М.: Наука, 1978. – 735 с
7. Гинзбург А.С., Громов М.А. Теплофизические характеристики пищевых продуктов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 286 с.
8. Вардияшвили А.Б. Теплообмен и гидродинамика в комбинированных солнечных теплицах с субстратом и аккумулярованием тепла. – Т.: ”Фан”, 1990. – 183 с.
9. Авезов Н.Р. Тепловая эффективность аккумулятора теплоты системы горячего водоснабжения. // Журнал “Гелиотехника”, –№2 – 2006.
10. Xayriddinov B.E., Xolmirzayev N.S., Umarova S.U. Energetik resurslar fizikasi. Darslik., –Qarshi. “Intellekt” nashriyoti. 2023.11.12. – 281 b.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ Mn_4Si_7 , ПОЛУЧЕННЫХ ДИФФУЗИОННЫМ МЕТОДОМ, С ПОМОЩЬЮ РЕНТГЕНОВСКОГО ДИФРАКТОМЕТРА**с.н.с. Б.Д. Игамов****с.н.с. А.И. Камардин**

Конструкторское бюро и Опытно-производственный научно-технический центр АН РУз, Ташкент, Узбекистан

igamov_bd@mail.ru**доц. И.Р. Бекпулатов**

Каршинский государственный университет, Карши, Узбекистан,

bekpulatov85@rambler.ru,

ORCID:0000-0001-7955-3932

проф. Т.С. Камилов

Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, Узбекистан

проф. А.С. Касимов

Термезский государственный университет, Узбекистан

докторант Н.Э. Норбутаев

Гулистанский государственный университет, Узбекистан

УДК.621.362

Аннотация. В данной работе пленки и кристаллы Mn_4Si_7 исследовались при температуре 1100°C с использованием метода DLTS-определения параметров центров локализации электрического активного заряда в полупроводниках. Особое внимание было уделено рассмотрению граничных условий. Исследования проводили в течение разных периодов: от нескольких десятков минут до нескольких десятков часов для формирования сплава силицида с высоким содержанием марганца, а затем охлаждали до комнатной температуры. При образовании высокомарганцевого силицида Mn_4Si_7 взаимодействие марганца с кремнием приводило к образованию небольших островков силицида марганца размером 20-50 нм. Здесь доминирующим диффузионным элементом является Mn. Процесс диффузионного обмена формируется за счет изменения градиента химического потенциала вдоль атомов кремния и марганца. Кристаллы силицида Mn_4Si_7 (XRD-6100) исследовали на рентгеновском дифрактометре SHIMADZU. В результате исследований в кристалле Mn_4Si_7 , полученном диффузионным методом (COD-1530134), идентифицировано 14 пиков, соответствующих базе данных. Размер кристаллов силицида Mn_4Si_7 (D_{Diff}) - от $6,2 \cdot 10^{-10}$ м до $9,1 \cdot 10^{-8}$ м, натяжение решетки между атомами кристалла (ϵ_{Diff}) - от 0,31 до 3,71, плотность дислокаций на поверхности (δ_{Diff}) составляет от $1 \cdot 10^{11}$ до $3,2 \cdot 10^{14}$. Установлено, что степень кристаллизации Mn_4Si_7 составила 9,3%, а степень аморфности - 90,7%. Установлено, что степень кристаллизации силицидов Mn_4Si_7 очень низкая, а степень аморфности высокая из-за того, что атомы Mn и Si нестехиометрически связаны друг с другом. Благодаря образованию силицидов Mn_4Si_7 с использованием нестехиометрических связей они проявляют электрофизические свойства, характерные для полупроводников.

Ключевые слова: кристаллизация, нестехиометрия, плотность дислокаций, натяжение решетки, аморфизм, агломерация.

STUDY OF Mn_4Si_7 COATINGS OBTAINED BY DIFFUSION METHOD USING AN X-RAY DIFFRACTOMETER

Abstract. In this work, Mn_4Si_7 films and crystals were studied at a temperature of 1100 °C using the DLTS method for determining the parameters of localization centers of electrical active charge in semiconductors. Particular attention was paid to the consideration of boundary conditions. It was carried out over a period of several tens of minutes to several tens of hours to form a high-manganese silicide alloy and then cooled to room temperature. During

the formation of high-manganese silicide Mn_4Si_7 , the interaction of manganese with silicon led to the formation of small islands of manganese silicide 20-50 nm in size. Here, the dominant diffusion element is Mn. The diffusion exchange process is formed by changing the gradient of the chemical potential along the silicon and manganese atoms. Crystals of Mn_4Si_7 silicide (XRD-6100) were studied on a SHIMADZU X-ray diffractometer. As a result of research, 14 peaks corresponding to the database were identified in the Mn_4Si_7 crystal obtained by the diffusion method (COD-1530134). Mn_4Si_7 silicide crystal size (D_{Diff}) from $6.2 \cdot 10^{-10}m$ to $9.1 \cdot 10^{-8}m$, lattice tension between crystal atoms (ϵ_{Diff}) from 0.31 to 3.71, dislocation density on the surface (δ_{Diff}) ranges from $1 \cdot 10^{11}$ to $3.2 \cdot 10^{14}$. It was found that the degree of crystallization of Mn_4Si_7 was 9.3%, and the degree of amorphism was 90.7%, as a percentage. It has been established that the degree of crystallization of Mn_4Si_7 silicides is very low due to the fact that the Mn and Si atoms are non-stoichiometrically bonded to each other, and the degree of amorphism is high.

Key words: crystallization, nonstoichiometry, dislocation density, lattice tension, amorphism, agglomeration.

Введение. В настоящее время в мире большое внимание уделяется вопросу энергосбережения, поэтому возрастает интерес к металлосилицидным материалам с высокими термоэлектрическими свойствами, в том числе к высшему силициду марганца Mn_4Si_7 . Пленки и кристаллы Mn_4Si_7 имеют большое практическое значение в микро- и нанoeлектронике, оптоэлектронике и микросенсорах. Кроме того, на их основе создаются термогенераторы, термобатареи и другие термоэлементы. Известно, что марганец при взаимодействии с кремнием образует тринадцать соединений [1]. Соединения кремния и марганца изменяются по закону крайностей при изменении температуры и достигают минимума около 500 – 600 °С.

При комнатной температуре определена электропроводность $\sigma=245 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$ и изменение термо-ЭДС до $\alpha=+102 \text{ мкВ/К}$ [2]. Mn_4Si_7 обладает полупроводниковыми свойствами p -типа. При температуре 300К концентрация носителей тока составляет около 10^{21} см^{-3} , а подвижность $\mu \sim 10 \text{ см}^2/\text{В} \cdot \text{с}$. Ширина запрещенной зоны - $\epsilon \sim 0.67 - 0.8 \text{ эВ}$ [3-4]. В результате диффузии атомов Mn в паровой фазе с атомами кремния образуется жидкий раствор, и после затвердевания образуется высший силицид марганца [5]. Механизм роста пленок Mn_4Si_7 -Si меняется в зависимости от температуры кристаллизации [6]. Внутри ампулы в условиях высокой температуры формируется покрытие из силицида марганца Mn_4Si_7 [6]. Распределение атомов Mn в Si при диффузии показывает резкое снижение концентрации Mn на глубине 15– 20 мкм [7]. Методами фотоэлектронной спектроскопии высоких энергий и синхротронного излучения обнаружено, что рост пленки марганца на поверхности Si(111)7×7 после нанесения $\sim 0.6 \text{ нм}$ Mn приводит к образованию пленки силицида марганца после отжига при температуре до 600°C [8]. Увеличение концентрации германия до 1% в Mn_4Si_7 приводит к разрушению слоистых осадков и существенному изменению термоэлектрических свойств [9]. Химически однородный состав тонких покрытий $Si_{(1-x)}Mn_x$ наблюдается в слоях, выращенных импульсным лазером [9]. В $MnSi_{1.71-1.75}$ диффузия никеля снижена, но эффективно использование хрома для диффузии [10]. Добротность ZT составляет 0.59 ± 0.06 для $Mn_xSi_{(1-x)}$ в интервале температур 300–600К [11-15]. В данной статье рассмотрено получение высших силицидов марганца Mn_4Si_7 диффузионным методом, и проведено исследование их параметров с использованием рентгеновского дифрактометра.

Методика исследования. Монокристаллы кремния площадью 1 см^2 и порошок марганца помещались в среду аргона в условиях вакуума. Диффузия марганца в кремний проводилась при температуре 1100°C и исследовалась радиоактивным методом и методом DLTS (метод DLTS является одним из основных при определении

параметров электрических активных центров локализации заряда в полупроводниках). Особое внимание было уделено рассмотрению граничных условий. Предполагалось, что до установления поверхностной концентрации марганец реагирует с кремнием с образованием высшего силицида марганца, находящегося в равновесии с растворенным в кремнии марганцем. Диффузия проводилась в течение от нескольких десятков минут до нескольких десятков часов для формирования сплава силицида с высоким содержанием марганца, а затем образцы охлаждались до комнатной температуры. Высший силицид марганца (ВСМ) находится в равновесии с марганцем, растворённым в кремнии. Концентрационный профиль определялся методом секционирования. Определены растворимость $C(T)$ и коэффициент диффузии $D(T)$ марганца в кремнии, которые описываются соотношениями: $D(T) = D_0 \exp(-E_m/kT)$ (1), где: $D_0 = (6.9 \pm 2.2) \cdot 10^{-4} \text{ см}^2 \text{ с}^{-1}$, энергия активации $E_m = (0.63 \pm 0.03) \text{ эВ}$, $C(T) = 5 \cdot 10^{22} \cdot \exp[(6.94 - 2.78)/kT] \text{ см}^{-3}$. $D(T)$ - коэффициент диффузии - оказался от 10^{-6} до $3 \cdot 10^{-5} \text{ см}^2/\text{сек}$ [16].

Морфологию, микроструктуру и химический состав образцов вторичных и обратных электронов изучали методами сканирующей электронной микроскопии и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии в режиме 3D на микроскопе Quanta-200 при ускоряющем напряжении от 5 до 30 кВ. Кристаллы высшего силицида марганца Mn_4Si_7 исследовались также на рентгеновском дифрактометре (XRD-6100) SHIMADZU.

Описание и анализ результатов. В работе исследована кристаллическая структура Mn_4Si_7 , полученного методом реактивной диффузии в кристалл кремния паров Mn в высоковакуумном реакторе при температуре 1100°C . Для исследования морфологии кристаллической поверхности, микроструктуры и химического состава покрытий Mn_4Si_7 использовались методы рентгеновской энергодисперсионной спектроскопии и сканирующей электронной микроскопии на приборе (Quanta-200-3D). При использовании этих методов диагностики наблюдались крупные «кратеры» из-за взаимной диффузии Mn в поверхность кремния (рис.1). При образовании высшего силицида марганца Mn_4Si_7 взаимодействие марганца с кремнием приводило к образованию небольших островков силицида марганца размером 20-50 нм. Здесь доминирующим диффузионным элементом является Mn. Процесс диффузионного обмена формируется за счет изменения градиента химического потенциала вдоль атомов кремния и марганца.

Методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии изучался элементный состав высшего силицида марганца. На рис.2А видно, что атомная масса кислорода составляет $\text{O}=47.38\text{ат.}\%$, а атомная масса кремния - $\text{Si}=52.62\text{ат.}\%$. На рис.2В видно, что атомная масса кремния составляет $\text{Si}=95.19\text{ат.}\%$, а атомная масса марганца $\text{Mn}=4.81\text{ат.}\%$. На рис.2С было обнаружено, что атомное массовое содержание кремния в силициде с высоким содержанием марганца составляет $\text{Si}=61.67\%$, а атомное массовое содержание марганца составляет $\text{Mn}=38.33\%$.

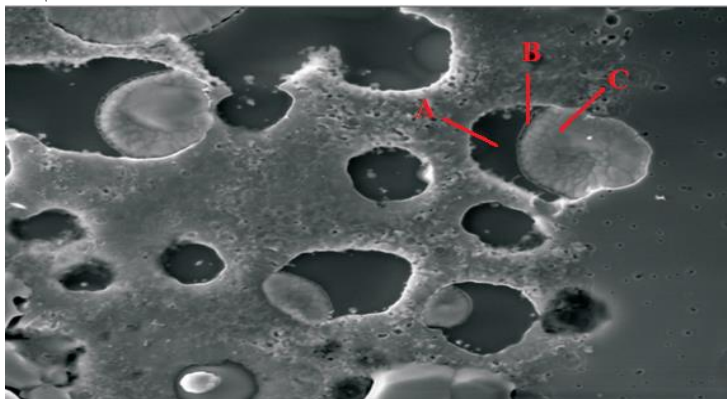


Рис. 1. Образование силицида Mn_4Si_7 на поверхности кремния.

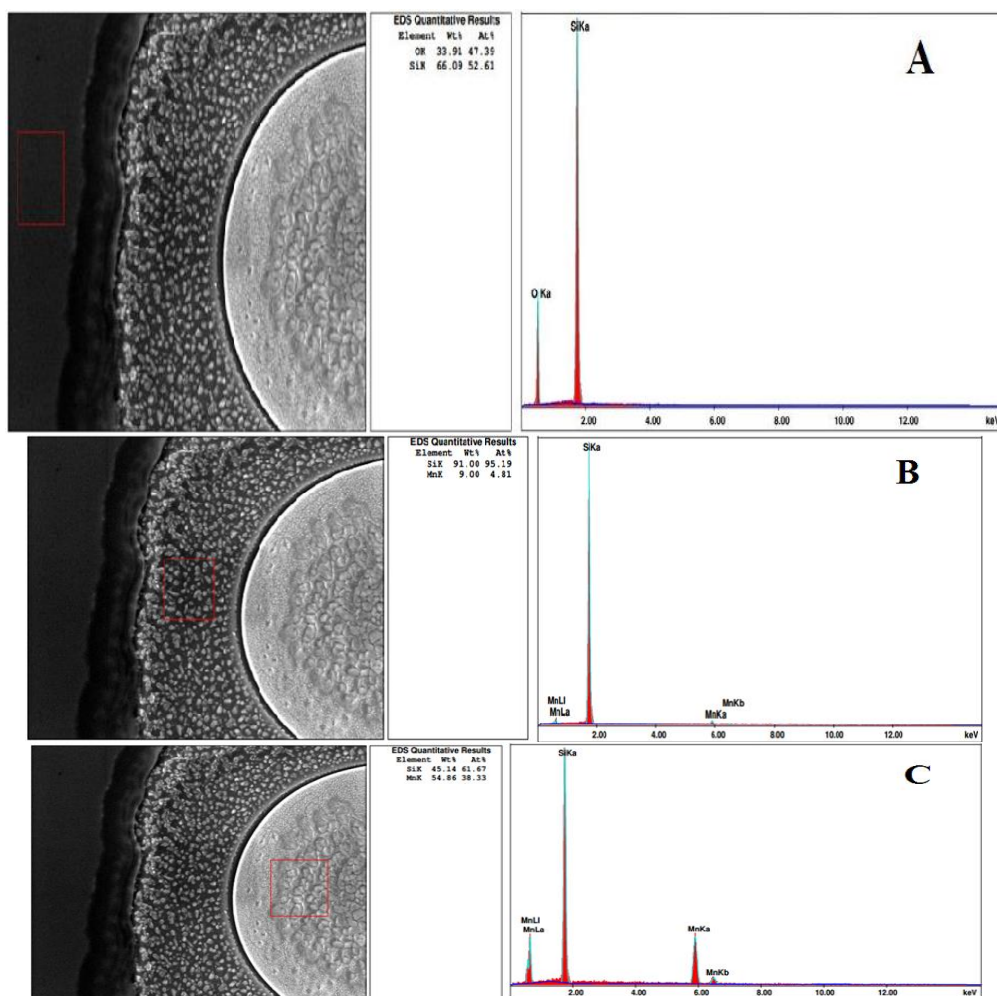


Рис. 2. Изображение Mn_4Si_7 , полученное методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии.

При формировании силицидных покрытий Mn_4Si_7 атомы марганца переходят из парогазовой фазы в подложку и взаимодействуют с атомами кремния, образуя зародыши и небольшие островки силицида марганца. В дальнейшем мелкие островки увеличиваются в размерах за счет миграции атомов вдоль подложки и образуются крупные островки. По-видимому, образование ступенчатых кратеров на некоторых участках основания происходит по механизму Фоллмера-Вебера в результате диффузионного перехода атомов кремния и Mn_4Si_7 к островкам, где они соединяются (рис.3А). Затем островки сливаются вместе, образуя единое покрытие из силицида Mn_4Si_7 с высоким содержанием марганца (рис.3В).

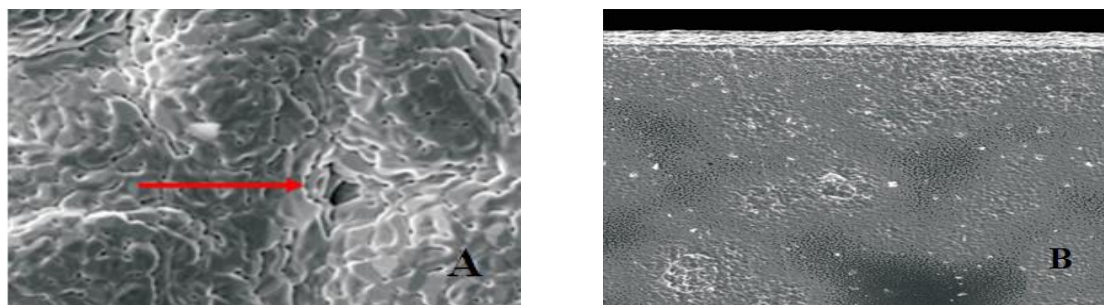


Рис. 3. Силицидное покрытие Mn_4Si_7 .

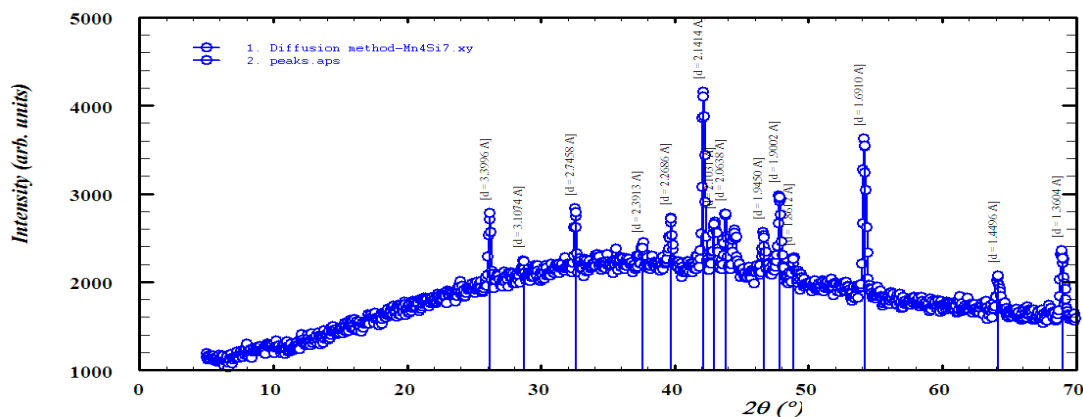


Рис.4. Рентгено-дифрактометрический анализ кристалла Mn_4Si_7 .

Кристаллы высшего силицида марганца Mn_4Si_7 обнаружены на рентгеновском дифрактометре (XRD-6100) SHIMADZU с 14 пиками, соответствующими данным, приведенным в базе данных (COD-1530134) [19]. Полученные на образцах данные, в соответствии с данными, представленными в литературе, свидетельствуют о том, что структура кристаллов высшего силицида марганца (P4-c2) является тетрагональной. Межатомное расстояние Mn_4Si_7 (d), полученное диффузионным методом, сравнивается с межатомными расстояниями d (3.42 Å; 3.24 Å; 2.76 Å; 2.44 Å; 2.27 Å; 2.15 Å; 2.10 Å; 1.85 Å;), заданными в базе данных: 3.39 Å; 3.10 Å; 2.74 Å; 2.39 Å; 2.26 Å; 2.14 Å; 2.06 Å; 1.86 Å). Установлено, что разность межатомных расстояний (Δd) Mn_4Si_7 , полученного диффузионным методом, составляет от 0.01 до 0.14 Å. Причина этого может заключаться во взаимной агломерации атомов Mn и Si при высокой температуре [18-19] (рис.4). На основе данных рентгеновской дифракции образцов силицида с высоким содержанием марганца Mn_4Si_7 были определены размеры кристаллов с использованием уравнения Шеррера [20-21] (2).

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta} (2),$$

где $K=0.9$ - константа, зависящая от формы кристаллита, угла в центре Θ -пика, λ – 0.15406 (нм) длины волны рентгеновского излучения, ширины пика профиля дифракционного пика, β - половина, максимальная высота, обусловленная малым размером кристаллитов, рассчитывается путем расчета размера D -кристалла FWHM или β_{hkl} (полная ширина на половине максимума), соответственно, согласно математическому способу определения пика. Этот метод используется для генерации «пиков», которые можно использовать для расчета разрешения масс-спектрометра, создавшего анализируемый спектр. $\beta_{hkl} = \beta_t + \beta_a$. β_t - ширина линии, полученная из внешнего размера кристалла (формула 3), а β_a - расширение линии из-за межатомного натяжения решетки (формула 4) [24].

$$\beta_t = \frac{k\lambda}{L_c \cos(\theta)} \quad (3) \quad \beta_a = 4\epsilon \tan(\theta) \quad (4)$$

Это расширение линии можно использовать для измерения размера кристаллов и напряжения между решеткой. Размер (D) кристаллов высшего силицида марганца Mn_4Si_7 , полученных диффузионным методом, составляет от $6.2 \cdot 10^{-10}$ м до $9.1 \cdot 10^{-8}$ м (рис.5). Образование кристаллов Mn_4Si_7 разного размера свидетельствует о том, что покрытие из высшего силицида марганца имеет поликристаллическую структуру. Во время образования кристаллов напряжение или деформация решетки между атомами Mn и Si возникает из-за высокой температуры и агломерации (формула 5). Здесь (ϵ) - деформация решетки [23-24], составляет:

$$\epsilon = \frac{\beta_{hkl}}{4 \cdot \tan \theta} \quad (5)$$

Установлено, что деформация решетки между атомами кристаллов силицида

Mn_4Si_7 , полученных диффузионным методом, варьируется от 0.31 до 3.71 (рис.6).

Было обнаружено, что высокой температуры образцов недостаточно для минимизации деформации решетки. Кристаллы высшего силицида марганца имеют разные размеры при формировании и дислокации решетки, которые образуются из-за изменений кристаллической решетки и её деформации.

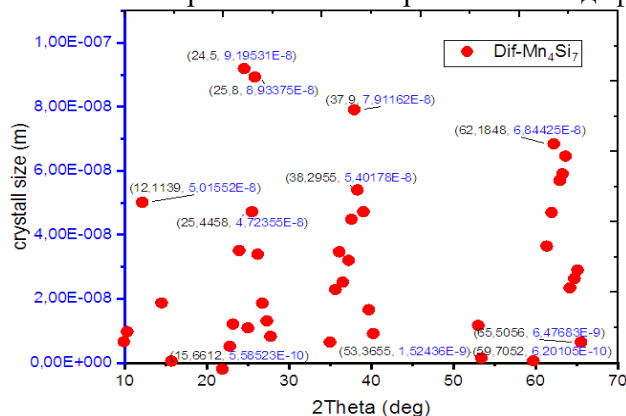


Рис.5. Размер кристаллов силицида Mn_4Si_7 .

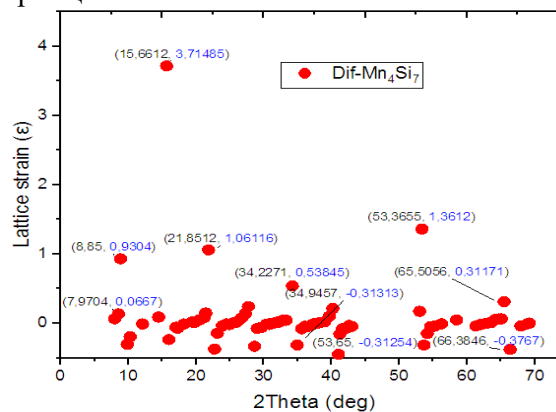


Рис.6. Деформация решетки между атомами кристалла Mn_4Si_7 .

Виды дислокаций делятся на краевые и винтовые. Число изменений на единицу поверхности кристаллического материала (плотность дислокаций) [25] оценивается по формуле 6:

$$\delta = \frac{1}{D^2} (6)$$

Дислокации могут выталкиваться двумя способами: 1) путем скольжения и 2) путем диффузии. Дислокации, перпендикулярные вектору смещения, выталкиваются путем диффузии, что вызывает рост или сжатие плоскости в результате смещения при диффузии. Установлено, что плотность дислокаций (δ) на поверхности кристалла Mn_4Si_7 , полученного диффузионным методом, составляет от $1 \cdot 10^{11}$ до $3.2 \cdot 10^{14}$ (рис. 7).

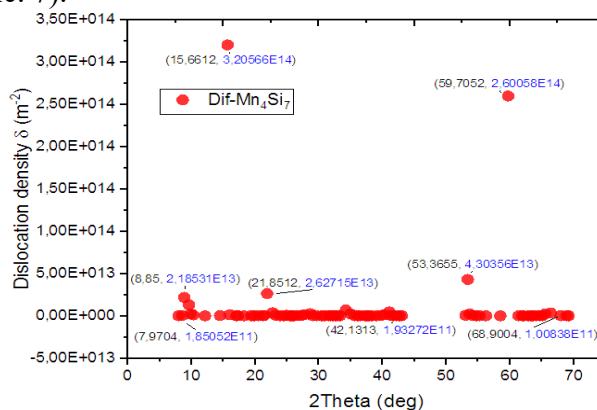


Рис.7. Плотность дислокаций в кристалле силицида Mn_4Si_7 .

Степень кристаллизации Mn_4Si_7 рассчитывалась по программе (Match-3!). Расчеты показали, что степень кристаллизации Mn_4Si_7 , полученного диффузионным методом, составила 9.3%, а степень аморфизма – 90.7%. (рис.8). Причиной высокой степени аморфности высшего силицида марганца, по-видимому, является нестехиометричность связей между Mn и Si. Кристаллы Mn_4Si_7 изотропны из-за случайной ориентации своих поликристаллических свойств и демонстрируют характерную природу аморфного материала [26-27]. Подтверждение этого можно увидеть с помощью рентгенодифрактометрического анализа (XRD-6100).

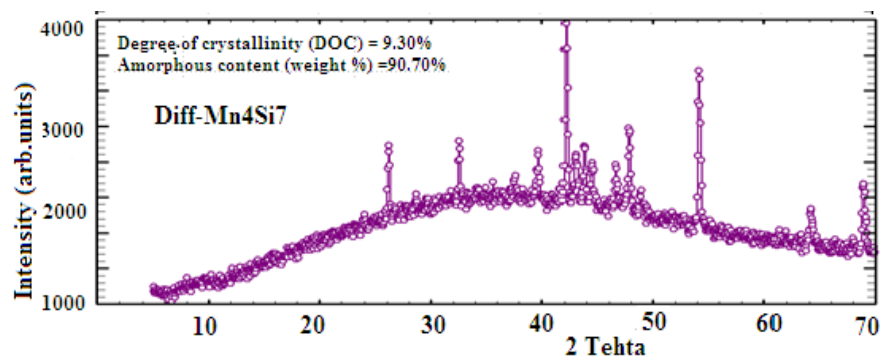


Рис.8. Степень кристаллизации силицида марганца.

Кристаллизация требует взаимодействия частиц Mn и Si и образования кристаллических мостиков между частицами в результате агломерации при высокой температуре [28]. После такого процесса образуется стабильная частица или агломерат. Благодаря образованию силицидов Mn_4Si_7 с использованием нестехиометрических связей они проявляют электрофизические свойства, характерные для полупроводников [29-30].

Заключение. В данной работе пленки и кристаллы Mn_4Si_7 исследовались при температуре $1100^\circ C$ с использованием метода DLTS-определения параметров центров локализации электрического активного заряда в полупроводниках. Особое внимание было уделено рассмотрению граничных условий. Его проводили в течение периода от нескольких десятков минут до нескольких десятков часов для формирования сплава силицида с высоким содержанием марганца, а затем охлаждали до комнатной температуры. При образовании высокомарганцевого силицида Mn_4Si_7 взаимодействие марганца с кремнием приводило к образованию небольших островков силицида марганца размером 20-50 нм. Здесь доминирующим диффузионным элементом является Mn. Процесс диффузионного обмена формируется за счет изменения градиента химического потенциала вдоль атомов кремния и марганца. Кристаллы силицида Mn_4Si_7 (XRD-6100) исследовали на рентгеновском дифрактометре SHIMADZU. В результате исследований в кристалле Mn_4Si_7 , полученном диффузионным методом (COD-1530134), идентифицировано 14 пиков, соответствующих базе данных. Размер кристаллов силицида Mn_4Si_7 (D_{Diff}) от $6,2 \cdot 10^{-10} m$ до $9,1 \cdot 10^{-8} m$, натяжение решетки между атомами кристалла (ϵ_{Diff}) от 0,31 до 3,71, плотность дислокаций на поверхности (δ_{Diff}) составляет от $1 \cdot 10^{11}$ до $3,2 \cdot 10^{14}$. Установлено, что степень кристаллизации Mn_4Si_7 составила 9,3%, а степень аморфности - 90,7%. Установлено, что степень кристаллизации силицидов Mn_4Si_7 очень низкая, а степень аморфности высокая из-за того, что атомы Mn и Si нестехиометрически связаны друг с другом. Благодаря образованию силицидов Mn_4Si_7 с использованием нестехиометрических связей они проявляют электрофизические свойства, характерные для полупроводников

Список использованной литературы:

1. Шанк Ф.А. / Втор. дополн. изд. – М.: Металлургия, 1973. –760 с.
2. Гельд Н.З., Сидоренко Ф.А. – М.: Металлургия, 1971. – 323 с.
3. Кайданов В.И., Зайцев В.К., Федоров М.И., Целищев В.А. // Препринт 890 ФТИ. – Ленинград, 1984.
4. Зайцев В.К., Енгальчев А.Э., Ктиторов С.А. и др. // Препринт 856 ФТИ. – Ленинград, 1983.
5. Гомоюнова М.В., Гребенюк Г.С., Пронин И.И., Сеньковский Б.В., Вялых Д.В. – 2015, том 57, вып. 3.

6. Петрова Л.И., Дудкин Л.Д., Хломов В.С., Федоров М.И., Зайцев В.К., Соломкин Ф.Ю. // Журнал технической физики, 2000, том 70, вып. 5.
7. Ерофеева И.В., Дорохин М.В., Лесников В.П., Кузнецов Ю.М., Здоровейщев А.В., Питиримова Е.А. // Физика и техника полупроводников, 2017, том 51, вып. 11.
8. She X., Su X., Du H., Liang T., Zhenga G., Yan Y., Akram R., Uher C., Tang X. // The Royal Society of Chemistry 20xxJ. Name., 2013, 00, 1-3.
9. Miyazaki Y., Hamada H., Nagai H., Hayashi K. // Materials 2018, 11, 926.
10. Miyazaki Y., Hamada H., Hayashi K., Yubuta K. // Journal of Electronic materials. Doi: 10.1007/s11664-016-4937-z.
11. Igamov B.D., Imanova G.T., Kamardin A.I., Bekpulatov I.R. // Bulletin of the Karaganda University Physics Series. 2023, Vol. 3, No. 111. P.50-57.
12. Bekpulatov I.R., Imanova G.T., Kamilov T.S., Igamov B.D., Turapov I.Kh. // International Journal of Modern Physics B. 2023, Vol. 37, № 17, p. 2350164.
13. Zhang Z.H., Liu Z.F., Lu J.F., Shen X.B., Wang F.C., Wang Y.D. // Scr. Mater. 2014, 81, 56–59.
14. Suárez M., Fernández A., Menéndez J.L., Torrecillas R., Kessel H.U., Hennicke J., Kirchner R., Kessel T. // In Tech Open: London, UK, 2013.
15. Groza J.R., Zavaliangos A. // Mater.Sci. Eng.A2000, 287, 171–177.
16. Орехов А.С., Ключковская В.В., Ракова Е.В., Соломкин Ф.Ю., Новиков С.В., Бочков Л.В., Исаченко Г.Н. // Физика и техника полупроводников, 2017, том 51, вып. 7.
17. Novák P., Moravec H., Vojtěch V., Knaislov A., Školákov A., Kubatík T.F., Kopeček J. // Mater.Tehnol.2017, 51, 141–144.
18. Kim Y., Haam S., Kim W., Koo K. // Korean J. Chem. Eng., 20(6), 1111-1117 (2003).
19. Gyulai O., Kovács A., Sovány T., Csóka I., Aigner Z. // Materials 2018, 11, 635; doi:10.3390/ma11040635.
20. Liu X., Yu W. // Macromolecules 2021, 54, 3347–3357.
21. Vorokh A.S. // Nanosystems: physics, chemistry, mathematics, 2018, 9 (3), P. 364–369.
22. Mishra S.K., Roy H., Lohar A.K., Samanta S.K., Tiwari S., Dutta K. // Materials Science and Engineering 75 (2015) 012001.
23. Dolabella S., Borzi A., Dommann A., Neels A. // Theoretical and Practical Aspects” Small Methods 2022, 6, 2100932 DOI: 10.1002/smt.202100932.
24. Gonçalves N.S., Carvalho J.A., Lima Z.M., Sasaki J.M. // Materials Letters 72 (2012) 36–38.
25. Bindu P., Thomas S. // J Theor. Appl. Phys (2014) 8:123–134.
26. Ackermann S., Sauvin L., Castiglioni R., Rupp J.L.M., Scheffe J.R., Steinfeld A. // J. Phys. Chem. C 2015, 119, 16452–16461.
27. Рипан Р., Четяну И. Неорганическая химия, т. 2 – 1972 – 378 с.
28. David R., Paulaime A., Espitalier F., Rouleau L. // Powder Technology, 2003, 130 (1-3, SI), pp. 338-344.
29. Heiba Z.K., Mohamed M.B. // Journal of Materials Science: Materials in Electronics on March 6th, 2021.
30. Реми Г., Курс неорганической химии, т. 2. – 1966 – 73 с.

O‘ZBEK TILI UCHUN SO‘ZSHAKLLARINI HOSIL QILISH VA TAHLIL QILISH ALGORITMLARI

Boymurodov Farrux Farxod o‘g‘li
Qarshi davlat universiteti, doktorant
farruxboymurodov96@gmail.com
ORCID 0009-0000-9453-5273
UDK 415.411:681.142.2(045)

Annotatsiya. O‘zbek tilining so‘zshakllarini hosil qilish va tahlil qilish algoritmlariga qo‘yilgan vazifa otlarni flektiv sinflarga bo‘lish tamoyillari asosida ishlab

chiqilgan. O'zbek tili agglutinativ til bo'lgani uchun morfologik tahlilni avtomatlashtirish uchun so'zshakllari lug'atidan foydalanish maqsadga muvofiq emas. Affikslar lug'ati va qoidalar to'plamidan foydalanish ancha samarali hisoblanadi. O'zbek tilining morfologik asosi so'z negiziga ma'lum ketma-ketlikda qo'shiladigan va unga xilma-xil xususiyat beruvchi affikslarning xilma-xilligi, shuningdek, fe'l shakllarining ko'pligi bilan ajralib turadi. 150-200 tagacha ma'no jihatidan farq qiluvchi, ba'zan tubdan, lekin ayni vaqtda bir fe'ldan yasaladigan so'z shakllaridir. O'rganilayotgan matnlarda kerakli so'zshakllarini avtomatik tarzda topadigan dasturiy vositalar lingvistik tadqiqotlarni olib borishda muhim yordamchi hisoblanadi. Maqolani yozish jarayonida o'zbek tilining morfologik modeli yaratilib, algoritmik tarzda amalga oshirildi. Xususan, lug'atlar ot, sifat va fe'lning flektiv sinflari bo'yicha tuzilgan.

Kalit so'zlar: so'zshakl, generator, stemmantizatsiya, affiks, suffiks.

АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА СЛОВОФОРМ ДЛЯ УЗБЕКСКОГО ЯЗЫКА

Аннотация. задача, поставленная перед алгоритмами формирования и анализа словоформ узбекского языка, разработана на основе принципов деления существительных на флективные классы. Поскольку узбекский язык является агглютинативным языком, использование словаря словоформ для автоматизации морфологического анализа нецелесообразно. Гораздо эффективнее использовать словарь аффиксов и набор правил. Морфологическая основа узбекского языка характеризуется многообразием аффиксов, которые присоединяются к основе слова в определенной последовательности и придают ему различные характеристики, а также обилием глагольных форм. От одного глагола может быть образовано до 150-200 словоформ, различающихся по значению, иногда радикально. Программные средства, автоматически находящие нужные словоформы в изучаемых текстах, являются важным подспорьем в проведении лингвистических исследований. В процессе написания статьи была создана и алгоритмически реализована морфологическая модель узбекского языка. В частности, словари структурированы по флективным классам существительного, прилагательного и глагола.

Ключевые слова: словоформ, генератор, стеммантизация, аффикс, суффикс.

Kirish. Aholini xabardor qilish jarayoni zamon talabiga aylanib bormoqda. Inson faoliyatining barcha sohalari axborotni qabul qilish, qayta ishlash va o'zlashtirish jarayonlari bilan uzviy bog'liqdir. Bugungi kunda kompyuter va axborot texnologiyalari tez yangilanib, o'zgarib, rivojlanib borayotganligi sababli kundalik hayotimizning asosiga aylanib bormoqda. Shu bilan birga, O'zbekiston bosqichma-bosqich raqamlashtirish tizimiga o'tmoqda. Shu munosabat bilan kompyuter lingvistikasini rivojlantirish dolzarb vazifa hisoblanadi. Maqolaning maqsadi o'zbek tilini kompyuter lingvistikasiga kiritish, o'zbek tilining asosiy tushunchalari va morfologik shakllanishini o'zlashtirishning samarali usulini ishlab chiqishdan iborat. Hozirgi so'z yasashida yasama so'z bilan derivatsion (so'z yasash) qolip orasida aloqa mavjud bo'lib, qolipning shakliy va mazmuniy tomoni hosila so'zda o'z izlarini qoldirgan bo'ladi. Kitobchi yasama so'zida [ot+chi=shu ot bilan shug'ullanuvchi shaxs oti] qolipidagi tenglik alomatining chap (shakliy) va o'ng (mazmuniy) tomoni izlari shundoq ko'rinib turibdi. So'z yasashida yasama so'zning shakli va ma'nosiga mos qolip mavjud bo'lmaydi. Bu maxsus tekshirishlar natijasida aniqlanadi. Masalan, qishloq, ovloq so'zlarining ma'nosini ularning tashkil etuvchilari va derivatsion qoliplari asosida keltirib chiqarib bo'lmaydi. Chunki ular tarixiy yasalmalardir. Qorovul, yasovul, silliq so'zlarida ham shu hol

kuzatiladi.

Tabiiy tillardagi soʻzlarni normallashtirish uchun modellar va mavjud algoritmlar koʻrib chiqilgan. Bir qator tabiiy tillar uchun oʻzaklarni avtomatik aniqlash algoritmlari va oʻzbek tili uchun soʻzning normal shaklini sintez qilishning mumkin boʻlgan usullari tasvirlangan. Maqsad oʻzbek tili uchun qoʻshimchalar tizimining toʻliq tasnifini yaratish. Qoʻshimchalarni tasniflashda taklif qilingan yondashuv asosida soʻzni normallashtirish algoritmini ishlab chiqish. Metodologiya oʻzbek tili nutqining barcha qismlari uchun soʻz birikmalaridan foydalangan holda soʻz yasalishi tahlili oʻtkazildi, bajarilgan ishlar asosida qoʻshimchalarning tasnifi taqdim etildi. Qoʻshimchalar turlarini joylashtirishning mumkin boʻlgan variantlari koʻrib chiqildi. Berilgan barcha turlar leksik va semantik jihatdan haqiqiydir, lekin ularning baʼzilari qoʻllanilmaydi. Affikslar bazasiga faqat eng koʻp ishlatiladiganlari qoʻshilgan. Toʻplamlar oʻzakka affikslarning qoʻshilish tartibini ifodalaydi. Bu bazani toʻgʻri shakllantirish uchun kerak. Maqolada soʻz yasovchi qoʻshimchalar koʻrib chiqildi, chunki ular soʻz oʻzagi va maʼno kontekstini oʻzgartiradi. Asosan, otlarga soʻz yasovchi qoʻshimchalar qoʻshiladi. Asosiy natijalar oʻzbek tilining qoʻshimchalarini tasniflashning toʻliq tizimi ishlab chiqilgan. Oʻzbek tili grammatikasining morfologik va leksik xususiyatlarini inobatga olgan holda, qoʻshimchalar va qoʻshimchalar qoʻshishning turli variantlari yordamida nutqning turli qismlari uchun deterministik chekli holat mashinalari qurilgan. Oʻzbek tilining qoʻshimchalari uchun ishlab chiqilgan tasniflash tizimidan foydalangan holda oʻzak algoritmi ishlab chiqilgan. Lugʻatsiz ishlab chiqilgan algoritmning ishlashini isbotlash uchun normalizatsiya tizimi amalga oshirildi.

Tadqiqot metodologiyasi Soʻzshakllarini hosil qilish va tahlil qilish algoritmlari, dasturlash sohasida katta ahamiyatga ega. Ular, koʻp qatorda, maʼlum bir tildagi soʻzlar va matnlarni avtomatik ravishda tanigan, ajratadigan, tahlil qiladigan va maʼnolarini aniqlaydigan dasturlarni rivojlantirishda va ishlatishda ishlatiladi. Oʻzbek tili uchun ham bunaqa algoritmlar mavjud.

Soʻzshakllarini hosil qilish algoritmlari:

1. Morfologik analiz: Bu algoritm, soʻzning morfologik strukturasi, yaʼni soʻzning qanday qismi ekanligini (ism, feʼl va hokazo), shakli (soddasi, jamoasi) va boshqa xususiyatlarini aniqlaydi. Bu soʻzshakllarini hosil qilishning asosiy qismidir.
2. Levenshtein masofasi: Bu algoritm ikki matn oʻrtasidagi oʻzgarishlarni aniqlashda ishlatiladi. Masalan, bitta soʻzni boshqa soʻzga oʻzgartirish, qoʻshish yoki oʻchirishda qanchalik masofa borligini aniqlash uchun foydalaniladi.
3. N-gram modeli: Bu algoritm soʻzning asosiy xususiyatlarini (harflar, soʻzlarni qator yoki soʻz vaqt oraligʻida boʻlgan munosabatlari) belgilab, mavjud soʻzlar yoki matnlar asosida yangi soʻzlar hosil qiladi.

Soʻzshakllarini tahlil qilish algoritmlari:

1. Part-of-Speech Tagging (PoS): Bu algoritm har bir soʻzning til tahlilida uning funksiyasini aniqlashda yordam beradi. Masalan, feʼlmi, ismimi yoki sifat ekanligini aniqlab beradi.
2. Dependency Parsing: Bu algoritmdan soʻzlar orasidagi bogʻlovchi (dependency) munosabatlarni aniqlashda foydalaniladi. Ular soʻzlar orasidagi taʼsir va oʻzaro bogʻlovchilarni aniqlash uchun yordam beradi.
3. Named Entity Recognition (NER): Bu algoritm matnda nomlangan entitilarni (shaxslar, joylar, tadbirlar, sifatlilar va hokazo) aniqlashda foydalaniladi. Bu texnikani muayyan entitilar boʻlishiga yordam beradi.

Bu algoritmlar koʻp tomondan tashqi dasturlarda (masalan, matn tarjimonlarida, matn tahlil dasturlarida va boshqa texnik tizimlarda) ishlatiladi. Ularni dasturlash, til

dasturlash sohasining keng qamrovli qismidir va ma'lumotlar tahlili, matn tarjimalari va boshqa so'zlash amallarida keng ko'lamda qo'llaniladi.

O'zbek tili shevaga boy til hisoblanadi. Dialekt (sheva) – ma'lum bir hududda yashovchi odamlarning bir-biri bilan muloqot qilishiga yordam beradi. O'zbek tilida sheva standart tildan ozmi-ko'pmi fonetik, leksik va grammatik jihatdan farqlanadi. Xalq shevalarining faqat og'zaki shakli mavjud.

O'zbek tilida uchta dialekt mavjud:

1. Qarluq lahjasi (janubiy-sharqiy guruh).
2. Qipchoq lahjasi (janubiy-g'arbiy guruh).
3. O'g'uz lahjasi (shimoli-g'arbiy guruh).

O'zbek tili — qarluq lahjasiga mansub turkiy til bo'lib, u sintetik agglyutinativ tillar turkumiga kiradi, boy va murakkab morfologiyaga ega. Boshqa turkiy tillarda bo'lgani kabi so'z ham o'zakdan iborat bo'lib, unga turli grammatik xususiyatlarni bildiruvchi qo'shimchalar qo'shiladi. Qarluq shevasiga asosan shahar shevalari (Toshkent, Andijon, Farg'ona, Buxoro) kiradi. Ushbu dialektlarning muhim fonetik va morfologik xususiyatlari:

1) so'z oxiridagi "k" harfi "y" kabi talaffuz qilinadi: *elak - elay, terak - teray*.

2) o'lashish bor: *aka – oka, Akram – Akrom*.

3) Bu lahjada qaratqich kelishigining qo'shimchasi yo'q bo'lib, uning o'rniga ham tushum kelishigi qo'shimchasi *-ni* ishlatiladi: *ukamni(ng) daftari*.

O'zbek tili bir qancha shevalarni o'z ichiga oladi, bunday shevalar etnolingvistik nuqtayi nazardan, u uchta asosiy shevaga birlashgan – qarluq, qipchoq, o'g'uz. Tabiiyki, bu uch dialekt hozirgi o'zbek adabiy tilining shakllanishida ishtirok etgan. Tilni o'rganishda so'zning tuzilishini to'g'ri tushunish va uning tarkibiy qismlarini aniqlash qobiliyati katta ahamiyatga ega. So'z tilning strukturaviy xususiyatlarini, leksik-semantik va funksional-grammatik qonuniyatlarini o'zida aks ettiradi. O'zbek tili o'zining tipologiyasi va morfologik tuzilishiga ko'ra oddiy iboralarga nisbatan ancha keng bo'lib, turli so'zshakllari morfologik tuzilishining nisbiy qonuniyatligi, pozitsion va grammatik barqarorligi bilan ajralib turadi. So'zlar so'z negiziga – affikslarga grammatik zarrachalar qo'shilishi bilan yasaladi.

Natijalar va muhokama. Ushbu maqola natijasida o'zbek tilini o'rganish va o'qitishning elektron tizimi yaratilgan bo'lib, u mahalliy va global tarmoqlarda ishlashi mumkin va quyidagi vazifalarni o'z ichiga oladi:

- o'zbek tili grammatikasi kurslariga kirish;
- yig'ilgan ma'lumotlar asosida tizimning ma'lumotlar bazasini ishlab chiqish;
- foydalanuvchi va menejer interfeysini ishlab chiqish;
- foydalanuvchi va boshqaruv modullarini ishlab chiqish;
- tizim boshqaruvini tashkil etish;
- tizim dizaynini ishlab chiqish.

Ilova ko'rinishi quyidagi rasmda ko'rsatilgan. Sahifamizning bo'limi otlar uchun so'zshakllarini yaratishga bag'ishlangan (Генератор существ-ных). Foydalanuvchilar ilovadan foydalanganda so'z kiritishlari kerak. Bizning dasturimiz so'zning ma'nosiga qarab so'zning barcha shakllarini taklif etadi. Dasturimiz o'zbek tilida butun bir iborani tashkil etuvchi qo'shimchalar asosida tuzilgan. Bu o'zbek tilida eng ko'p uchraydigan holatlar. O'zbek tilida ko'pchilik otlar, asosan, ma'lum qo'shimchalar yordamida yasaladi.

Генератор глаголов Стемматизатор глаголов **Генератор существ-ных** Стемматизатор существ-ных Прилагательное

kitob Анализация

Конфигурация слово образования	Форма слова
Начальный падеж	kitob
Притяжательный падеж	kitobning
Винительный падеж неод	kitobni
Направительный падеж	kitobga
Местно-временной падеж	kitobda
Исходный падеж	kitobdan
Множественное число	kitoblar
1 лицо. ед. число	kitobim
1 лицо. мн. число	kitobimiz
2 лицо. ед. число	kitobing
2 лицо. мн. число	kitoblaring
2 лицо. (ув) ед. число	kitobingiz
2 лицо. (ув) мн. число	kitoblaringiz

1-rasm. Ot soʻz turkumidagi soʻzshakllarini hosil qiluvchi.

Bu boʻlimda oʻzbek tilida otning soʻzshakllarini yasashimiz mumkin. Foydalanuvchidan tegishli maydonga otlarning oʻzak shaklini kiritish talab qilinadi.

Sahifamizning keyingi boʻlimi feʼllar uchun soʻzshakllarini yaratishga bagʻishlangan (Генератор глаголов). Foydalanuvchilar ilovadan foydalanganda soʻz kiritishlari kerak. Bizning dasturimiz soʻzning maʼnosiga qarab soʻzning barcha shakllarini taklif etadi. Dasturimiz oʻzbek tilida butun bir iborani tashkil etuvchi qoʻshimchalar asosida tuzilgan. Bu oʻzbek tilida eng koʻp uchraydigan holatlar.

Генератор глаголов

Стемматизатор глаголов

Генератор существ-ных

Стемматизатор существ-ных

Прилагательное

ketmoq Анализация

Конфигурация слово образования	Форма слова
Отрицание	ketma
Вопрос	ketdimi?
Результативно прошедшее время	ketgan
Конкретное настоящее время	ketaypti
Переходное время	ketadi
Прошедшее время	ketdi
Будущее продолжительное время	ketadi
Будущее время намерения	ketmoqchi
Переходное прошедшее время	ketgan edi
Давнопрошедшее время	ketibdi
Результативно прошедшее время. + Личное окон. 1л ед.ч.	ketganman
Результативно прошедшее время. + Личное окон. 2л ед.ч.	ketgansan
Результативно прошедшее время. + Личное окон. 2ув.л ед.ч.	ketgansiz

yugurmoq Анализация

Конфигурация слово образования	Форма слова
Отрицание	yugurma
Вопрос	yugurdimi?
Результативно прошедшее время	yugurgan
Конкретное настоящее время	yuguryapti
Переходное время	yuguradi
Прошедшее время	yugurdi
Будущее продолжительное время	yuguradi
Будущее время намерения	yugurmoqchi
Переходное прошедшее время	yugurgan edi
Давнопршедшее время	yuguribdi
Результативно прошедшее время. + Личное окон. 1л ед.ч.	yugurganman
Результативно прошедшее время. + Личное окон. 2л ед.ч.	yugurgansan
Результативно прошедшее время. + Личное окон. 2ул.л ед.ч.	yugurgansiz
Результативно прошедшее время. + Личное окон. 1л мн.ч.	yugurganmiz
Результативно прошедшее время. + Личное окон. 2л мн.ч.	yugurgansizlar

2-rasm. Fe'l so'z turkumidagi so'z shakllarini hosil qiluvchi.

Xulosa va takliflar. O'zbek tilida so'z yasash dasturining ilmiy yangiligi deganda, uning yangi texnologiyalar yordamida yaratilganligi hamda morfologik tizimlardan foydalanishda quyidagi afzalliklarga ega ekanligini tushunamiz. Tizim quyidagi qulaylik va afzalliklarga ega:

- tizimning istalgan foydalanuvchisi tizimdan Internet orqali foydalanishi mumkin;
- tizimdan foydalanadigan foydalanuvchidan dasturiy ta'minotni talab qilmaydi;
- foydalanuvchilarga maxsus tayyorgarliksiz foydalanish imkonini beruvchi qulay interfeys.
- Har qanday foydalanuvchiga hech bo'lmaganda o'zbek tili grammatikasi ko'nikmalarini berish.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Барахнин В.Б., Федотов А.М., Бакиева А.М., Бакиев М.Н., Тажибаева С.Ж., Батура Т.В., Кожемякина О.Ю., Тусупов Д.А., Самбетбаева М.А., Лукпанова Л.Х. Алгоритмы генерации и стемматизации словоформ казахского языка // Cloud of Science. – 2017. – Т.4. – № 3. – С. 434–449. – EISSN 2409-031X.

https://cloudofscience.ru/sites/default/files/pdf/CoS_15_434.pdf

2. Эшкароева Н.Г, Боймуродов Ф.Ф Разработка и реализация алгоритма стемматизации и генерации словоформ для глаголов узбекского языка. http://qarshidu.uz/source/JURNAL/Aniq_fanlar_5-son_2022.pdf

3. Боймуродов.Ф., Algorithm development and implementation stemmatization and generation of word forms of uzbek language for automatic processing systems texts, https://www.researchgate.net/publication/347995316_ALGORITHM_DEVELOPMENT_AND_IMPLEMENTATION_STEMMATIZATION_AND_GENERATION_OF_WORD_FORMS_OF_UZBEK_LANGUAGE_FOR_AUTOMATIC_PROCESSING_SYSTEMS_TEXTS

4. Эшкароева Н.Г, Боймуродов Ф.Ф. Разработка программы словоформ узбекского языка с использованием алгоритма портера.

5. Эшкароева Н.Г, Боймуродов Ф.Ф. Создание словоформ существительных в узбекском языке с использованием алгоритма портера. <https://scienceweb.uz/publication/14977>

6. Nazirova E.SH, Boymurodov F.F. Tabiiy tilli matnlarni avtomatik qayta ishlash tizimlari tahlili. <https://scienceweb.uz/publication/14975>

7. Боймуродов Ф.Ф. Стемматизация и генерация словоформ в узбекском языке для систем автоматической обработки текстов. https://api.scienceweb.uz/storage/publication_files

QASHQADARYO VILOYATIDA TURIZM O‘SISHI TURG‘UNLIGINI TA‘MINLASHNING MATEMATIK MODELI

Ahmedova Qunduz

O‘zbekiston Milliy universiteti, katta o‘qituvchi

Yusupova Shaxlo

Toshkent shahridagi Belarus-O‘zbekiston qo‘shma tarmoqlararo
amaliy texnik kvalifikatsiyalar instituti, tayanch doktorant

Mirzoodilov Bobur

Toshkent Iqtisodiyot universiteti, o‘qituvchi

shaxlo.yusupova@gmail.com

ORCID 0009-0005-0379-8585

UDK 338.48

Annotatsiya. Turizm nafaqat mintaqa iqtisodiyotiga, balki uning ijtimoiy siyosati, madaniyati, urf-odatları, turmush tarzi, millat salomatligi, tabiiy muhiti va boshqalariga bevosita va bilvosita ta’sir ko‘rsatadigan yagona sohadir. Turizm jahon iqtisodiyotining eng jadal rivojlanayotgan tarmoqlaridan biridir, shunday ekan turizmga hozirgi zamonda juda katta e’tibor qaratilmoqda. Uning dunyodagi yillik aylanmasi taxminan 3,8 trillion dollarni tashkil etadi, turizm sanoatiga kapital qo‘yilmalar yiliga 700 milliard dollarga etadi. Tabiiy tizimlarning rekreasion barqarorligini ta’minlash va turizmning barqaror rivojlanishiga erishish uchun sayyohlarga ta’sir qilishning variantlarini birlashtirish kerak.

Biz turizm rivojlanish turg‘unligini matematik nuqtayi nazardan tahlil qilmoqchimiz. Maqsadga erishishda, zaif va kuchli turg‘unlik tushunchalari ajralib turadi, maqolada bunga ham alohida e’tibor berilgan. Nazariy tadqiqotning ahamiyati, turizm sohasidagi ijtimoiy-iqtisodiy jarayonlarni rivojlantirishni matematik modellashtirishdan iborat. Ushbu maqolada Qashqadaryo viloyatida turizm o‘sishi turg‘unligini ta’minlashning matematik modeli keltirilgan.

Kalit so‘zlar: turizm infratuzilmasi, turg‘unlik, barqaror va beqaror rivojlanish, zaif va kuchli turg‘unlik.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ РОСТА ТУРИЗМА В КАШКАДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Туризм - единственная отрасль, которая прямо и косвенно влияет не только на экономику региона, но и на его социальную политику, культуру, традиции, образ жизни, здоровье нации, природную среду и т.д. Туризм - одна из наиболее быстро развивающихся отраслей экономики. В мировой экономике сегодня уделяется много внимания туризму. Его годовой оборот в мире составляет около 3,8 триллиона долларов, капитальные вложения в туристическую отрасль достигают 700 миллиардов долларов в год. Для обеспечения рекреационной устойчивости природных систем и достижения устойчивого развития туризма необходимо сочетать варианты воздействия на туристов.

Мы хотим проанализировать стагнацию развития туризма с математической точки зрения. В достижении этой цели выделяют понятия слабой и сильной стагнации, этому также уделяется особое внимание в статье. Важность теоретических исследований заключается в математическом моделировании развития социально-экономических процессов в сфере туризма. В данной статье представлена математическая модель обеспечения устойчивости роста туризма в Кашкадарьинской области.

Ключевые слова: туристская инфраструктура, стагнация, устойчивое и неустойчивое развитие, слабая и сильная стагнация.

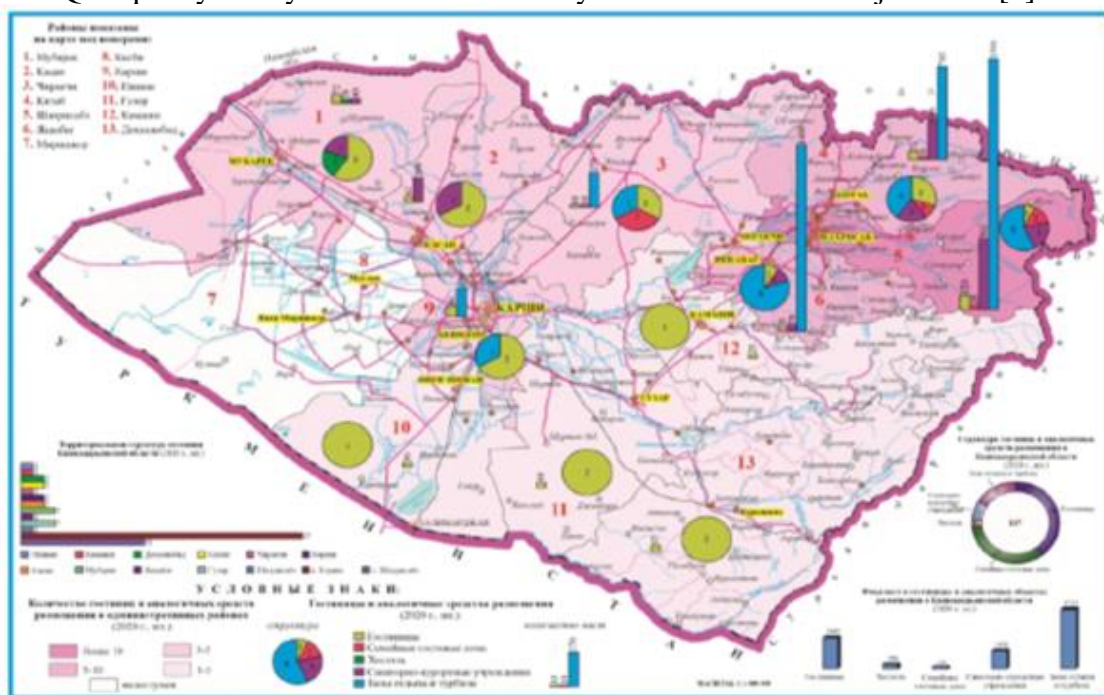
Kirish. Mamlakatimizda turizm milliy iqtisodiyotini diversifikatsiya qilish, hududlarni jadal rivojlantirish, yangi ish o‘rinlarini yaratish, aholining daromadlari va turmush darajasini oshirish, mamlakatning investitsiyaviy jozibadorligini oshirishni ta‘minlovchi strategik tarmoqlardan biri sifatida rivojlantirish bo‘yicha kompleks chora-tadbirlar bosqichma-bosqich amalga oshirilmoqda.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M.Mirziyoyev.

O‘zbekiston boy turistik salohiyatga va turizmni rivojlantirishning barcha imkoniyatlariga ega, shu tufayli mamlakatimizda turizm sohasini rivojlantirish uchun turli chora-tadbirlar, Prezidentimiz tomonidan bir qancha qaror va farmonlar ishlab chiqilib amalga oshirilmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M.Mirziyoyevning 2018-yil 3-fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasining turizm salohiyatini rivojlantirish uchun qulay shart-sharoitlar yaratish bo‘yicha qo‘shimcha tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 5326-sonli farmoni, “Turizm yo‘nalishidagi islohotlarni yanada jadallashtirish va sohada davlat boshqaruvi tizimini samarali tashkil qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yilning 27-iyuldagi 238-qarori shular jumlasidandir.

Tadqiqot metodologiyasi. Qashqadaryo viloyati Respublikamizda turizm salohiyati bo‘yicha mamlakatning eng boy mintaqalaridan biridir. Tabiiy va tarixiy-madaniy turistik-rekreatsion resurslar turizmning deyarli barcha turlarini rivojlantirish uchun asos bor. X.X. Xaitovning maqolasida Qashqadaryo viloyati turizmidagi mavjud muammolar tahlil qilingan [1-2].

Qashqadaryo viloyatida turizm-rekreatsiya infratuzilmasini rivojlantirish [1].



1-rasm. Qashqadaryo viloyatining turistik va dam olish infratuzilmasi xaritasi

“Turg‘unlik” va “turg‘un rivojlanish” ilmiy atamalarini ko‘pgina sohalarda qo‘llaniladi, shuningdek turizm yo‘nalishida ham [3-17] adabiyotlarda keltirilgan.

Turg‘unlik – tashqi ta‘sir sirlar ta‘sirida tizimning hozirgi holatini saqlab qolish qobiliyati. Agar hozirgi holat bir vaqtning o‘zida saqlanib qolmasa, unda bu holat turg‘un emas deb ataladi (ma‘lumot vikipediadan). Turg‘unlik tizimi doimiy tashqi va ichki bezovta qiluvchi ta‘sir sirlar sharoitida muvozanatga yaqin holatlarda ishlash qobiliyati sifatida tavsiflanadi.

Turg‘unlik quyidagi turlarga ajraladi:

- birinchi turdagi turg‘unlik–bu muvozanat holatidan chiqqandan keyin tizimning

dastlabki holatiga qaytish xususiyati;

- ikkinchi turdagi turg'unlik–muvozanat holatidan chiqqandan keyin tizimning yangi teng imkoniyat holatga o'tishi.

Birinchi turdagi turg'unlik statik muvozanatga, ikkinchi turdagi dinamik muvozanatga to'g'ri keladi, bu hodisalarning statikasi va murakkab ijtimoiy–iqtisodiy tizimlarda sodir bo'ladigan jarayonlar dinamikasi bilan bog'liq.

Birinchi marta iqtisodiy tizimlarni statika va dinamikada o'rganish amerikalik iqtisodchi J. Klark tomonidan olib borildi [12]. Statik o'zgarishlik, statik muvozanat bilan tavsiflanadi, dinamika esa vaqt va makondagi hodisalarning o'zgarishini o'rganadi.

1-jadvalda turizmning barqaror va beqaror rivojlanishining umumlashtirilgan qiyosiy tavsifi keltirilgan. Bunday vaziyatda barqaror rivojlanish umuman “yaxshi” degani emas, ammo beqaror – “yomon” degan ma'noni anglatadi, taqqoslash tufayli hodisaning mohiyati aniq bo'ladi [3].

1-jadval

Turizmning barqaror va beqaror rivojlanishining qiyosiy xususiyatlari

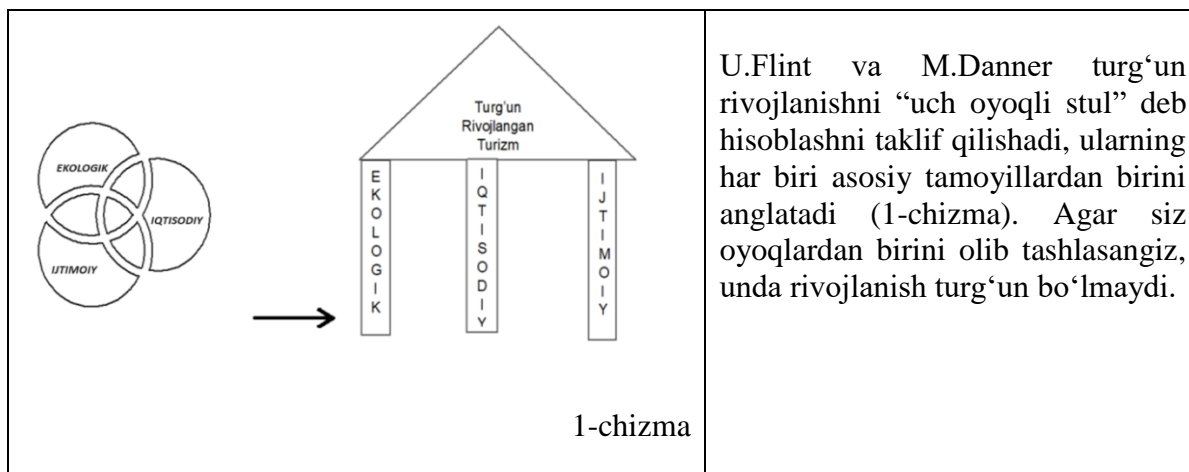
Turizmning turg'un rivojlanishi	Turizmning turg'un bo'lmagan rivojlanishi
Tez rivojlanish	Oldinga rivojlanish tez
Boshqariladigan rivojlanish	Nazoratsiz rivojlanish
Hisoblangan rivojlanish ko'lami	Noto'g'ri rivojlanish ko'lami
Uzoq muddatli rejalashtirish	Qisqa muddatli rejalashtirish
Sifat rivojlanishi	Miqdoriy rivojlanish
Joylarda boshqarish	Masofadan boshqarish
Aniq shakllangan strategiya asosida rivojlanish	Bir-biriga bog'liq bo'lmagan loyihalar orqali rivojlanish
Atrofdagi mavjud muammolarni barchaga teng taqsimlash	Atrofdagi mavjud muammolarni faqat turistik markazlarga yuklash
Turizmdan tushgan daromad qayta tiklashga va kengaytirilishga yo'naltiriladi	Turizmdan tushgan daromad ushbu mintaqada qolmaydi
Mahalliy mehnat resurslarini o'rnida to'g'ri jalb qilish	Tashrif buyuradiganlarning mehnat resurslarini jalb qilish

Shu bilan birga, turg'un turizm bilan chambarchas bog'liq bo'lgan ko'plab boshqa atamalar mavjud. Ularning barchasi tabiatga hurmat, tabiatni muhofaza qilishga asoslangan madaniy obyektlar, ijtimoiy mas'uliyat va hududning iqtisodiy farovonligi [3] kabi tushunchalarga bog'liq.

Muvozanat turg'unlikka qaraganda torroq tushunchadir, lekin ayni paytda bu uning ajralmas shartlaridan biridir. Tabiiy muvozanat deganda dinamik muvozanat holati (homeostaz), ya'ni asosiy sifat ko'rsatkichlari va miqdoriy parametrlarni saqlab qolish bilan uzluksiz moddiy va energiya yangilanishi, sifat jihatidan boshqa holatga yoki nomutanosiblik (halokat) bosqichiga o'tguncha asta-sekin o'zgarib (rivojlanib) borishi tushuniladi.

Turg'un o'sish – hodisaning miqdoriy parametrlari o'zgarishining bir tomonlama ijobiy vektorini anglatadi, turg'un rivojlanish esa sifat ko'rsatkichlari foydasiga ijobiy o'sish qiymatlaridan chetga chiqishga imkon beradi. Shu bilan birga, yetarlicha uzoq vaqt davomida harakatning umumiy vektori, davriy salbiy va nol qiymatlarga qaramay, umuman ijobiy yo'nalishga ega bo'ladi.

V.Flinton va M.Danner nazariyasiga ko'ra, turg'un rivojlanish konsepsiyasi uchta asosiy prinsipni o'z ichiga oladi: iqtisodiy hayotiylik, ekologik yaxlitlik va ijtimoiy ma'lumot. Taqdim etilgan modelga ko'ra, “jamiyatda kesishgan doiralar iqtisodiy, ijtimoiy va ekologik jihatlarining o'zaro bog'liqligini namoyish etadi” [18].



U.Flint va M.Danner turg'un rivojlanishni "uch oyoqli stul" deb hisoblashni taklif qilishadi, ularning har biri asosiy tamoyillardan birini anglatadi (1-chizma). Agar siz oyoqlardan birini olib tashlasangiz, unda rivojlanish turg'un bo'lmaydi.

O.S.Shimova "Turg'un turizm" nomli o'quv qo'llanmasida har bir sohaning holati xususiyatlarini quyidagicha aks ettiradi [4]:

* **iqtisodiy soha** – iqtisodiy samaradorlik, iqtisodiy o'sish, iqtisodiyotning turg'unlik darajasi va boshqalar;

* **ijtimoiy soha** – aholining moddiy farovonligi, ta'lim darajasi, sog'liqni saqlash, umr ko'rish davomiyligi, madaniyat, san'at, sportning rivojlanishi va boshqalar;

* **ekologik soha** – tabiiy tizimlarning o'z-o'zini shakllantirish qobiliyati, ekotizimlarning yaxlitligi, bioxilma-xillik, biosferaning iqtisodiy imkoniyatlaridan foydalanish darajasi va boshqalar.

Ba'zi iqtisodiy adabiyotlarda turg'un rivojlanish muammosi odatda kapitalni boshqarish bilan bog'liq. Kapital keng ma'noda resurslar bo'lib, ulardan foydalanish kelajakdagi tovarlar yoki xizmatlar ishlab chiqarishni ko'paytirishga imkon beradi.

Natijalar va muhokama. Turg'unlikka erishish vazifasi umumiy kapital fondining kamaymasligini va keyingi avlodlar hozirgi avlod bilan bir xil (kam bo'lmagan) rivojlanish potensialiga ega bo'lishini ta'minlashdir. Ushbu maqsadga erishish yo'liga qarab, zaif va kuchli turg'unlik tushunchalari ajralib turadi.

Zaif turg'unlik vaqt o'tishi bilan kapitalning umumiy zaxirasining qiymatini saqlash (kamaytirmaslik) deb ta'riflanadi, bu nafaqat uning barcha turlarining o'sishi bilan, balki ularning ba'zilar tezroq o'sganda ham sodir bo'lishi mumkin. Shu bilan birga, kapitalning bir turini boshqasiga miqdoriy almashtirishga ruxsat beriladi. Rasmiy ravishda zaif turg'unlik sharti quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$K + P + S \geq 0$$

bu yerda K - ishlab chiqarilgan kapitalning ko'payishi; P - ijtimoiy (inson) kapitalning ko'payishi; S - tabiiy kapitalning ko'payishi.

Kuchli turg'unlik tushunchasi kapitalning har bir turini kamida saqlashni talab qiladi. Kuchli turg'unlikning cheklanishi quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$K \geq 0; \quad P \geq 0; \quad S \geq 0.$$

Kuchli turg'unlik – bu inson mavjudligining asosi bo'lgan tabiiy kapital vaqt o'tishi bilan kamaymaydigan holat. Ushbu konsepsiyani amalga oshirish uchun Xitoy maqoliga amal qilish kerak: "Biz tabiatimizni ajdodlarimizdan meros qilib olmadik, uni avlodlarimizdan oldik".

Asosiy parametrlarni hisobga olgan holda turg'un rivojlanish quyidagicha rasmiylashtirilishi mumkin:

$$\frac{dF(L, K, S, I)}{dt} \geq 0,$$

bu yerda $F(L, K, S, I)$ – barqaror rivojlanish funksiyasi; L – mehnat resurslari (inson

kapitali); K – ishlab chiqarilgan (jismoniy) kapital; S – tabiiy kapital; I – institutsional omil; T – vaqt omili. Ushbu formula shuni ko‘rsatadiki, rivojlanishning barqarorligi jamiyatning umumiy kapitali vaqt o‘tishi bilan kamaymasa va uning turlaridan birining kamayishi, ehtimol, tabiiy resurslarning tugashi paytida jismoniy va inson kapitalining ko‘payishi hisobiga qoplanadi [4].

Turizmning tabiiy muhitga ta’siri jarayonini bevosita yoki bilvosita boshqarish mumkin.

To‘g‘ridan-to‘g‘ri boshqarish quyidagilarni o‘z ichiga oladi: sayyohlarning umumiy sonini cheklash; ayniqsa, qimmatbaho tabiiy obyektlar va hududlarni ziyorat qilish uchun yopish; atrof-muhitning ifloslanishini minimallashtirishga imkon beradigan zamonaviy texnik vositalar va eng zamonaviy texnologiyalardan foydalanish. Bilvosita boshqaruv sayyohlarning xulq-atvoriga ta’sir qilishining yanada moslashuvchan usuli bo‘lib, ularning madaniyati, ekologik ta’lim darajasini oshirishga, mahalliy aholiga hurmat bilan munosabatda bo‘lishga, hayvonotlarga ehtiyotkorlik va insonparvarlik bilan munosabatda bo‘lishga va tashrif buyurilgan hududning o‘sib borayotgan dunyosiga asoslanadi.

Rivojlangan mamlakatlardan kelgan sayyohlar, rivojlanayotgan davlatlar bo‘ylab sayohat qilishda, ko‘pincha mahalliy madaniyat va urf-odatlar to‘g‘risida to‘liq tasavvurga ega emaslar, bu ularning mahalliy aholi bilan munosabatlarida keskinlikka olib keladi. Psixologlarning kuzatuvlariga ko‘ra, sayyohlik faoliyati faollashgani sayin, sayyohlar va joylar o‘rtasidagi aloqada tirnash xususiyati kuchayadi. Mahalliy aholining to‘rtta reaksiya darajasi mavjud [4]:

1) eyforiya–boshlang‘ich bosqich, mahalliy aholi va sayyohlar o‘rtasidagi yaxshi munosabatlar;

2) befarqlik–aloqalarni to‘liq rasmiylashtirish, sayyohlarni daromad manbaya sifatida qabul qilish (ushbu bosqichga o‘tish turizmni rivojlantirish tezligi va vaqtiga bog‘liq);

3) o‘zgarish xususiyati – mahalliy aholi tomonidan turizmning afzalliklariga shubha bildirilishi;

4) dushmanlik – dushmanlik munosabati, turizmni rivojlantirish orqali barcha ijtimoiy va shaxsiy muammolarning paydo bo‘lishini tushunish.

Turizm mahalliy madaniyat obyektlarini iste‘mol buyumlariga aylantirishi, diniy marosimlarni, an’anaviy etnik marosimlarni va festivallarni turistik kutishlarga muvofiq o‘zgartirishi mumkin. Turistlarning xohish-istaklariga mahalliy va milliy xususiyatlarni moslashtirish – bu sayyohlik turizmi doirasida sayyohlarni mahalliy urf-odatlar, urf-odatlar va madaniyatlarni to‘g‘ri qabul qilishga tayyorlash bo‘yicha ishlarni talab qiladigan salbiy tendensiyalardan biridir. “G‘arb” va ko‘p jihatdan unga qarama-qarshi bo‘lgan an’anaviy (mahalliy) turmush tarzi o‘rtasidagi farqlarga tayyorgarlik va tayyorgarlik elementlari zarur bo‘ladi. Turizmning ajratib bo‘lmaydigan qismi bo‘lgan dunyoning turli mintaqalaridan kelgan odamlar madaniyatlarining to‘qnashuvi madaniyatlaridan birining ustunligiga ega bo‘lmasligi kerak, bundan tashqari, millatlar, irqalar, din, tillar va ta’lim darajasidagi shaxslarga asoslangan bo‘lishi kerak. Barqaror turizmning maqsadlaridan biri madaniy almashinuvdir.

2-jadval

Qashqadaryo viloyatidagi madaniy meros obyektlari haqida

MA’LUMOT

T/r	Tuman (shahar)	Umumiy soni	Arxeologiya	Arxitektura	Monumental	Diqqatga sazovor
1	Qarshi shahar	58	26	25	6	1
2	Shahrisabz shahar	61	28	28	5	0
3	Qarshi tuman	124	105	15	0	4
4	Shahrisabz tuman	174	150	22	0	2
5	Kitob tuman	305	281	16	3	5

6	Yakkabog' tuman	237	195	38	2	2
7	Chiroqchi tuman	49	36	8	3	2
8	Qamashi tuman	66	59	3	1	3
9	Dehqonobod tuman	38	32	4	1	1
10	Muborak tuman	8	2	3	2	1
11	Nishon tuman	7	3	1	3	0
12	Mirishkor tuman	17	9	6	1	1
13	G'uzor tuman	109	94	9	3	3
14	Koson tuman	90	76	11	2	1
15	Ko'kdala tuman	30	22	8	0	0
16	Kasbi tuman	95	79	11	3	2
	Jami:	1468	1197	208	35	28

Xulosa. Turizm yo'nalishiga qo'shimcha investitsiyalarni jalb qilish, xususiy sektor uchun qulay shart-sharoitlar yaratish orqali turizm infratuzilmasini yanada takomillashtirish, aholi bandligini oshirish, transport qatnovi yo'nalishlarini kengaytirish, respublikaning turistik salohiyatini ichki va tashqi bozorlarda targ'ib qilishni jadallashtirish, shuningdek, sohani davlat tomonidan boshqarishda yangi tartib-taomillarni joriy qilish maqsadga muvofiqdir.

V.Flint va M.Danner nazariyasiga ko'ra, turizm turg'un rivojlanish konsepsiyasi uchta asosiy prinsipni o'z ichiga oladi: iqtisodiy hayotiylik, ekologik yaxlitlik va ijtimoiy adolat. Bunday sharoitda iqtisodiy siyosat sohasida asosli qarorlar qabul qilish zarur, buning uchun turizmning turg'un rivojlantirishning matematik modellarini ishlab chiqish zarur.

Turizm, boshqa har qanday inson faoliyati kabi, atrof-muhitga ta'sir qiladi. Uni tashkil etishga noto'g'ri o'ylangan yondashuv tabiiy muhitdan foydalanishning ruxsat etilgan darajasidan oshib ketishiga olib keladi, bu esa tuproq eroziyasini, qurilish bilan bog'liq havoning ifloslanishini keltirib chiqaradi. Bundan kelib chiqadiki, ekologik muvozanatni saqlash zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Джумаев Х.Х. Проблема развития туристско-рекреационной инфраструктуры Кашкадарьинской области // Центральноазиатский журнал географических исследований, 2021. – № 1–2. – С. 101–111.
2. Джумаев Х.Х., Назаров М.И. Комплексная оценка природно-климатических ресурсов Кашкадарьинской области для развития туризма и рекреации // Центральноазиатский журнал географических исследований, 2023 – № 3-4. – С. 119–132.
3. Карпова Г.А., Максарова Е.М. Механизм реализации принципов устойчивого развития туризма через государственно-частное партнерство // Роль туризма в модернизации экономики российских регионов: Материал Международной научно-практической конференции. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2010 – С. 76–80
4. Шимова О.С. Устойчивый туризм // учебно-методическое пособие. – Минск, 2014. – 158 с.
5. Хазова Д.С. Квалификационное моделирование развития устойчивого туризма /Д.С. Хазова // Научные записки молодых исследователей, 2014. – № 4. – С. 47–54.
6. Хазова Д.С. Качественное моделирование развития туризма в Республике Алтай: сравнение однокритериальной и многокритериальной моделей [Электронный ресурс] / Д.С. Хазова // Фин. аналитика: проблематика и решения. – 2014. – № 35 (221). - Режим доступна: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22003422>.
7. Бабкин А.В. Специальные виды туризма: учеб. пособие / А.В. Бабкин. – М.: Сов. спорт, 2008. – 202 с.
8. Боголюбов, В.С. Экономика туризма / В.С. Боголюбов. –М.: Академия, 2005. – 311 с.
9. Браун, Л.Р. Экoэкономика: как создать экономику, защищающую планету: пер. с англ. / Л.Р. Браун. –М.: Весь мир, 2003. – 391 с.

10. Восколович, Н.А. Маркетинг туристических услуг: учеб. пособие / Н.А. Восколович. 2-е изд., перераб. и доп. –М.: ЮНИЦА-ДАНА, 2009. – 191 с.
11. Гуляев, В.Г. Туризм: экономика, управление, устойчивое развитие : учеб. пособие / В.Г. Гуляев, И.А. Селиванов. –М.: Сов. спорт, 2008. – 280 с.
12. Кларк, Д. Б. Распределение богатства // Хрестоматия по экономической теории / сост. Е. Ф. Борисов. – М., 1997. – 536 с.
13. Keiner M., Re-emphasizing sustainable development— The concept of 'Evolutionability'. Environment, Development and Sustainability. (2005). Vol 6(4), pp.379-392. Available from https://www.zef.de/uploads/tx_zefnews/a7b9_Keiner_Evolutionability.pdf.
14. Концепция стáтнй политики сyestovního ruchu v Āeské republice na ob-dobí 2007–2013 // Ministerstvo pro místní rozvoj Āeské republiky [Electronic resource]. Praha, 2007. Mode of access: <http://www.mmr.cz/Cyestovniruch/>.
15. Pášková, M. Udržitelnost rozvoje сyestovního ruchu / M. Pášková. Hradec Králové: Gaudeamus, 2009.
16. Королева И.С. Модель устойчивого туризма на староосвоенных территориях // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса, 2022. 8 (2). S. 23-32. DOI: 10.18413/2408-9346-2022-8-1-0-3yu
17. Шапра М. Экспресс оценка устойчивого развития регионального туристского комплекса // Экономика и предпринимательство. – 2020.– № 8. – С. 461–467.
18. Flint W. R., Danner M.J.E. The Nexus of sustainability and social equity: Virginia's Eastern Shore (USA) as a Local Example of Global Issues // International Journal of Economic Development, 3 (2). 2001 Pp. 1-30.

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ ОДНОГО КЛАССА ВЫРОЖДАЮЩЕГОСЯ ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ

Н. Джуряев

Каршинский инженерно-экономический институт, доцент

djurayev_norqul@mail.ru

ORCID:0009-0006-9471-737X,

УДК: 517.9

Аннотация: Вырождающиеся эллиптические уравнения встречаются при решении многих важных вопросов прикладного характера. В этой работе для одного вырождающегося эллиптического уравнения строятся фундаментальные решения, которые выражаются через гипергеометрические функции Аппеля от двух переменных. Далее, с помощью формулы разложения Бурчналла - Ченди доказывается, что при $r \rightarrow 0$ построенные функции имеют логарифмические особенности.

В дальнейшем, используя фундаментальные решения будут построены теория потенциалов (Потенциалы двойного слоя, потенциалы простого слоя и объемные потенциалы) а также решений краевые задачи для данного уравнения.

Указанный метод позволяет рассматривать уравнение и в многомерном случае. В этом случае фундаментальные решения будут выражаться через гипергеометрические функции Лауричелла от многих переменных. Для изучения свойств функции Лауричелла используются формулы разложения.

Ключевая слова: Вырождающиеся уравнение(с частными производными), фундаментальное решение, гипергеометрическая функция, теория потенциалов.

BUZILUVCHI ELLIPTIK TENGLAMANING BIR SINFI UCHUN FUNDAMENTAL YECHIMLAR

Annotatsiya: Buziluvchi elliptik tenglamalar ko'plab muhim amaliy masalalarni yechishda uchraydi. Ushbu ishda ikkita o'zgaruvchining gipergeometrik Appel

funksiyalari orqali ifodalanadigan bitta buziluvchi elliptik tenglama uchun fundamental yechimlar tuzilgan. Bundan tashqari, Burchnall-Chandy yoyilmasi formulasidan foydalanib, tuzilgan funksiyalar $r \rightarrow 0$ da logarifmik maxsuslikga egaligi isbotlangan.

Kelajakda fundamental yechimlardan foydalangan holda potentsiallar nazariyasi (ikki qatlamli potentsiallar, oddiy qatlam potentsiallari va hajm potentsiallari) hamda ushbu tenglama uchun chegaraviy masalalar yechimlari tuziladi.

Bu usul tenglamani ko'p o'lchovli bo'lgan holda ham ko'rib chiqishga imkon beradi. Bunday holda, asosiy yechimlar ko'p o'zgaruvchilarning gipergeometrik Lauricella funksiyalari bilan ifodalanadi. Lauricella funksiyasining xossalarini o'rganish uchun yoyilma formulalari qo'llaniladi.

Kalit so'zlar: Xususiy hosilali buziluvchi tenglamalar, fundamental yechim, gipergeometrik funksiya, potentsiallar nazariyasi.

Введение. Теория вырождающихся уравнений эллиптического типа является одним из важных разделов современной теории дифференциальных уравнений с частными производными. Вырождающиеся эллиптические уравнения встречаются при решении многих важных вопросов прикладного характера. Первым основным исследованием по теории вырождающихся уравнений эллиптического типа явились работы [1-3].

Нахождения фундаментальных решений для дифференциальных уравнений в частных производных - одно из основных направлений. С помощью фундаментальных решений строится теория потенциалов, а так же решаются краевые задачи. Всего лишь для нескольких вырождающихся эллиптических уравнений известны фундаментальные решения. Например, для вырождающегося эллиптического уравнения Геллерстедта

$$y^m u_{xx} + u_{yy} = 0, m = \text{const} > 0,$$

в области $R_+^1 = \{(x, y) : -\infty < x < \infty, y > 0\}$ построены фундаментальные решения, которые выражаются гипергеометрическими функциями Гаусса ([4], стр. 41, (2.7) - (2.8))

В этой работе в области $R_+^2 = \{(x, y) : x > 0, y > 0\}$ рассмотрим вырождающиеся эллиптическое уравнение

$$L(u) \equiv y^{m+1} [xu_{xx} + pu_x] + x^{n+1} [yu_{yy} + qu_y] = 0, 0 < \frac{n+2p}{n+2}, 0 < \frac{m+2q}{m+2}. \quad (L)$$

Для уравнения (L) в области $R_+^2 = \{(x, y) : x > 0, y > 0\}$ в явном виде построим фундаментальные решения, которые выражаются через гипергеометрические функции Аппеля от двух переменных. Далее, с помощью формулы разложения Бурчналла - Ченди (Burchnall - Chaundy) доказывается, что при $r \rightarrow 0$ построенные функции имеют логарифмические особенности.

Методология исследования В работе явном виде построены фундаментальные решения, которые выражаются через гипергеометрические функции Аппеля от двух переменных. В дальнейшем, используя фундаментальные решения будут построены теория потенциалов (Потенциалы двойного слоя, потенциалы простого слоя и объемные потенциалы) а также решений краевые задачи для уравнения такого типа.

2. Фундаментальные решения (Fundamental Solutions).

Решение уравнение (L) будем искать в виде

$$u = P\omega(\xi, \eta), \quad (1)$$

где

$$P = (r^2)^{-\alpha-\beta}, \quad \xi = \frac{r^2 - r_1^2}{r^2}, \quad \eta = \frac{r^2 - r_2^2}{r^2}, \quad 2\alpha = \frac{n+2p}{n+2}, \quad 2\beta = \frac{m+2q}{m+2}, \quad (2)$$

$$\left. \begin{matrix} r_1^2 \\ r_2^2 \end{matrix} \right\} = \left(\frac{2}{n+2} x^{\frac{n+2}{2}} + \frac{2}{n+2} x_0^{\frac{n+2}{2}} \right)^2 + \left(\frac{2}{m+2} y^{\frac{m+2}{2}} - \frac{2}{m+2} y_0^{\frac{m+2}{2}} \right)^2. \quad (3)$$

Подставляя (2.1) в уравнение (L), получаем

$$A\omega_{\xi\xi} + B\omega_{\xi\eta} + C\omega_{\eta\eta} + D\omega_{\xi} + E\omega_{\eta} + F\omega = 0, \quad (4)$$

где

$$A = Pxy \left[y^m \xi_x^2 + x^n \xi_y^2 \right], \quad B = 2Pxy \left(y^m \xi_x \eta_x + x^n \xi_y \eta_y \right), \quad C = Pxy \left[y^m \eta_x^2 + x^n \eta_y^2 \right],$$

$$D = 2xy \left(y^m P_x \xi_x + x^n P_y \xi_y \right) + Pxy \left(y^m \xi_{xx} + x^n \xi_{yy} \right) + P \left(py^{m+1} \xi_x + qx^{n+1} \xi_y \right),$$

$$E = 2xy \left(y^m P_x \eta_x + x^n P_y \eta_y \right) + Pxy \left(y^m \eta_{xx} + x^n \eta_{yy} \right) + P \left(py^{m+1} \eta_x + qx^{n+1} \eta_y \right),$$

$$F = y^{m+1} \left(xP_{xx} + pP_x \right) + x^{n+1} \left(yP_{yy} + qP_y \right).$$

После элементарных вычислений находим

$$A = -4x^{n+1} y^{m+1} P(r^2)^{-1} x^{\frac{n+2}{2}} x_0^{\frac{n+2}{2}} \xi(1-\xi), \quad (5)$$

$$B = 4x^{n+1} y^{m+1} P(r^2)^{-1} x^{\frac{n+2}{2}} x_0^{\frac{n+2}{2}} \xi\eta + 4x^{n+1} y^{m+1} P(r^2)^{-1} y^{\frac{m+2}{2}} y_0^{\frac{m+2}{2}} \xi\eta, \quad (6)$$

$$C = -4x^{n+1} y^{m+1} P(r^2)^{-1} y^{\frac{m+2}{2}} y_0^{\frac{m+2}{2}} \eta(1-\eta), \quad (7)$$

$$D = -4x^{n+1} y^{m+1} P(r^2)^{-1} \left[2\alpha - (1+2\alpha+\beta)\xi \right] x^{\frac{n+2}{2}} x_0^{\frac{n+2}{2}} + 4x^{n+1} y^{m+1} P(r^2)^{-1} \beta\xi y^{\frac{m+2}{2}} y_0^{\frac{m+2}{2}}, \quad (8)$$

$$E = -4x^{n+1} y^{m+1} P(r^2)^{-1} \left[2\beta - (1+2\beta+\alpha)\eta \right] y^{\frac{m+2}{2}} y_0^{\frac{m+2}{2}} + 4x^{n+1} y^{m+1} P(r^2)^{-1} \alpha\eta x^{\frac{n+2}{2}} x_0^{\frac{n+2}{2}}, \quad (9)$$

$$F = 4x^{n+1} y^{m+1} P(r^2)^{-1} x^{\frac{n+2}{2}} x_0^{\frac{n+2}{2}} \alpha(\alpha+\beta) + 4x^{n+1} y^{m+1} P(r^2)^{-1} y^{\frac{m+2}{2}} y_0^{\frac{m+2}{2}} \beta(\alpha+\beta). \quad (10)$$

Подставляя равенства (5) - (10) в уравнение (4), находим систему гипергеометрическое уравнение

$$\begin{cases} \xi(1-\xi)\omega_{\xi\xi} - \xi\eta\omega_{\xi\eta} + [2\alpha - (2\alpha + \beta + 1)\xi]\omega_{\xi} - \alpha\eta\omega_{\eta} - \alpha(\alpha + \beta)\omega = 0, \\ \eta(1-\eta)\omega_{\eta\eta} - \xi\eta\omega_{\xi\eta} + [2\beta - (\alpha + 2\beta + 1)\eta]\omega_{\eta} - \beta\xi\omega_{\xi} - \beta(\alpha + \beta)\omega = 0. \end{cases} \quad (11)$$

Система гипергеометрическое уравнение (11) имеет следующие решения ([6], стр. 50, (11))

$$\omega_1(\xi, \eta, \zeta) = F_2(\alpha + \beta; \alpha, \beta; 2\alpha, 2\beta; \xi, \eta), \quad (12)$$

$$\omega_2(\xi, \eta, \zeta) = \xi^{1-2\alpha} F_2(1-\alpha + \beta; 1-\alpha, \beta; 2-2\alpha, 2\beta; \xi, \eta), \quad (13)$$

$$\omega_3(\xi, \eta, \zeta) = \eta^{1-2\beta} F_2(1+\alpha - \beta; \alpha, 1-\beta; 2\alpha, 2-2\beta; \xi, \eta), \quad (14)$$

$$\omega_4(\xi, \eta, \zeta) = \xi^{1-2\alpha} \eta^{1-2\beta} F_2(2-\alpha - \beta; 1-\alpha, 1-\beta; 2-2\alpha, 2-2\beta; \xi, \eta), \quad (15)$$

где ([5], стр. 219, (7), стр. 224, (2)), ([6], стр. 14, (12), стр. 28, (2))

$$F_2(\alpha; \beta_1, \beta_2; \gamma_1, \gamma_2; x, y) = \sum_{m,n=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_{m+n} (\beta_1)_m (\beta_2)_n}{(\gamma_1)_m (\gamma_2)_n m!n!} x^m y^n, \quad |x| < 1, |y| < 1,$$

$$F_2(\alpha; \beta_1, \beta_2; \gamma_1, \gamma_2; x, y) = \frac{\Gamma(\gamma_1)\Gamma(\gamma_2)}{\Gamma(\beta_1)\Gamma(\beta_2)\Gamma(\gamma_1 - \beta_1)\Gamma(\gamma_2 - \beta_2)} \cdot$$

$$\int_0^1 \int_0^1 u^{\beta_1-1} v^{\beta_2-1} (1-u)^{\gamma_1-\beta_1-1} (1-v)^{\gamma_2-\beta_2-1} (1-xu-yv)^{-\alpha} dudv,$$

$$\operatorname{Re} \gamma_1 > \operatorname{Re} \beta_1 > 0, \operatorname{Re} \gamma_2 > \operatorname{Re} \beta_2 > 0.$$

Подставляя решения (12)–(15) в (1), получаем частные решения уравнения (L)

$$q_1(x, y; x_0, y_0) = k_1 (r^2)^{-\alpha-\beta} F_2(\alpha + \beta; \alpha, \beta; 2\alpha, 2\beta; \xi, \eta), \quad (16)$$

$$q_2(x, y; x_0, y_0) = k_2 (r^2)^{\alpha-\beta-1} x x_0 F_2(1-\alpha + \beta; 1-\alpha, \beta; 2-2\alpha, 2\beta; \xi, \eta), \quad (17)$$

$$q_3(x, y; x_0, y_0) = k_3 (r^2)^{-\alpha+\beta-1} y y_0 F_2(1+\alpha - \beta; \alpha, 1-\beta; 2\alpha, 2-2\beta; \xi, \eta), \quad (18)$$

$$q_4(x, y; x_0, y_0) = k_4 (r^2)^{\alpha+\beta-2} x y x_0 y_0 F_2(2-\alpha - \beta; 1-\alpha, 1-\beta; 2-2\alpha, 2-2\beta; \xi, \eta), \quad (19)$$

где k_1, \dots, k_4 – постоянные, которые определяются при решении краевых задач для уравнения (L). Нетрудно заметить, что построенные функции (16) - (19) обладают свойствами

$$\frac{\partial}{\partial x} q_1(x, y; x_0, y_0) \Big|_{x=0} = 0, \quad \frac{\partial}{\partial y} q_1(x, y; x_0, y_0) \Big|_{y=0} = 0, \quad (20)$$

$$q_2(x, y; x_0, y_0) \Big|_{x=0} = 0, \quad \frac{\partial}{\partial y} q_2(x, y; x_0, y_0) \Big|_{y=0} = 0, \quad (21)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} q_3(x, y; x_0, y_0) \Big|_{x=0} = 0, \quad q_3(x, y; x_0, y_0) \Big|_{y=0} = 0, \quad (22)$$

$$q_4(x, y; x_0, y_0) \Big|_{x=0} = 0, \quad q_4(x, y; x_0, y_0) \Big|_{y=0} = 0. \quad (23)$$

Отметим, что свойства (20) - (23) будут использованы при решении четырех краевых задач для уравнения (L).

3. Особенность фундаментальных решений (Features of fundamental solutions). Покажем, что найденные частные решения (2.16) - (2.19), имеют логарифмические особенности при $r \rightarrow 0$. Рассмотрим решение $q_1(x, y; x_0, y_0)$. В силу формулы разложения ([7], стр. 253, (26))

$$F_2(\alpha; \beta_1, \beta_2; \gamma_1, \gamma_2; x, y) = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(\alpha)_i (\beta_1)_i (\beta_2)_i}{(\gamma_1)_i (\gamma_2)_i i!} x^i y^i.$$

$$\cdot F(\alpha + i, \beta_1 + i; \gamma_1 + i; x) F(\alpha + i, \beta_2 + i; \gamma_2 + i; y),$$

для функции $q_1(x, y; x_0, y_0)$ имеем

$$q_1(x, y; x_0, y_0) = k_1 (r_1^2)^{-\alpha} (r_2^2)^{-\beta} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(\alpha + \beta)_i (\alpha)_i (\beta)_i}{(2\alpha)_i (2\beta)_i i!} \left(\frac{r^4}{r_1^2 r_2^2} - \frac{r^2}{r_1^2} - \frac{r^2}{r_2^2} + 1 \right)^i.$$

$$\cdot F\left(\alpha - \beta, \alpha + i; 2\alpha + i; 1 - \frac{r^2}{r_1^2}\right) F\left(\beta - \alpha, \beta + i; 2\beta + i; 1 - \frac{r^2}{r_2^2}\right).$$

(24)

В силу равенства [5]

$$F(a, b; c; 1) = \frac{\Gamma(c)\Gamma(c-a-b)}{\Gamma(c-a)\Gamma(c-b)}, \quad c \neq 0, -1, -2, \dots, \operatorname{Re}(c-a-b) > 0,$$

при $r \rightarrow 0$ справедливо следующие соотношения

$$F\left(\alpha - \beta, \alpha + i; 2\alpha + i; 1 - \frac{r^2}{r_1^2}\right) \rightarrow F(\alpha - \beta, \alpha + i; 2\alpha + i; 1) = \frac{\Gamma(2\alpha)\Gamma(\beta)}{\Gamma(\alpha + \beta)\Gamma(\alpha)} \frac{(2\alpha)_i}{(\alpha + \beta)_i},$$

$$F\left(\beta - \alpha, \beta + i; 2\beta + i; 1 - \frac{r^2}{r_2^2}\right) \rightarrow F(\beta - \alpha, \beta + i; 2\beta + i; 1) = \frac{\Gamma(2\beta)\Gamma(\alpha)}{\Gamma(\alpha + \beta)\Gamma(\beta)} \frac{(2\beta)_i}{(\alpha + \beta)_i}.$$

Следовательно, при $r \rightarrow 0$ из разложения (24) имеем

$$q_1(x, y; x_0, y_0) \rightarrow k_1 (r_1^2)^{-\alpha} (r_2^2)^{-\beta} \frac{\Gamma(2\alpha)\Gamma(2\beta)}{\Gamma^2(\alpha + \beta)} F\left(\alpha, \beta; \alpha + \beta; \frac{r^4}{r_1^2 r_2^2} - \frac{r^2}{r_1^2} - \frac{r^2}{r_2^2} + 1\right). \quad (25)$$

На основе формулы [5]

$$F(a, b; a+b; z) = -\frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma(a)\Gamma(b)} F(a, b; 1; 1-z) \ln(1-z) +$$

$$+\frac{\Gamma(a+b)}{\Gamma^2(a)\Gamma^2(b)} \sum_{j=0}^{\infty} \frac{\Gamma(a+j)\Gamma(b+j)}{(j!)^2} [2\psi(1+j) - \psi(a+j) - \psi(b+j)] (1-z)^j,$$

$$-\pi < \arg(1-z) < \pi, \quad a, b \neq 0, -1, -2, \dots$$

где через функцию $\psi(z)$ обозначена логарифмическая производная от $\Gamma(z)$ -функции [5]

$$\psi(z) = \ln z - \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{1}{n+z} - \ln \left(1 + \frac{1}{n+z} \right) \right], \quad z > 0,$$

$$\psi(z) = \int_0^{\infty} e^{-t} \ln t \, dt + \int_0^1 \frac{1-t^{z-1}}{1-t} \, dt, \quad \operatorname{Re} z > 0,$$

из соотношения (25) при $r \rightarrow 0$ следует

$$\begin{aligned} q_1(x, y; x_0, y_0) &= k_1 (r_1^2)^{-\alpha} (r_2^2)^{-\beta} \frac{\Gamma(2\alpha)\Gamma(2\beta)}{\Gamma(\alpha+\beta)\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \\ &\cdot \left\{ -F \left[\alpha, \beta; 1; r^2 \left(\frac{1}{r_1^2} + \frac{1}{r_2^2} - \frac{r^2}{r_1^2 r_2^2} \right) \right] \left\{ \ln r^2 + \ln \left(\frac{1}{r_1^2} + \frac{1}{r_2^2} - \frac{r^2}{r_1^2 r_2^2} \right) \right\} \right. \\ &\left. + \frac{1}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \sum_{j=0}^{\infty} \frac{\Gamma(\alpha+j)\Gamma(\beta+j)}{(j!)^2} h_j \left[r^2 \left(\frac{1}{r_1^2} + \frac{1}{r_2^2} - \frac{r^2}{r_1^2 r_2^2} \right) \right]^j \right\} + O(1), \end{aligned} \quad (26)$$

$$h_j = [2\psi(1+j) - \psi(\alpha+j) - \psi(\beta+j)].$$

Формула (26) доказывает, что найденное решение $q_1(x, y; x_0, y_0)$ имеет логарифмическую особенность $r \rightarrow 0$. Следовательно, $q_1(x, y; x_0, y_0)$ является фундаментальным решением уравнения (L). Аналогичным способом можно утверждать, что и функции $q_2(x, y; x_0, y_0)$, $q_3(x, y; x_0, y_0)$, $q_4(x, y; x_0, y_0)$ также являются фундаментальными решениями уравнения (L).

Отметим, что в работе ([8], стр. 65, (10)) так же выделена логарифмическая особенность для гипергеометрической функции Аппеля F_1

$$\begin{aligned} &F_1(a; b_1, b_2; a+b_1+b_2; 1-\rho x, 1-\rho y) \\ &= \frac{\Gamma(a+b_1+b_2)}{\Gamma(a)\Gamma(b_1+b_2)} \left\{ \frac{b_2}{b_1+b_2} \left(1 - \frac{y}{x} \right) {}_3F_2 \left(1, 1, b_2+1; 2, b_1+b_2+1; 1 - \frac{y}{x} \right) \right. \\ &\left. - [-2\psi(1) + \psi(a) + \psi(b_1+b_2) + \log x + \log \rho] \right\} + O(1), \quad (\rho \rightarrow +0), \end{aligned}$$

$$\text{где} \quad 0 < x, 0 < y, \left| 1 - \frac{y}{x} \right| < 1.$$

Заключение. В дальнейшем, используя фундаментальные решения (16) – (19) будут построены теория потенциалов (Потенциалы двойного слоя, потенциалы простого слоя и объемные потенциалы) а также решений краевые задачи для уравнения (L). Указанный метод позволяет рассматривать уравнение (L) и в многомерном случае. В этом случае фундаментальные решения будут выражаться через гипергеометрические функции Лауричелла от многих переменных ([6], стр. 114, (1)). Для изучения свойств функции Лауричелла используются формулы разложения, которые построены в работе [9, 10].

Список использованной литературы

- 1 E. Holmgren, Sur un probleme aux limites pour l'equation $y^m z_{xx} + z_{yy} = 0$. Arkiv Mat., Ast. Och Fysik, 1926, **19B**, 14.
- 2 S. Gellerstedt, Sur un probleme aux limites pour l'equation $y^{2s} z_{xx} + z_{yy} = 0$. Arkiv Mat., Ast. Och Fysik, 1935, **25A**, 10.
- 3 S. Gellerstedt, Sur une equation lineaire aux derivees partielles de type mixte. Arkiv Mat., Ast. Och Fysik, 1937, **25A**, 29.
- 4 Смирнов М.М., Вырождающиеся эллиптические и гиперболические уравнения. Изд. "Наука", Москва, 1966.
- 5 Бейтмен Г., Эрдейи А. Высшие трансцендентные функции. Гипергеометрические функции. Функции Лежандра. М.: Наука, 1973, 296 с.
- 6 P. Appell and J. Kampe de Fériet, Fonctions Hypergeometriques et Hyperspheriques; Polynomes d'Hermite, Gauthier - Villars. Paris, 1926.
- 7 J. L. Burchnall and T. W. Chaundy, Expansions of Appell's double Hypergeometric Functions. Quart. J. Math., Oxford, 1940, Ser. **12**, 112-128.
- 8 M. Saigo, On a property of the Appell hypergeometric function F_1 . Math. Rep. 1980, vol. **XII**, № 2, p. 63-67.
- 9 A. Hasanov and Srivastava, Decomposition Formulas Associated with the Lauricella Multivariable Hypergeometric Functions. Computers and Mathematics with Applications, **53** (7), 2007, pp.1119-1128.
- [10] A. Hasanov, H. M. Srivastava, Some decomposition formulas associated with the Lauricella Function $F_A^{(r)}$ and other multiple hypergeometric functions. Applications Mathematical Letters, **19** (2), 2006, pp. 113- 121.

TABIIY YOG‘LARNING YOG‘ KISLOTALARIDAN OLINGAN NOIONIK SIRT FAOL MODDALARNING GLB SONI VA SIRT FAOLLIGINI TAQQOSLASH

Boltayeva Gulsanam Xasanovna

O‘zbekiston Respublikasi, Toshkent shahri, O‘zMU, erkin izlanuvchisi.

bgulsanam@gmail.com

Abdukamolova Aziza Baxtiyarovna

O‘zbekiston Respublikasi, Toshkent shahri, Umumiy va noorganik kimyo instituti, k.f.d.,

professor.

aziza.abdik@gmail.com

Kodirov Orifjon Sharipovich

O‘zbekiston Respublikasi, Toshkent shahri, O‘zMU, Farmatsevtika fanlari nomzodi.

oqsh@bk.ru

ORCID: 0009-0007-6337-958X

Nurmanov Suvonqul Erxanovich

O‘zbekiston Respublikasi, Toshkent shahri, O‘zMU, t.f.d., professor.

nurmonov_se@mail.ru

УДК 544.72

Annotatsiya. Ushbu maqolada turli xil tabiiy yog‘larning yog‘ kislotalaridan sintez qilingan noionik sirt faol moddalarning gidrofil-liofil balansi (GLB) va sirt faolligini o‘rganish natijalari keltirilgan. Maqolada yog‘ kislotalarini olishning eksperimental usullari va ularning dietanolamin bilan o‘zaro ta’siri samarali sirt faol moddalarni sinteziga qaratilgan. Tadqiqot natijalari turli xil sohalarda, jumladan, kosmetika, farmatsevtika va kimyo sanoatida keng qo‘llaniladigan noionik sirt faol moddalarning xususiyatlari va potensial qo‘llanilishi haqida yangi tushunchalar beradi. Maqolada yog‘ kislotalarining kimyoviy tuzilishi va sirt faol moddalar hosilalarining funksional xususiyatlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni chuqur tushunishga qaratilgan yangi samarali va ekologik toza sirt faol moddalarni yaratishda muhim ahamiyat berilgan. Eksperimental tadqiqotlar shuni ko‘rsatganki, sintezlangan noionik sirt faol moddalar molekulyar og‘irligi va tuzilishi bilan bog‘liq bo‘lgan turli xil gidrofil-liofil balansi (GLB) va sirt faollik qiymatlarini namoyish etishi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: noionik sirt faol moddalar, yog‘ kislotalari, dietanolamin, mitsella hosil qilish kritik konsentratsiyasi, sirt faol modda.

СРАВНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА НЛВ И ПОВЕРХНОСТНОЙ АКТИВНОСТИ НЕИОННЫХ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ЖИРНЫХ КИСЛОТ НАТУРАЛЬНЫХ МАСЕЛ

Аннотация: В данной статье представлены результаты изучения гидрофильно-лиофильного баланса (НЛВ) и поверхностной активности неионных поверхностно-активных веществ, синтезированных из жирных кислот различных натуральных масел. Статья посвящена экспериментальным методам получения жирных кислот и их взаимодействию с диэтаноламином для синтеза эффективных поверхностно-активных веществ. Результаты исследований позволяют по-новому взглянуть на свойства и потенциальные области применения неионогенных поверхностно-активных веществ, широко используемых в различных областях, включая косметику, фармацевтику и химическую промышленность. Статья посвящена глубокому пониманию взаимосвязи между химической структурой жирных кислот и функциональными свойствами производных поверхностно-активных веществ при создании новых эффективных и экологически чистых поверхностно-активных веществ. Экспериментальные исследования показали, что

синтезированные неионные поверхностно-активные вещества обладают различным гидрофильно-лиофильным балансом (HLB) и различными значениями поверхностной активности, связанными с молекулярной массой и структурой.

Ключевые слова: неионогенные поверхностно-активные вещества, жирные кислоты, диэтаноламин, критическая концентрация мицеллообразования, поверхностно-активное вещество.

Kirish. So'nggi o'n yilliklarda tabiiy yog'larning kislotalaridan olingan ekologik toza va biologik parchalanadigan noionik sirt faol moddalarni (SFM) o'rganish va rivojlantirishga qiziqish ortib bormoqda. Ushbu birikmalar kosmetika, farmatsevtika, oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash va neft hamda gaz kabi keng ko'lamli sanoat sohalari uchun katta qiziqish uyg'otadi. Sirt faol moddalarning samaradorligi va ko'lamini belgilovchi asosiy parametr bu birikmalarning sirt va kolloid kimyoviy xossalari bevosita ta'sir ko'rsatadigan ularning gidrofil-liofil balansi (GLB) hisoblanadi [1-3].

Ushbu maqola tabiiy yog'larning turli xil yog' kislotalaridan sintez qilingan noionik sirt faol moddalarning GLB va sirt faoligini qiyosiy tahlil qilishga bag'ishlangan. Yog' kislotalarining strukturaviy xususiyatlarining GLBga ta'sirini va ulardan olingan sirt faol moddalarning sirt xususiyatlarini o'rganishga asosiy e'tibor beriladi. Ishda sirt faol moddalarni sintez qilish usullari, ularning xarakteristikalari, eritmalarning sirt tarangligi va mitsellalar hosil qilish qobiliyati kabi asosiy jihatlar muhokama qilinadi [4, 5].

Tadqiqot yog' kislotalarining kimyoviy tuzilishi va sirt faol moddalar hosilalarining funksional xususiyatlari o'rtasidagi bog'liqlikni chuqur tushunishga qaratilgan bo'lib, bu turli xil sanoat sohalari uchun yangi samarali va ekologik toza sirt faol moddalarni yaratishda muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqot metodologiyasi. Sirt faol moddalarni olish jarayonida boshlang'ich material sifatida turli o'simlik moylari, jumladan, kungaboqar, paxta va kokos, shuningdek, quyruq va ichki yog'lar kabi hayvonlarning yog'lari ishlatilgan. Amaldagi dietanolamin TU 2423-178-00203335-2007 ga mos keladi, faol moddaning massa ulushi kamida 98,0% va nur sindirish ko'rsatgichi η_D^{20} 1,476-1,478 oralig'ida bo'lgan yopishqoq shaffof suyuqlik sifatida tavsiflanadi.

Bunga qo'shimcha ravishda, jarayonning ma'lum bir etaplarini amalga oshirish uchun DIN ISO 9001 bo'yicha massa ulushi kamida 99,0% bo'lgan natriy gidroksid (Florida Laboratories) va konsentratsiyasi 95,5% bo'lgan sulfat kislota (Sigma Aldrich), DIN ISO 9001 bo'yicha 99,9% KCl ishlatilgan. Hayvon yog'idan yog' kislotalarini olish uchun quyidagi jarayon amalga oshirildi. Birinchidan, 95,1 g NaOH 1000 ml suvda eritildi va 70°C gacha qizdirildi. Shundan so'ng, 740 g yog' qo'shildi va qizdirish 6 soat davomida intensiv aralastirish bilan davom ettirildi. Keyin 122,0 g konsentrlangan sulfat kislota va 461,0 g suvdan 20% li sulfat kislota eritmasi tayyorlandi.

Sovunni yana yog' kislotalariga aylantirish uchun ushbu eritmada 583,0 g sarflangan. Lakmus qog'ozi qizil rangni ko'rsatgandan so'ng jarayon tugallandi.

Dietanolamin va yog' kislotalari o'rtasidagi reaksiya erituvchisiz tizimda 1:1 mol nisbatda amalga oshirildi. Yog' kislotalarining og'irligi bo'yicha 3% Al₂O₃ katalizatori qo'shildi va reaksiya N₂ atmosferasida dumaloq tubli kolbada o'tkazildi. Aralashma 30 daqiqa davomida 70°C ga, so'ngra 140°C ga qadar isitiladi, 200 aylanish tezligida aralastiriladi. Reaksiya 3 soat davom etdi. Mahsulot unumdorligi 93-97 foizni tashkil etdi.

Sintezlangan sirt faol moddalar shartli ravishda kungaboqar, paxta chigiti, kokos moylari, yog' dumini va ichki yog'i asosida olingan sirt faol moddalar uchun shartli ravishda SSUNO, SCOTO, SCOCO, STAIF, SCAUF deb nomlandi.

Sintezlangan sirt faol moddalarning GLB ni aniqlash uchun [6] ma'lumotlariga ko'ra tadqiqotlar o'tkazildi. Sirt faol moddaning sirt tarangligi Dyu Nui usuli yordamida aniqlandi [7].

Natijalar va muhokama. Eksperimental tadqiqotlar asosida sintezlangan sirt faol moddalar uchun GLB qiymatlari olindi, ular jadvalda keltirilgan.

1-jadval

GLB qiymatlari va sintezlangan sirt faol moddalarning molekulyar og'irligi

SFM	GLB		Molekulyar massa
	Eksperimental	Hisoblangan	
SSUNO	15.6	15.9	368.1
SCOTO	15.0	15.1	361.6
STAIF	14.8	14.6	360.9
SCAUF	14.9	14.5	361.1
SCOCO	9.9	9.4	308.8

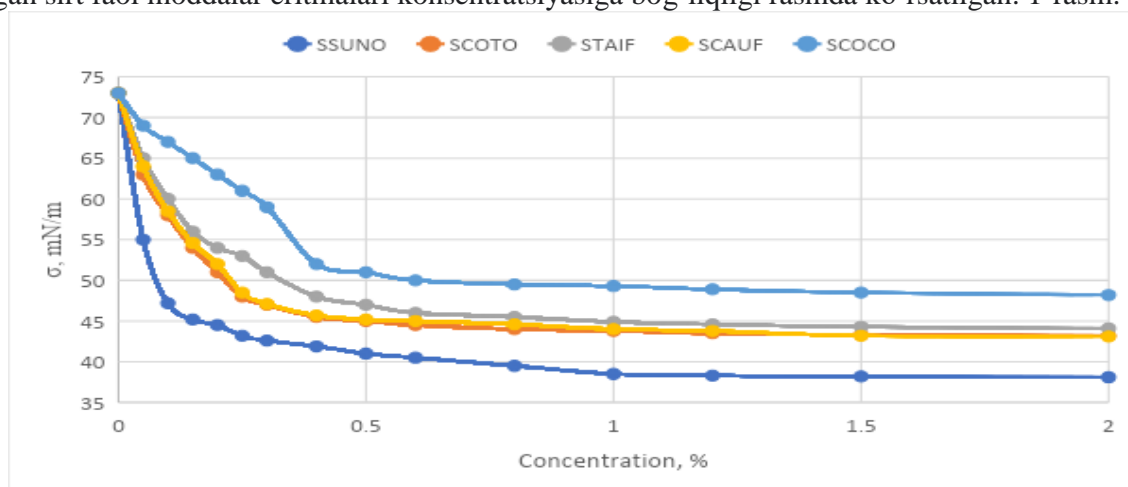
Barcha o'rganilgan sirt faol moddalar uchun eksperimental hisoblangan GLB qiymatlari o'rtasida yaxshi kelishuv kuzatiladi. Bu eksperimental metodologiyaning ishonchliligini va GLB ni hisoblashda qo'llaniladigan nazariy yondashuvlar sirt faol moddasining haqiqiy xususiyatlarini yetarli darajada aks ettirganligini ko'rsatadi.

Ko'pgina sirt faol moddalar uchun GLB qiymatlari 14,5 dan 15,9 gacha, SCOCO bundan mustasno, GLB qiymati ancha past (9,4-9,9). Bu o'rganilgan boshqa sirt faol moddalarga nisbatan SCOCO ning gidrofobik va gidrofillik xususiyatlaridagi farqni ko'rsatishi mumkin. Past GLB qiymatlari odatda sirt faol moddaning yuqori gidrofilligini ko'rsatadi.

Sirt faol moddalarning molekulyar og'irligi 308,8 dan 368,1 gacha o'zgarib turadi. Eng past GLB qiymatiga ega bo'lgan SCOCO, shuningdek, eng past molekulyar og'irlikka ega. Bu sirt faol modda molekulasining strukturaviy xususiyatlari (molekulyar og'irlikka ta'sir qiluvchi) va ularning gidrofillik-gidrofobik xususiyatlari o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rsatishi mumkin.

Sintezlangan sirt faol moddalarning GLB qiymatlari va molekulyar og'irliklari ularning kimyoviy tuzilishi hamda potensial qo'llanilishi haqida muhim ma'lumotlarni beradi. Yuqori GLBga ega sirt faol moddalar kuchli gidrofobik xususiyatlarga ega, shuning uchun emulsiya tizimlari kabi gidrofobik o'zaro ta'sirlarning kuchayishi talab qilinadigan ilovalarda samaraliroq bo'lishi mumkin. SCOCO kabi pastki GLB sirt faol moddalar, namlash yoki tarqatish tizimlari kabi yuqori gidrofillikni talab qiladigan ilovalarda afzallik berilishi mumkin.

Sirt tarangligining og'irlik bo'yicha 0 dan 2% gacha bo'lgan konsentratsiyali sintezlangan sirt faol moddalar eritmalarining konsentratsiyasiga bog'liqligi rasmda ko'rsatilgan. 1-rasm.



1-rasm. Sirt faol moddalar eritmalarining sirt tarangligining o'zgarishi (25°C).

1-rasmda keltirilgan grafik sirt faol moddalar konsentratsiyasining ortishi bilan suvning sirt tarangligining asta-sekin kamayishini ko'rsatadi. Bu pasayish suv-havo chegarasida sirt faol moddalar molekularining adsorbsiyasining kuchayishi bilan bog'liq, buning natijasida sirt tarangligi SSUNO, SCOTO, STAIF, SCAUF va SCOCO uchun 38,1, 43,2, 44,1, 43,1 va 48,2 mN/m da mos ravishda barqarorlashadi.

O'rganilgan birikmalar orasida SCOCO eng yuqori sirt tarangligi qiymatini ko'rsatadi, bu sirt tarangligini kamaytirishga ta'siri kontekstida gidrofobik alkil zanjiri hajmining ahamiyatini ta'kidlaydi. Eksperimental ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, alkil zanjiri uzunligi ortishi bilan sirt tarangligining pasayishi kuzatiladi, bu zanjir uzunligining sirt faol moddalar xususiyatlariga ta'sirini ko'rsatadi.

Sintezlangan sirt faol moddalarning sirt tarangligi va mitsella hosil qilish kritik konsentratsiyasi (MKK) alkil zanjiri uzunligi ortishi bilan kamayadi, bu gidrofil-liofil muvozanatning (GLB) muhimligini tasdiqlaydi. Yuqori GLB amfifil molekularning tizimning sirt tarangligini kamaytirishga moyilligini ko'rsatadi. Natijada, sintezlangan sirt faol moddasi SSUNO sirt tarangligini kamaytirishda eng yuqori samaradorlikni ko'rsatadi, SCOCO esa bu borada eng kam qobiliyatni ko'rsatadi.

MKK va sirt faol moddalarning boshqa xususiyatlari, masalan, ularning ko'piklanish qobiliyati yoki ko'pikning barqarorligi o'rtasidagi munosabatni tahlil qilish turli sirt faol moddalar namunalari uchun MKKni baholashdan boshlanadi. Sirt tarangligining eritmadagi sirt faol konsentratsiyasining logarifmiga bog'liqligidan foydalanib, jadvalda keltirilgan har bir namuna uchun MKK qiymatlari (mg / l da ifodalangan) aniqlandi. 2-jadval

2-jadval

Sintezlangan sirt faol moddalarning MKK

Namuna	SSUNO	SCOTO	STAIF	SCAUF	SCOCO
MKK ₁	18,7	15,6	17,1	23,5	15,3
MKK ₂	36,7	31,2	36,9	73,2	28,8

Jadvalda har bir sirt faol modda uchun ikki xil MKK qiymati ko'rsatilgan. Jadvalga asoslanib, SCOCO MKK₁ ning eng past qiymatlarini va MKK₂ ning nisbatan past qiymatlarini ko'rsatadi, bu boshqa sirt faol moddalarga nisbatan ko'proq suyultirilgan eritmalarda mitsel hosil qilish qobiliyatini ko'rsatishi mumkin.

SCAUF MKK₁ va MKK₂ ning eng yuqori qiymatlarini namoyish etadi, bu mitsel hosil bo'lishi uchun yuqori sirt faol konsentratsiyasi, ehtimol, yuqori molekulyar og'irlik yoki pastroq sirt faolliги tufayli talab qilinishini ko'rsatishi mumkin.

Pastki MKK qiymatlari yaxshi ko'piklanish xususiyatlari va yuqori sirt faolliги bilan bog'liq deb faraz qilsak, SCOCO past konsentratsiyali eritmalarda ko'pikli vosita sifatida eng yaxshi ishlashi kutiladi, SCAUF esa shunga o'xshash natijalarga erishish uchun yuqori konsentratsiyalarni talab qilishi mumkin.

MKK qiymatlari va sirt faol moddasining sirt faolliги o'rtasida teskari bog'liqlik mavjud: MKK qanchalik past bo'lsa, sirt faolliги shunchalik yuqori bo'ladi va shunga mos ravishda sirt faol moddaning ko'pikli va mitsel hosil qiluvchi xususiyatlari shunchalik yaxshi bo'ladi. Bu ilgari taqdim etilgan ko'pikli va ko'pikli barqarorlik xususiyatlari bilan taqqoslash orqali tasdiqlanadi. Pastroq MKK qiymatlari bo'lgan sirt faol moddalar odatda flotatsiya jarayonlarida yaxshi natijalarni ko'rsatadi.

Xulosa va takliflar Eksperimental tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, sintezlangan noionik sirt faol moddalar molekulyar og'irligi va tuzilishi bilan bog'liq bo'lgan turli xil gidrofil-liofil muvozanat (GLB) va sirt faollik qiymatlarini namoyish etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. El-Shamy OAA, Khid TT, Doheim MM (2011) Effect of ethoxylate chain length on the pour point depressant of middle distillate fuel oil. *J Dispers Sci Technol* 32:654–658
2. Channouf RB, Souissi N, Zanna S, Ardelean H, Bellakhal N, Marcus P (2018) Surface characterization of the corrosion product layer formed on synthetic bronze in aqueous chloride solution and the effect of the adding of juniperus communis extract by X-ray photoelectron spectroscopy analysis. *Chem Afr* 1:167–174
3. Khalfallah, A. (2023). Structure and Applications of Surfactants. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.111401
4. Nagtode VS, Cardoza C, Yasin HKA, Mali SN, Tambe SM, Roy P, Singh K, Goel A, Amin PD, Thorat BR, Cruz JN, Pratap AP. Green Surfactants (Biosurfactants): A Petroleum-Free Substitute for Sustainability-Comparison, Applications, Market, and Future Prospects. *ACS Omega*. 2023 Mar 24;8(13):11674-11699. doi: 10.1021/acsomega.3c00591. PMID: 37033812; PMCID: PMC10077441.
5. Kent, J.A. (2003). Soap, Fatty Acids, and Synthetic Detergents. In: Kent, J.A. (eds) Riegel's Handbook of Industrial Chemistry. Springer, Boston, MA. doi.org/10.1007/0-387-23816-6_27
6. Kuznetsov S.A., Koltsov N.I. O'simlik moylari va polietilen glikollar asosida sirt faol moddalarning gidrofilik-liofil muvozanatini aniqlash // ChuvDU xabarnomasi. 2006 yil. № 2. –B. 30–33.
7. Lunkenheimer, K., Wantke, K.D. Determination of the surface tension of surfactant solutions applying the method of Lecomte du Noüy (ring tensiometer). *Colloid & Polymer Sci* 259, 354–366 (1981). doi.org/10.1007/BF01524716`

TRITSIKLIK XINAZOLIN ALKALOIDLARINING QIYOSIY KIMYOVIY O'ZGARISHLARI**Mahmadiyorova Charosxon**Qarshi davlat universiteti, dotsent
mahmadiyorovacharos@gmail.com

ORCID 0009-0005-7623

Ibodova NafosatxonQarshi davlat universiteti, magistr
UO'T:547.944/94/5 +547.856

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida hozirgi vaqtgacha tritsiklik xinazolin alkaloidlarining tuzilishi, sintezi va kimyoviy o'zgarishlarini tadqiq qilgan olimlar haqida ma'lumotlar keltirilgan. Hamda alkaloidlarning tabiiy manbalari va turli o'simliklarda uchrashi, sintetik alkaloidlarning turli xil sintez usullari o'rganilgan. Sintez qilib olingan dezoksivazisinonni avval ammiakning suvli eritmasi bilan ishlanadi, keyin esa xloroform bilan ekstraksiya qilib ajratib olinadi. Shuningdek, halqalanish reaksiya davomida dastlab hosil bo'lgan dezoksivazisinonni ajratib olmasdan, to'g'ridan to'g'ri rux kukuni bilan 10% li xlorid kislota ishtirokida qaytarib, so'ngra suvli ammiak bilan asosli muhitga o'tkazish yo'li bilan dezoksipeganin (**1**) olish mumkin, bunda reaksiya unumi 40% ni tashkil etadi. Dezoksipeganin gidrochloridni olish uchun dezoksivazisinon (**2**) keltirilgan sharoitda qaytariladi. Dezoksipeganin (**1**) konsentrlangan (30%) xlorid kislota ta'sirida oson dezoksipeganin gidrochloridga aylanadi (unum 90%). Dezoksipeganin va uning kislorodli analoglarining nitrolash reaksiyalari olib borilgan. Olingan natijalar asosida ularning xossalari qiyosiy tahlil qilingan va xulosa berilgan.

Kalit so'zlar: tritsiklik xinazolinlar, kislorodli analoglar, nitrolovchi aralashma, elektrofil agent, antranil kislota, kondensirolovchi agent.

COMPARATIVE CHEMICAL CHANGE OF TRICYCLIC QUINAZOLINE ALKALOIDS

Abstract: This research paper provides information on scientists who have studied the structure, synthesis and chemical transformations of tricyclic quinazoline alkaloids so far. Natural sources of alkaloids and their occurrence in different plants, various synthesis methods of synthetic alkaloids were also studied. The synthesized deoxyvaccinone is first treated with an aqueous solution of ammonia, and then isolated by extraction with chloroform. Also, without separating the deoxyvaccinone initially formed during the cyclization reaction, it is directly reduced with zinc powder in the presence of 10% hydrochloric acid, and then transferred to a basic medium with aqueous ammonia. deoxypeganine (1) can be obtained with 40% reaction yield. Deoxyvaccinone (2) is reduced under the conditions given to give deoxypeganine hydrochloride. Deoxypeganine (1) is easily converted to deoxypeganine hydrochloride (90%) under the influence of concentrated (30%) hydrochloric acid. Nitration reactions of deoxypeganine and its oxygen analogues were carried out. Based on the obtained results, their properties were compared and a conclusion was given.

Key words: tricyclic quinazolines, oxygen analogues, nitrating compound, electrophilic agent, anthranilic acid, condensing agent.

Kirish. Adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlarga ko'ra, tritsiklik xinazolin alkaloidlari deyarli 100 yildan beri doimiy tadqiq qilib kelinmoqda. Dunyoning ko'pgina mamlakatlarida bu sinf birikmalari asosidagi izlanishlar jadal olib borilmoqda. Xususan, xorijlik olimlar – J.P.Michael, K.Nepali, S.Sharma, S.B.Mhaske, N.P.Argade, M.T.Richers, W.R.Bowman, T.Harayama, S.P.Chavan, C.Zhang va boshqalar bi-hamda tritsiklik xinazolin alkaloidlari sintezi, modifikatsiyasi hamda amaliyotda qo'llanilishini o'rganish bilan shug'ullanishgan. Respublikamizda mazkur yo'nalish rivojiga S.Y.Yunusov, X.N.Aripov, T.S.Tulyaganov, M.V.Telejenetskaya, N.T.Tulyaganov, Ch.Sh.Kadirov, F.S.Sadritdinov, X.M.Shaxidoyatov, N.D.Abdullayev, F.N.Djaxangirov, X.N.Xashimov, A.Irisbayev, E.Oripov, B.J.Elmuradov, B.Tashxodjaye, M.G.Levkovich, N.I.Mukarramov, A.SH.Abdurazakov, A.O.Nasrullayev va boshqalar o'z izlanishlari bilan xinazolin alkaloidlarining tabiatda tarqalishi, ularning hosilalarini sintezi, kimyoviy o'zgarishlari va biologik faolligini aniqlashga o'z hissalarini qo'shishgan[1].

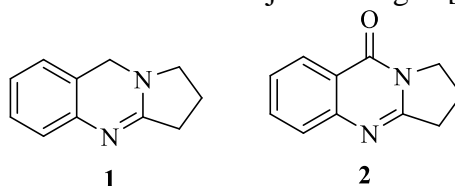
Yuqorida keltirilgan mualliflarning tadqiqotlariga ko'ra, tritsiklik xinazolin alkaloidlari va ularni tioanaloglarining sintezi, modifikatsiyasi, biologik faolliklari bo'yicha qator ilmiy-amaliy izlanishlar olib borilgan va salmoqli natijalar olingan. Bunday tadqiqotlar sifatida, mualliflar tomonidan tritsiklik xinazolin alkaloidlari ishtirokida olib borilgan har xil elektrofil va nukleofil almashinish reaksiyalarini keltirishimiz mumkin. Mazkur tadqiqotlar natijasida mualliflar tomonidan qator qonuniyatlar topilgan va biologik (bakteriya va mikroblarga qarshi, sitotoksik faolligi) yuqori bo'lgan "nomzod birikmalar" aniqlangan [2-6].

Tadqiqot metodologiyasi. Ilmiy nashrlarda keltirilganidek, tabiiy tritsiklik xinazolin alkaloidlari va ularning sintetik analoglari nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy nuqtayi nazardan ham soha olimlarini e'tiborini o'ziga jalb etmoqda. Buni ulardagi qator reaksiyon markazlarning mavjudligi va ular asosida xalq xo'jaligining turli sohalari uchun dori vositalari yil sayin ko'payib borayotganligi bilan tushuntirish mumkin.

Ma'lumki, tritsiklik xinazolin alkaloidlari dunyoning turli mintaqalarida o'sadigan xilma xil o'simlik turlaridan ajratib olingan. Tritsiklik xinazolin alkaloidlarining birinchi vakili, eng sodda tuzilishga ega dezoksipeganin (1) alkaloidi o'tgan asrning 70-yillarida *Peganum harmala* o'simligidan ajratib olingan [7].

Keyinchalik esa dezoksipeganin (1) va uning kislorodli analogi dezoksivazisinon (2) alkaloidi *Nitraria shoberi*, *Peganium harmala*, *Adhadota vasica*, *Isatic indigotica*, *Arundo*

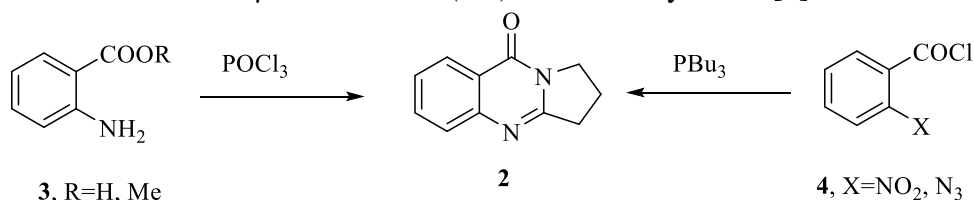
donax, *Maskinlaya macrosciadia* o'simliklaridan ajratib olingan [8]:



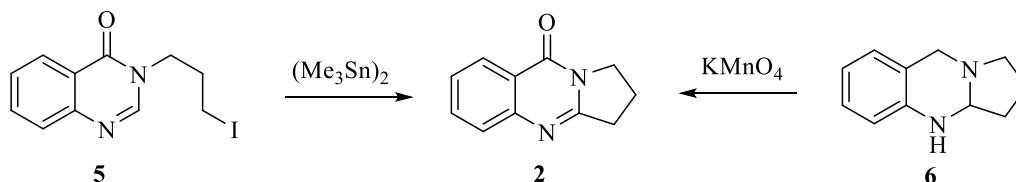
Ta'kidlash joizki, xinzolin alkaloidlari tabiatda keng tarqalgan bo'lishiga qaramasdan, ular tabiiy manbalarda kam miqdorlarda uchraydi.

Shuning uchun, ularning turli xil sintez usullari ishlab chiqilgan. Buning asosiy sababi: *birinchidan*, ularning tuzilishini va reaksiya qobiliyatini qiyosiy taqqoslash, *ikkinchidan* esa ular asosida arzon xomashyolardan foydalanib tibbiyot va qishloq xo'jaligi uchun samarali dori vositalarini izlashdan iboratdir.

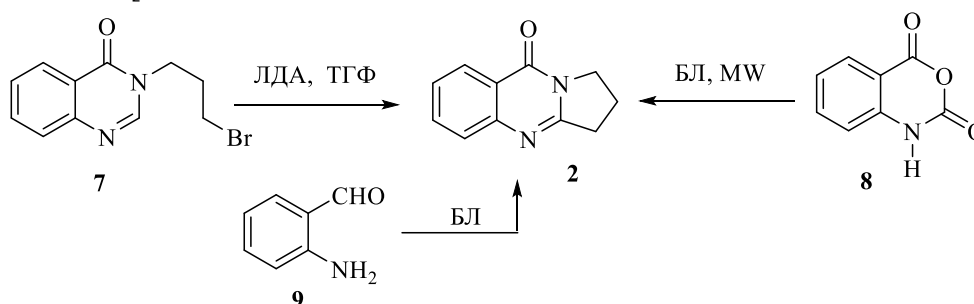
Shu maqsadda, X.M.Shaxidoyatov va Y.Jahning o'z shogirdlari bilan dezoksivazisinon (**2**) alkaloidining bir necha usullar yordamida sintez qilishgan. Xususan, antranil kislotasi yoki uning efirlarini (**3**) laktamlar bilan kondensirovchi agentlar (POCl_3 , SOCl_2) ishtirokidagi kondensatsiyasidan, 2-nitro-(azido)-benzoilxloridlarni (**4**) katalizatorlar ishtirokida γ -butirolaktam (BL) bilan reaksiyasidan [9]:



3-Yodpropilxinzolin-4-onni (**5**) $(\text{Me}_3\text{Sn})_2$ - qalay (II) alkil hosila (geksametilolova) ishtirokida radikal halqalanishi yoki 1,2-digidrodezoksipeganinni (**6**) kaliy permanganat ishtirokida selektiv oksidlanishi natijasida ham dezoksivazisinon (**2**) yaxshi unum bilan olingan, lekin **6**-birikma katalizatorlar – galogenidlar va $\text{Cu}(\text{OAc})_2$ ishtirokida katalitik oksidlanishi natijasida **2**-modda kam unumda (16-20%) hosil bo'lishi kuzatilgan [10]:

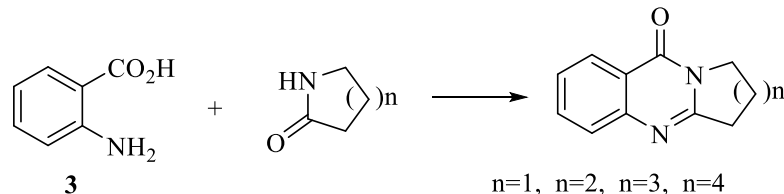


Shuningdek, antranil kislotadan mikroto'lqinli pech (MW) sharoitidagi "domino" reaksiyasi, 3-brompropilxinzolin-4-onni (**7**) litiy diizopropilamidi (LDA) ta'sirida elektrofil almashinish – halqalanishi [11], yoki izat angidridining (**8**) γ -butirolaktam bilan MW sharoitidagi reaksiyasida ham dezoksivazisinon (**2**) hosil bo'ladi. 2-Aminobenzaldegid (**9**) va pirrolidon sintezidan hosil bo'lgan oraliq mahsulot - 1,2-digidrodezoksipeganinni (**6**) oksidlanishidan yuqori unum (87%) bilan dezoksivazisinon (**2**) hosil bo'ladi [12]:



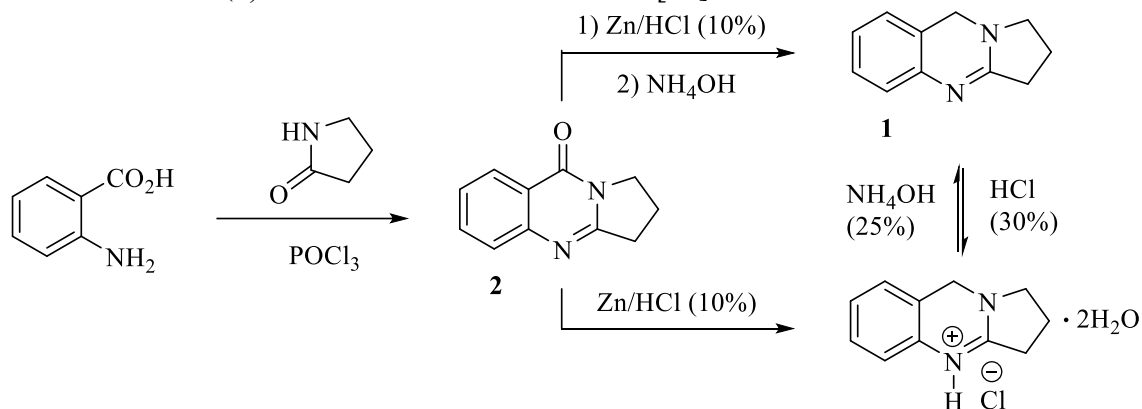
Adabiyotlarda dezoksivazisinon alkaloidini sintez qilishning boshqa selektiv usullari ham mavjud [13].

Dezoksivazisinon (**2**) polistirol-biriktirilgan trifenilfosfinlar ishtirokidagi aza-Vittig reaksiyasi, har xil qaytarilish-siklizatsiya reaksiyalari yordamida ham yuqori unum bilan hosil bo'lishi mumkin [14]. Yuqorida keltirilgan usullar orasida dezoksivazisinon (**2**) va uning gomologlarini sintez qilishni oddiy va qulay usuli - antranil kislotani (**3**, R=H) laktamlar bilan kondensirlovchi agentlar (POCl_3 , PCl_5 , SOCl_2) ishtirokidagi reaksiyasidir:



Lekin, yuqorida keltirilgan tadqiqotlarda dorivor vositalar - dezoksipeganin alkaloidi (DOP, **1**) va dezoksipeganin gidrokslorid digidratini (DOP GX DG), ularning turli kimyoviy o'zgarishlari, shuningdek, olingan natijalarning ularning kislorodli analoglari bilan qiyosiy tahlili haqidagi ma'lumotlar adabiyotlarda deyarli muhokama etilmagan. Shuning uchun, biz tadqiqotlarimizda dezoksipeganinlarni asos (**1**) yoki tuz (gidrokslorid) holida tayyorlash, ularning elektrofil agent nitrolovchi aralashma bilan o'zaro ta'sirini o'rganish, shuningdek ularning kislorodli analoglari – trisiklik xinazonlar qatorida qiyosiy tarzda – nitro hosilalarni sintez qilishni rejalashtirdik [15].

Almashinmagan trisiklik xinazonlarni (**1-7**) sintezida asosan an'anaviy usuldan – antranil kislotaning laktamlar bilan fosforoksixlorid ishtirokidagi halqalanish reaksiyasidan foydalanildi. Xususan, tadqiqotlarimizning asosiy obyektlari hisoblanadigan dezoksipeganin (**1**), uning gidroksloridi yoki dezoksivazisinonning (**2**) sintezi uchun asosiy xomashyo sifatida antranil kislotasi va 2-pirrolidon (\square -butirolaktam) ishlatiladi. Xususan, antranil kislotaning butirolaktam bilan fosforoksixlorid ishtirokida halqalanishidan avval dezoksivazisinon (**2**) 85% unum bilan hosil bo'ladi [16]:

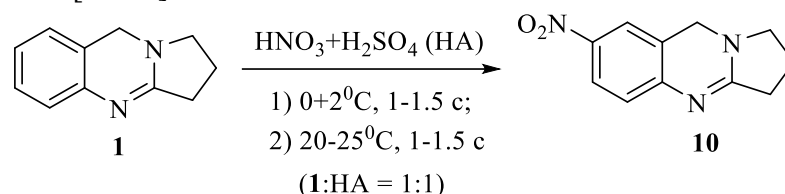


Bunda hosil bo'ladigan dezoksivazisinonni (**2**) avval ammiakning suvli eritmasi bilan ishlanadi, keyin esa xloroform bilan ekstraksiya qilib ajratib olinadi. Shuningdek, halqalanish reaksiya davomida dastlab hosil bo'lgan dezoksivazisinonni ajratib olmasdan, to'g'ridan-to'g'ri rux kukuni bilan 10% li xlorid kislotasi ishtirokida qaytarib, so'ngra suvli ammiak bilan asosli muhitga o'tkazish yo'li bilan dezoksipeganin (**1**) olish mumkin, bunda reaksiya unumi 40% ni tashkil etadi. Dezoksipeganin gidroksloridni olish uchun dezoksivazisinon (**2**) yuqorida keltirilgan sharoitda qaytariladi. Ta'kidlash kerakki, dezoksipeganin (**1**) konsentrlangan (30%) xlorid kislotasi ta'sirida oson dezoksipeganin gidroksloridga aylanadi (unum 90%); shuningdek, gidroksloridni avval distillangan suvda eritib, keyin eritmaga 25% li ammiak qo'shib xona haroratida yaxshilab aralashtirilsa,

dezoksipeganinning oppoq kristallari cho'kmaga tushadi, bunda mahsulot (**1**) deyarli miqdoriy (98%) unum bilan hosil bo'ladi.

Natijalar va muhokama. Tadqiqotlar doirasini kengaytirish, molekulasida elektronoakseptor (nitro) guruhlar saqlagan trisiklik xinazonlarni sintez qilish uchun xomashyolar sifatida almashinmagan xinazonlar qo'llanildi, nitrolovchi aralashma ($\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$, NA) sifatida esa konsentrlangan nitrat va sulfat kislotalarining aralashmasi ishlatildi. Molekulaga bitta nitro-guruh kiritish – mono-nitrolash reaksiyalarini olib borish uchun dastlabki xinazonlar va nitrolovchi aralashmalar (NA) o'zaro 1:1 nisbatlarda olinadi.

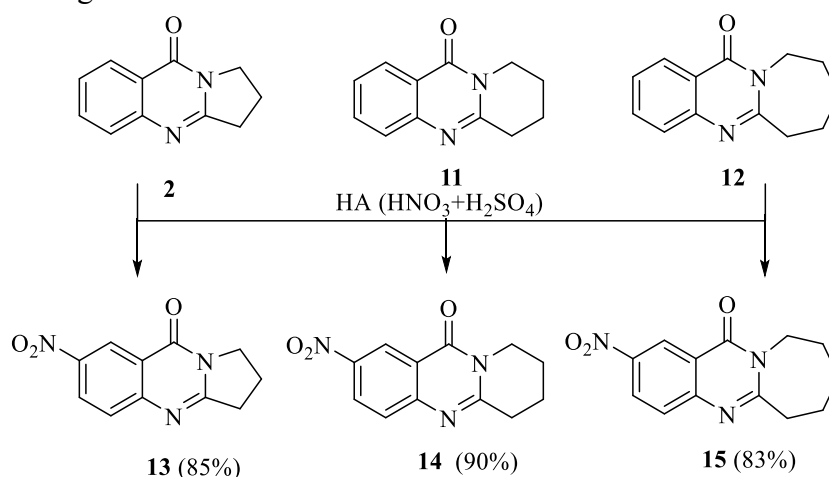
Dezoksipeganin (DOP) alkaloidi (**1**) molekulasiga bitta nitro-guruhni kiritish uchun, reaksiyalar reagentlarning 1:NA – 1:1 nisbatdagi aralashmalarini past haroratdagi o'zaro ta'siri amalga oshirildi [17-20]:



Buning uchun, DOP sovutilgan (0°C) konsentrlangan sulfat kislotada eritiladi, keyin shu haroratda NA tomchilatib qo'shiladi va 1-1.5 soat shu haroratda, keyin yana shuncha vaqt davomida xona haroratida aralastiriladi. Mahsulot (**10**) reaksiyon aralashmani muhiti ammiakning suvli eritmasi bilan ishqoriy muhitga keltirish natijasida cho'ktirib ajratib olinadi va qayta kristallab tozalanadi. Natijada mahsulot juda yuqori (90%) unum bilan ajratib olinadi.

^1H ЯМР-спектр (400 МГц, CD_3OD , δ , м.у., $J/\text{Гц}$): 7.93 (1H, дд, $J=8.7$, 2.6, H-6), 7.81 (1H, м, H-8), 6.87 (1H, $J=8.7$, H-5), 4.63 (2H, с, CH_2 -9), 3.39 (2H, т, $J=7.1$, H-1), 2.61 (2H, т, $J=7.1$, H-3), 2.05 (2H, м, H-2). ^{13}C ЯМР-спектр (100 МГц, CD_3OD , δ , м.у.): 168.10 (C-3a), 150.89 (C-4a), 144.77 (C-7), 125.49 (C-6), 123.73 (C-5), 123.37 (C-8), 121.60 (C-8a), 52.95 (C-1), 47.28 (C-9), 19.70 (C-2), 32.51 (C-3). ИК-спектр (KBr, ν , cm^{-1}): 2868 (ν_{CH_2}), 1561 ($\nu_{\text{C=N}}$), 1502 (ν_{NO_2}), 1485 ($\nu_{\text{C-N}}$).

Nitrolash reaksiyalarini davom ettirib, birikmalarni nitrolovchi aralashma bilan o'zaro ta'siri amalga oshirildi:



Xulosa va takliflar. Reaksiyalar reagentlarning (dastlabki birikmalar va NA) o'zaro 1:1 nisbatlarida va past haroratda olib borildi, ya'ni bunda nitro-dezoksipeganinning (**10**) sintez usulidan foydalanildi. Ta'kidlash kerakki, NA ning miqdorini bir necha barobargacha yoki reaksiya harorati va davomiyligi oshirilishi dezoksivazisinon hosilalari

qatorida dinitro-mahsulotlar hosil bo'lishiga olib kelmadi. Reaksiyalar natijasida kerakli nitro-hosilalar (**11-15**) 83-90% unumlar bilan ajratib olindi. Sintez qilingan nitro-hosilalarning (**11-15**) tuzilishi ^1H va ^{13}C YAMR-spektroskopiya yordamida isbotlandi. ^1H ЯМР-спектр (400МГц, $\text{CDCl}_3+\text{CD}_3\text{OD}$, δ , м.у., $J/\text{Гц}$): 8.34(1H, д, $J=2.4$, H-6), 8.02 (1H, дд, $J=1.2$, $J=2.4$, H-8), 4.60 (2H, с, CH_2 -9), 3.53 (2H, т, $J=7.1$, H-1), 2.75 (2H, т, $J=8.0$, CH_2 -3), 2.16 (2H, м, CH_2 -2). ^{13}C ЯМР-спектр (100 МГц, $\text{CDCl}_3+\text{CD}_3\text{OD}$, δ , м.у.): 174.8 (C-5), 169.75 (C-7), 142.05 (C-6), 135.96 (C-4a), 124.86 (C-8), 120.12 (C-8a), 106.7 (C-3a), 52.7 (C-9), 46.9 (C-1), 32.6 (C-2), 19.05 (C-3). ИҚ-спектр (KBr, ν , cm^{-1}): 3085 (ν_{CH_2}), 1561 ($\nu_{\text{C}=\text{N}}$), 1536, 1514 (ν_{NO_2}), 1491 ($\nu_{\text{C}-\text{N}}$).

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Махмадиёрова Ч.Э.Алмашинган дезоксипеганинлар ва уларнинг кислородли аналоглари синтези ҳамда кимёвий ўзгаришлари. Кимё фан.фалсафа док. ... дис. – Тошкент: ЎМКИ. 2021. –123 б.
2. Шахидоятов Х.М. Синтез и химические превращения производных хиназолина. Дисс. ... докт. хим. наук. – Москва: МИТХТ. 1983. –334 с.
3. Орипов Э. Исследование реакции 2,3-полиметилден-3,4-дигидрохина-золонов-4 с электрофильными реагентами: Дисс. ... канд. хим. наук. – Ташкент: ИХРВ АН РУз. 1980. – 141 с.
4. Элмуратов Б. Зх., Synthesis, chemical transformations and biological activity of condensed benzo- and thienopyrimidine-4-ones. Diss. ... doctor of chemical sciences (DSc). Tashkent, National University of Uzbekistan. 2019. –R.200.
5. Абдуразақов А.Ш. 6-Алмашган-2,3-полиметилден-3,4-дигидрохиназо-лин-4-онларнинг алдегидлар билан ўзаро таъсирлашиши. Кимё фан.номз. ... дис. – Тошкент: ЎзМУ. 2011. –120 б.
6. Насруллаев А.О. 2,3-Три, -тетраметилден-3,4-дигидрохиназолин-4-тионларнинг кимёвий ўзгаришлари. Кимё фан.номз. ... дис. – Тошкент: ЎзМУ. 2018. –118 б.
7. I. Laakso, P. Virkayarvi, H. Airaksinen, E. Varis. Determination of vasicine and related alkaloids by gas chromatography – mass spectrometry // J. Chromatogr. –1990. –Vol.505. -Issue 2. –P.424–428.
8. X. M. Шахидоятов, А. Ирисбаев, Л.М. Юн, Э. Орипов. Хиназолины. Реакция антрапиловой кислоты и ее замещения с лактамами // Химия гетероцикл. соедин. –1976. – № 11. – С. 1564–1569.
9. E. S. Lee, J. G. Park and Y. Jahng. A Facile Synthesis of Simple Alkaloids-Synthesis of 2,3-polymethylene-4(3H)- quinazolinones and Related Alkaloids // Tetrahedron Lett. 2003. Vol.44. – P.1883–1886.
10. A. Kamal, A. V. Ramana, K. S. Reddy, K. V. Ramana, A. H. Baby, B. R. Prasad. One pot conversion of azido arenes to *N*-arylacetamides and *N*-arylformamides: synthesis of 1,4-benzodiazepine-2,5-diones and fused [2,1-*b*]quinazolinones // Tetrahedron Lett. 2004. Vol.45. –P. 8187–8190.
11. W. R. Bowman, M. R. J. Elsegood, T. Stein, G. W. Weaver. Radical reactions with 3H-quinazolin-4-ones: synthesis of deoxyvasicinone, maskinazolinone, luotonin A, rutaecarpine and tryptanthrin // Org. Biomol. Chem. -2007. -Vol.5. - Formation and Synthesis of Deoxyvasicinone // Org. Synth. -2012. -Vol.89. -P. 274-Issue 1. –P.103–113.
12. C. Zhang, C. K. De, D. Seidel. o- Aminobenzaldehyde, Redox- Neutral Aminal 282.
13. Махмадиёрова Ч.Э., Рўзикулов А.Й., Камолова С.Д. Хиназолин асосидаги бирикмаларнинг биологик фаоллиги ва амалиётда қўлланилаётган дори воситалари // ҚарДУ хабарлари. 3/1(59) 2023. – Б. 68–73.
14. Г.В. Мусаева. Технология 2,3-полиметилден-3,4-дигидрохиназолинов // Дисс. ... канд. тех. наук. – Ташкент. 1997. –С. 19–27.
15. Турдибаев Ж.Э., Махмадиёрова Ч.Э., Насруллаев А.О., Элмуратов Б.Ж., Джалилов М.У., Шахидоятов Х.М. Применение методов современной органической химии в учебном процессе // Перспективы развития техники и технологии и достижения горно-

металлургической отрасли за годы независимости Республики Узбекистан. Материалы республиканской научно-технической конференции. – Навои, 2011. – С. 488–489.

16. Молчанов Л.В., Саргазаков К.Д., Мусаева Г.В., Арипов Х.Н., Нуриддинов Х.Р., Мирзаахмедов Б.К. Пат. №1790807 (СССР) не подл. опубл., 1992. Способ получения дезоксипеганина гидрохлорида дигидрата.

17. Махмадиёрова Ч.Э., Элмуратов Б.Ж., Шахидоятлов Х.М. Синтез и изучение структуры 6-замещенных дезоксипеганинов // Табиий бирикмалар ва полимерларнинг спектроскопик тадқиқотлари ташкил этиш масалалари. Республика илмий ва илмий-техник анжумани мақолалар тўплами. – Қарши. 2013. – Б. 120–121.

18. Makhmadiyarova CH.E., Abdireymov K.B., Elmuradov B.Zh. From classical to modern synthesis of perspective sulfonylureas and organometallic compounds // Материалы республиканской научно-практ. конф. “Проблемы и перспективы химии и химии товаров” – Андижан. 2019. – С. 176–177.

19. Turdibaev Zh.E., Ortikov I.S., Makhmadiyeva CH.E., Zakhidov K.A., Elmuradov B.Zh. Targeted synthesis, modifications and application of benzo- and thienopyrimidines // Respublika miqyosidagi konferensiya. O‘zbekistonning iqtisodiy rivojlanishida kimyoning o‘rni. – Samarqand. 2018.

20. Махмадиёрова Ч.Э., Хакимова Ф.Э., Элмуратов Б.Ж. 1,2,3,9-Тетрагидропирроло [2,1-б] хиназолин-7-амин синтези // Материалы научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава и молодых ученых “Современное состояние и перспективы науки” – Тошкент, 2020. – 106 с.

NATRONLI PISHIRISH JARAYONI DAVRIDA TURLI PARAMETRLARNI AJRALIB CHIQAOTGAN SELLYULOZANING SIFAT KO‘RSATKICHLARIGA TA‘SIRINI O‘RGANISH VA OPTIMAL JARAYON DAVOMIYLIGINI BELGILASH TADQIQLARI

Eshonqulov. M N.

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti

Bo‘rixonov B.X.

Qarshi davlat universiteti dotsenti

borixonov90@mail.ru

ORCID 0000-0002-7365-529X

УДК: 547.233.3

Annotatsiya. Mahalliy xomashyo banan poyasi, guruch poxoli, qamish o‘simliklaridan kimyoviy qayta ishlashga yaroqli selluloza ajratib olish jarayonlari parametrlarini o‘zlashtirish – roslashga bag‘ishlangan ushbu tadqiqot, natronli pishirish jarayoni davrida turli parametrlarni ajralib chiqayotgan sellulozaning sifat ko‘rsatkichlariga ta‘sirini o‘rganish va optimal jarayon davomiyligini belgilash tadqiqatlari, kimyoviy qayta ishlashga yaroqli sellulozani oqartirish jarayonida turli reagentlar hamda ta‘sir etuvchi parametrlarni optimal holatini belgilash hamda xomashyolar asosida olingan yuqori tozalikka ega selluloza namunalarini fizik-kimyoviy hamda mexanik-strukturaviy xossalari keng o‘rganildi. Deleknifikatsiya jarayonini turli vaqt oralig‘ida amalga oshirish bilan tabiiy polimerni ajratib olishdagi optimal rejim aniqlandi va optimallashtirildi. Ishqoriy pishirish vaqtini jarayon davrida rostlash, ya‘ni boshqarish imkoniyatlarini beruvchi matematik modulli diagramma-jadval yo‘riqnomasi shakllantirildi. Xomashyolar asosida olingan yuqori tozalikka ega selluloza namunalarini fizik-kimyoviy hamda mexanik-strukturaviy xossalari keng o‘rganildi.

Kalit so‘zlar: selluloza, natronli pishirish, oqartirish jarayonida turli reagentlar karoboksimetil selluloza, polianionli selluloza, almashinish darajasi, polimerlanish darajasi, pentozan, konsentratsiya, parometr, optimal sharoit, destruksiya.

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF VARIOUS PARAMETERS ON THE QUALITATIVE INDICATORS OF RELEASED CELLULOSE DURING THE PROCESS OF COOKING WITH SODA AND ESTABLISHING THE OPTIMUM DURATION OF THE

Key words: cellulose, baking soda, various reagents in the bleaching process, carboxymethyl cellulose, polyanionic cellulose, degree of substitution, degree of polymerization, pentosan, concentration, parameter, optimal conditions, destruction.

Abstract: This chapter is dedicated to the study of the parameters of the process of extraction of cellulose suitable for chemical processing from the local raw materials banana stalks, rice straw, cane plants. In the process of bleaching cellulose suitable for chemical processing, the physico-chemical and mechanical-structural properties of high-purity cellulose samples obtained on the basis of raw materials were determined. Optimum mode of extraction of natural polymer was determined and optimized by carrying out the delignification process at different time intervals. A mathematical module diagram-table guide was formed, which gives the opportunity to adjust the alkaline cooking time during the process, that is, to control it. Also, the physico-chemical and mechanical-structural properties of high-purity cellulose samples obtained on the basis of raw materials were widely studied.

Kirish: Hozirgi kunda rivojlangan davlatlarda nafaqat sun'iy va sintetik polimerlarni, balki tabiiy polimerlarni ajratib olish jarayonlarini optimallashtirish ustida ham keng qamrovli amaliy ishlar olib borilmoqda. Bu esa hosil bo'layotgan mahsulotga tegishli bo'lgan sifat ko'rsatkichlarni avvaldan belgilashga, jarayonda ishtirok etayotgan turli parametrlarni roslash bilan kimyoviy reagentlarni, ishlatiladigan xomashyolarni sarf normasini bir muncha aniqlikda belgilashga imkon beradi [1,2].

Mavjud korxonalarining texnologik ketma-ketligini yuqorida qayd etilgan optimallashtirish mezoniga moslashtirib, zarur bo'lganda tarmoqni rekonstruksiya qilish orqali ijobiy natijalarga erishish mumkin. Chunki tabiiy polimerni olinish jarayonlarini shu tarzda optimallashtirilmas ekan, ishlab chiqarishdagi rentabillik ko'rsatkichi o'zgarish nuqtani ko'rsataveradi [3, 4].

Bu borada dunyo olimlari o'zlarining yo'nalishlarida bir qancha tadqiqotlarni amalga oshirganlar, ya'ni organik moddalar va ular asosidagi kompozitsion materiallar olishdagi turli parametrlar – kimyoviy reagent konsentratsiyasi, jarayon harorati hamda sintez jarayoni vaqti shular jumlasidandir.[5,6]

Mahalliy xomashyo banan poyasi, guruch poxoli, qamish o'simliklaridan kimyoviy qayta ishlashga yaroqli sellyuloza ajratib olish jarayonlari parametrlarini o'zlashtirish – roslashga bag'ishlangan ushbu tadqiqot, natronli pishirish jarayoni davrida turli parametrlarni ajralib chiqayotgan sellyulozaning sifat ko'rsatkichlariga ta'sirini o'rganish va optimal jarayon davomiyligini belgilash tadqiqotlari, kimyoviy qayta ishlashga yaroqli sellyulozani oqartirish jarayonida turli reagentlar hamda ta'sir etuvchi parametrlarni optimal holatini belgilash hamda xomashyolar asosida olingan yuqori tozalikka ega sellyuloza namunalarini fizik-kimyoviy va mexanik-strukturaviy xossalari keng o'rganildi.[7,8]

Tadqiqot metodologiyasi. Natronli pishirish jarayoni davrida turli parametrlarni ajralib chiqayotgan sellyulozaning sifat ko'rsatkichlariga ta'sirini o'rganish va optimal jarayon davomiyligini belgilash tadqiqotlari olib borildi. Quydagi jadvalda ishqoriy pishirish vaqtini ajralib chiqayotgan sellyulozaning ayrim sifat ko'rsatkichlariga ta'siri keltirilgan.

1-jadval

Qaynatish vaqtini qamish sellulozasining
sifat ko'rsatkichlariga ta'siri (120°C)

№	Ishqoriy pishirish		Sellyulozaning sifat ko'rsatkichlari				
	Kons-ya NaOH, g/l	vaqt, daqiqa	Sel-unum, %	α -sell-za, %	PD*	Oqlik darajasi, %	Kul miqdori, %
1	40	30	-	-	-	-	-
2	40	60	21,1	-	-	-	-
3	40	120	39,7	84,1	710	49	-
4	40	180	43,2	93,2	950	59	7,4
5	40	240	35,1	94,1	840	61	6,2
6	40	300	24,8	94,0	410	63	5,1

1-jadvaldan kuzatish mumkinki, qaynatish vaqtini oshib borishi qamish asosida ajratib olinayotgan sellulozaning unumiga ijobiy ta'sir etmoqda. Deleknifikatsiya jarayonini turli vaqt oralig'ida amalga oshirish bilan tabiiy polimerni ajratib olishdagi optimal rejim aniqlandi va optimallashtirildi. Bunda qaynatish vaqti 180 daqiqa deb tanlandi – roslandi va unum 43,2% ni, kul miqdori 7,4% ni oqartirilmagan holda tashkil etayotganini kuzatish mumkin.

Qaynatish vaqtining tadqiqoti natijalaridan shuni aniqlash mumkinki, pishirish vaqtini tahlil etish natijasida vaqtning jarayon davrida rostlash, ya'ni boshqarish imkoniyatlarini beruvchi matematik modulli diagramma-jadval yo'riqnomasini shakllantirish imkoni mavjud bo'ldi.

Quyida aynan ishqoriy pishirish vaqtini jarayon davrida rostlash, ya'ni boshqarish imkoniyatlarini beruvchi matematik modulli diagramma-jadval yo'riqnomasi shakllantirildi.

2-jadval

Matematik modulli diagramma
YO'RIQNOMASI

№	Ko'rsatkichlar						Sellyulozaning sifat - ko'rsatkichlari					
	Na OH + g/l	HN O ₃ * %	+ C ⁰	* C ⁰	+ τ , daq	* τ , soat	Sell-za unumi, %	α -s-za	kul, %	PD	Oqlik darasi, %	Bo'kuvchanlik
1	10	0,5	50			0,30	30		1,0	300		90
2	20	1,0	60	20	30	1		65	1,5	400	65	
3	30	1,5	70			2	40		2,0	500		100
4	40	2,0	80	30	60	3		70	2,5	600	70	
5	50	2,5	90			4	50		3,0	700		110
6	60	3,0	100	40	90	5		75	3,0	800	75	
7	70	3,5	110			6	60		4,0	900		120
8	80	4,0	120	50	120	7		80	4,5	1000	80	
9	90	4,5	130			8	70		5,0	1100		130
10	100	5,0	140	60	140	9		85	5,5	1200	85	
11	110	5,5	150			10	80		6,0	1300		140
12	120	6,0	160	70	160	11		90	6,5	1400	90	
13	130	6,5	170			12	90		7,0	1500		150

				80	180			95		0	95	
14	140	7,0	180			13			7,5	160		
15	150	7,5	190	90	200	14	100	100	8,0	170	100	160
16	160	8,0	200			15			8,5	1800		

+ - NaOHga tegishli bo'lgan ko'rsatkichlar

* - HNO₃ga tegishli bo'lgan ko'rsatkichlar

τ- vaqt

PD- polimerlanish darajasi.

Ushbu jadval ko'rinishdagi yo'riqnomaga orqali - yillik o'simliklar asosida selluloza ajratib olish jarayonidan kutilayotgan sellulozaning talab etilgan ayrim sifat ko'rsatkichlari, avvaldan yo'riqnomaga asosida xomashyo hamda ishlatiladigan kimyoviy reagentlarning sarf normasi maqbullashtirilgan holda aniqlash imkonini beradi.

Quyida banan poyasi asosida olingan sellulozaning sifat ko'rsatkichlariga NaOH konsentratsiyasini ta'siri o'rganilgan bo'lib, ishqor konsentratsiyasining banan tarkibidan selluloza ajratib olish jarayonlarining tadqiqoti tahlil ostiga olindi.

3-jadval

Banan poyasi asosida olingan sellulozaning sifat ko'rsatkichlariga NaOH konsentratsiyasini ta'siri

№	NaOH , g/l	I-bosqich		II-bosqich		Sellyulozaning sifat ko'rsatkichlari				
		yanchish τ, daqqa	yanchish, t ^o C	qaynatish τ, daqqa	qaynatish, t ^o C	sell-za unumi, %	namlik, %	kul miqdori, %	α – sell- za, %	PD
1	10	30	98-100	60	110	-	-	-	-	-
2	15	30	98-100	60	120	42,1	4,1	0,87	92,1	1100
3	20	30	98-100	60	130	53,4	3,6	0,71	92,4	940
4	25	30	98-100	60	140	45,6	4,4	0,53	92,2	610

2-jadvalda ishqor konsentratsiyasini optimallashtirish borasida bir qancha tadqiqotlar natijasini kuzatish mumkin. Banan poyasi asosida selluloza ajratib olishda NaOHning turli eritmalaridan foydalanildi. Optimal eritma konsentratsiyasi tadqiqotlar natijasida roslandi va 20 g/l eritma optimal banan boyasidan selluloza ajratib olishda tanlandi. Bunda sifat ko'rsatkichlar ijobiy baholandi. Ushbu sellulozadan istiqbolda kimyoviy qayta ishlash uchun yo'naltirish mumkinligi ko'rsatib berildi. Bunga ko'ra sellulozaning unumi 53,4%, kul miqdori 0,71%, polimerlanish darajasi 940, α-sellyuloza 92,4%ni tashkil etmoqda. Bu ko'rsatkichlar kelgusida ajratib olingan sellulozadan kimyoviy qayta ishlashga yaroqli bo'lgan yuqori tozalikdagi xomashyo ekanligini xarakterlaydi.

Natijalar va muhokama NaOH ni turli konsentratsiyalarida pishirish jarayonini amalga oshirish tadqiqoti natijalaridan shuni aniqlash mumkinki, pishirish vaqtini tahlil etish natijasida vaqtning jarayon davrida rostlash, ya'ni boshqarish imkoniyatlarini beruvchi matematik modulli diagramma-jadval yo'riqnomasini shakllantirish imkoni mavjud bo'ldi.

Quyida aynan natronli pishirishda NaOH ni konsentratsiyasini rostlash, ya'ni boshqarish imkoniyatlarini beruvchi matematik modulli diagramma-jadval yo'riqnomasi shakllantirildi.

4-jadval

Matematik modulli diagramma
YO'RIQNOMASI

№	Ko'rsatkichlar						Sellyulozaning sifat - ko'rsatkichlari					
	NaOH + g/l	HNO ₃ * %	C ⁰ +	C ⁰ *	τ, daq	τ, soat	Sell-za unumi %	α- s-za	Kul, %	PD	Oqlik darajasi, %	Bo'kuv- chanlik
1	10	0,5	50			0,30	30		1,0	300		90
2	20	1,0	60	20	30	1		65	1,5	400	65	
3	30	1,5	70			2	40		2,0	500		100
4	40	2,0	80	30	60	3		70	2,5	600	70	
5	50	2,5	90			4	50		3,0	700		110
6	60	3,0	100	40	90	5		75	3,0	800	75	
7	70	3,5	110			6	60		4,0	900		120
8	80	4,0	120	50	120	7		80	4,5	1000	80	
9	90	4,5	130			8	70		5,0	1100		130
10	100	5,0	140	60	140	9		85	5,5	1200	85	
11	110	5,5	150			10	80		6,0	1300		140
12	120	6,0	160	70	160	11		90	6,5	1400	90	
13	130	6,5	170			12	90		7,0	1500		150
14	140	7,0	180	80	180	13		95	7,5	1600	95	
15	150	7,5	190			14	100		8,0	1700		160
16	160	8,0	200	90	200	15		100	8,5	1800	100	

+ - NaOH ga tegishli bo'lgan ko'rsatkichlar

* - HNO₃ ga tegishli bo'lgan ko'rsatkichlar

τ- vaqt

PD- polimerlanish darajasi.

Ushbu jadval ko'rinishidagi yo'riqnoma orqali - yillik o'simliklar asosida selluloza ajratib olish jarayonidan kutilayotgan sellulozaning talab etilgan ayrim sifat ko'rsatkichlari, avvaldan yo'riqnoma asosida xomashyo hamda ishlatiladigan kimyoviy reagentlarning sarf normasi maqbullashtirilgan holda aniqlash imkonini beradi.

Quyida jadvalda kislotali (HNO₃) gidroliz vaqtini natronli usulda ajralib olingan guruch poxoli sellulozasining sifat ko'rsatkichlariga ta'siri keltirilgan.

5-jadval

Kislotali (HNO₃) gidroliz vaqtini natronli usulda ajralib olingan guruch poxoli sellulozasining sifat ko'rsatkichlariga ta'siri
(140°C, 180 daqiqa)

Gidroliz vaqti, HNO ₃ , 3%. soat	Gidroliz harorati, °C	Sell-za unumi, %	α-sel-za	Kul miqdori, %	PD	Oqlik darajasi, %
4	20-25	-	-	-	-	-
8	20-25	-	-	-	-	-
12	20-25	28,2	81,3	6,4	-	61
16	20-25	34,8	94,4	2,7	680	78
20	20-25	33,1	94,2	2,1	510	81
24	20-25	31,7	93,9	1,9	340	81

Guruch poxoli xomashyosidan selluloza olish jarayonida 2 bosqichli jarayon tanlandi. Chunki poxolning strukturasi mayin, yumshoq bo'lganligi sababli haroratni past ushlagan holda natronli pishirish jarayoni amalga oshirildi.

Bunda sellulozaning unumi 34,8%, kul miqdori 2,7%, polimerlanish darajasi 680, α-sellyuloza 94,4% ni tashkil etmoqda. Bu ko'rsatkichlar kelgusida ajratib olingan

sellyulozadan kimyoviy qayta ishlashga yaroqli bo'lgan yuqori tozalikdagi xomashyo ekanligini xarakterlaydi.

(HNO₃) gidroliz vaqtini natronli usulda ajralib olingan, ya'ni sellyuloza pishirish jarayonini amalga oshirish tadqiqoti natijalaridan shuni aniqlash mumkinki, pishirish vaqtini tahlil etish natijasida vaqtning jarayon davrida rostdash, ya'ni boshqarish imkoniyatlarini beruvchi matematik modulli diagramma-jadval yo'riqnomasini shakllantirish imkoni mavjud bo'ldi.

Quyida jadvalda kislotali (HNO₃) gidroliz jarayonini rostdash, ya'ni boshqarish imkoniyatlarini beruvchi matematik modulli diagramma-jadval yo'riqnomasi shakllantirildi.

6-jadval

Matematik modulli diagramma
YO'RIQNOMASI

№	Ko'rsatkichlar						Sellyulozaning sifat - ko'rsatkichlari					
	NaOH + g/l	HNO ₃ [*] %	+ C ⁰	* C ⁰	+ τ, daq	* τ, soat	Sel-za unumi, %	α- s-za	Kul, %	PD	Oqlik darajasi, %	Bo'kuv- chanlik
1	10	0,5	50	20	30	0,3	30	65	1,0	300	65	90
2	20	1,0	60			0			1			
3	30	1,5	70	30	60	2	40	70	2,0	500	70	100
4	40	2,0	80			3						
5	50	2,5	90	40	90	4	50	75	3,0	700	75	110
6	60	3,0	100			5						
7	70	3,5	110	50	120	6	60	80	4,0	900	80	120
8	80	4,0	120			7						
9	90	4,5	130	60	140	8	70	85	5,0	1100	85	130
10	100	5,0	140			9						
11	110	5,5	150	70	160	10	80	90	6,0	1300	90	140
12	120	6,0	160			11						
13	130	6,5	170	80	180	12	90	95	7,0	1500	95	150
14	140	7,0	180			13						
15	150	7,5	190	90	200	14	100	100	8,0	1700	100	160
16	160	8,0	200			15						

+ - NaOH ga tegishli bo'lgan ko'rsatkichlar

* - HNO₃ ga tegishli bo'lgan ko'rsatkichlar

τ- vaqt

PD- polimerlanish darajasi.

Ushbu jadval ko'rinishidagi yo'riqнома orqali - yillik o'simliklar asosida sellyuloza ajratib olish jarayonidan kutilayotgan sellyulozaning talab etilgan ayrim sifat ko'rsatkichlari, avvaldan yo'riqнома asosida xomashyo hamda ishlatiladigan kimyoviy reagentlarning sarf normasi maqbullashtirilgan holda aniqlash imkonini beradi.

Xulosalar:

1. Natronli pishirish jarayoni davrida turli parametrlarni ajralib chiqayotgan sellyulozaning sifat ko'rsatkichlariga ta'sirini o'rganish va optimal jarayon davomiyligini belgilash tadqiqotlari olib borildi.

2. Guruch poxoli xomashyosidan sellyuloza olish jarayonida 2 bosqichli jarayon tanlandi. Chunki poxolning strukturasi mayin, yumshoq bo'lganligi sababli haroratni past ushlagan holda natronli pishirish jarayoni amalga oshirildi.

3. Ishqor konsentratsiyasini optimallashtirish borasida bir qancha tadqiqotlar natijasini kuzatish mumkin. Banan poyasi asosida selluloza ajratib olishda NaOHning turli eritmalaridan foydalanildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. M.M. Murodov. «Technology of making cellulose and its ethers by using raw materials» // *International Conference “Renewable Wood and Plant Resources: Chemistry, Technology, Pharmacology, and Medicine”*. Saint-Petersburg, Russia. June 21-24., 2011. 142-143.

2. M.M. Murodov. «The technology of making carboxymethyl cellulose (cmc) by method monoapparatus» // *International Conference «Renewable Wood and Plant Resources: Chemistry, Technology, Pharmacology, and Medicine»*. Saint-Petersburg, Russia. June 21-24., 2011. 141–142.

3. Ўзбекистон Республика Вазирлар Маҳкамаси “Республикада тез ўсувчи ва саноатбоп павловния дарахти плантацияларини барпо қилиш чора-тадбирлари тўғрисида” 2020 йил 27 августдаги 520-сонли қарори.

4. Интернет: xs.uz/uzkr/post/hududlarda-pavlovniya-plantatsiyalari-tashkil-qilinadi/

5. Мурошов, М. Х., & Мурошов, Б. Х. У. (2015). Фотоэлектрическая станция с автоматическим управлением мощностью 20 кВт для учебного заведения. *Science Time*, (12 (24)), 543–547.

6. Murodov, M. M., Rahmanberdiev, G. R., Khalikov, M. M., Egamberdiev, E. A., Negmatova, K. C., Saidov, M. M., & Mahmudova, N. (2012, July). Endurance of high molecular weight carboxymethyl cellulose in corrosive environments. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1459, No. 1, pp. 309-311). American Institute of Physics.

7. Murodov, M. M., Yusupova, N. F., Urabjanova, S. I., Turdibaeva, N., & Siddikov, M. A. (2021). OBTAINING A PAC FROM THE CELLULOSE OF PLANTS OF SUNFLOWER, SAFFLOWER AND WASTE FROM THE TEXTILE INDUSTRY.

8. Murodov, M. M., Yusupova, N. F., Urabjanova, S. I., Turdibaeva, N., & Siddikov, M. A. Obtaining a Pac From the Cellulose of Plants of Sunflower, Safflower and Waste From the Textile Industry. *European Journal of Humanities and Educational Advancements*, 2(1), 13-15.

9. Murodov, M. M., Xudoyarov, O. F., & Urozov, M. Q. (2018). Technology of making carboxymethylcellulose by using local raw materials. *Advanced Engineering Forum* Vols. 8-9 (2018) pp 411–412/©. *Trans Tech Publications, Switzerland*. doi, 10, 8-9.

KIMYOVIY QAYTA ISHLASHGA YAROQLI SELLYULOZANI OQARTIRISH JARAYONIDA TURLI REAGENTLAR HAMDA TA'SIR ETUVCHI PARAMETRLARNI OPTIMAL HOLATINI BELGILASH

Eshonqulov. M N.

Qarshi muhandislik-iqtisodiyot instituti

Bo'rixonov B.X.

Qarshi Davlat universiteti dotsenti

borixonov90@mail.ru

ORCID 0000-0002-7365-529X

УДК: 547.233.3

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda mahalliy “Pavlovniya” daraxti sellulozasidan nitrotsellyuloza – kolloksilin olish jarayoni tadqiqotlari va turli parametrlardan hosil bo‘ladigan mahsulotning sifat ko‘rsatkichlariga ta’siri o‘rganildi. Mahalliy pavlovniya daraxti asosida olingan selluloza namunalaridan foydalanildi. Pavlovniya sellulozasi quydagi tartibda olingan va uning barcha sifat ko‘rsatkichlari nitrotsellyuloza – kolloksilin olish uchun xomashyo sifatida ishlatishga imkon beradi. Ishning ushbu bosqichida bug‘doy somoni hamda qamish o‘simligi asosida olingan sellulozalarni natriy gipoxlorit

oqartiruvchi reagentni sellulozaning sifat ko'rsatkichlariga ta'siri o'rganildi. Mahalliy xomashyolar asosida, ya'ni guruch poxoli, bug'doy somoni, hamda qamish o'simligi sellulozalari asosida olingan selluloza namunalarini fizik-kimyoviy hamda mexanik-strukturaviy xossalari o'rganildi. Sellulozani oqartirish jarayoni shundan iboratki, selluloza olish jarayonidan so'ng uning tarkibida qolgan lignin oqartirish yo'li bilan chiqarib tashlash hamda 90-94% gacha oqlik darajasiga erishish, yoki sellulozaga 60-70% gacha yarimoqlik daraja berishdan iborat.

Kalit so'zlar: selluloza, natronli pishirish, karboksimetilsellyuloza, polianionli selluloza, polimerlanish darajasi, pentozan, destruksiya, ishqor quyqasi, bo'kuvchanlik.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗЛИЧНЫХ РЕАГЕНТОВ И ВЛИЯЮЩИХ НА ПАРАМЕТРЫ В ПРОЦЕССЕ ОТБЕЛИВАНИЯ ХИМИЧЕСКИ ПЕРЕРАБОТАННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Аннотация: В данном исследовании изучен процесс получения нитроцеллюлозы-коллоксилина из целлюлозы местного дерева «Павлония» и влияние различных параметров на качественные показатели получаемого продукта. Все качественные показатели данной целлюлозы позволяют использовать ее в качестве сырья для получения нитроцеллюлозы - коллоксилина. На данном этапе работы изучено влияние отбеливающего реагента гипохлорита натрия на качественные показатели целлюлозы. Изучены физико-химические и механико-структурные свойства образцов целлюлозы, полученных из местного сырья - рисовой соломы, пшеничной соломы и целлюлозы тростника. Процесс отбеливания целлюлозы заключается в удалении оставшегося в ее составе лигнина после процесса варки путем отбеливания и достижения степени белизны 90-94% или придании целлюлозе степени полубелизны 60-70%.

Ключевые слова: целлюлоза, пищевая сода, карбоксиметилцеллюлоза, полианионная целлюлоза, степень полимеризации, пентозан, деструкция, щелочная коагуляция, набухание.

Kirish. Mahalliy xomashyo banan poyasi, guruch poxoli, qamish o'simliklaridan kimyoviy qayta ishlashga yaroqli selluloza ajratib olish jarayonlari parametrlarini o'zlashtirish – roslashga bag'ishlangan ushbu tadqiqot, natronli pishirish jarayoni davrida turli parametrlarni ajralib chiqayotgan sellulozaning sifat ko'rsatkichlariga ta'sirini o'rganish va optimal jarayon davomiyligini belgilash tadqiqatlari, kimyoviy qayta ishlashga yaroqli sellulozani oqartirish jarayonida turli reagentlar hamda ta'sir etuvchi parametrlarni optimal holatini belgilash, hamda xomashyolar asosida olingan yuqori tozalikka ega selluloza namunalarini fizik-kimyoviy hamda mexanik-strukturaviy xossalari keng o'rganildi [1,2,3].

Mavjud korxonalarining texnologik ketma-ketligini yuqorida qayd etilgan optimallashtirish mezoniga moslashtirib, zarur bo'lganda tarmoqni rekonstruksiya qilish orqali ijobiy natijalarga erishish mumkin. Chunki tabiiy polimerni olinish jarayonlarini shu tarzda optimallashtirilmas ekan, ishlab chiqarishdagi rentabillik ko'rsatkichi o'zgarmas nuqtani ko'rsataveradi [4,5,6].

Bu borada dunyo olimlari o'zlarining yo'nalishlarida bir qancha tadqiqotlarni amalga oshirganlar, ya'ni organik moddalar va ular asosidagi kompozitsion materiallar olishdagi turli parametrlar – kimyoviy reagent konsentratsiyasi, jarayon harorati hamda sintez jarayoni vaqti shular jumlasidandir [7].

Mahalliy xomashyolardan ajratib olingan sellulozadan uning oddiy va murakkab efilrlarini olish jarayoni davridagi optimal parametrlarni o'zlashtirish – tadqiq etishga oid bo'lgan ilmiy tadqiqotlar hozirgi ishlab chiqarish uchun zaruriy faktorlardan sanaladi.

Unda organik moddalar va ular asosidagi materiallar, hamda kompozitsion mahsulotlar ishlab chiqarish jarayoni davrida turli parametrik faktorlar negizida amalga oshiriladigan texnologik ketma-ketliklarni o'rganilganlik darajasi, hamda mahalliy xomashyolarni kompleks qayta ishlash davrida uning selluloza tutgan qismlarini kimyoviy qayta ishlash jarayonlarini parametrlar asosida roslash – boshqarish tizimlarini takomillashtirish istiqbollari belgilash muhim xarakterga ega sanaladi [8,9,10].

Bu borada hali qilinishi lozim bo'lgan ishlarni yanada rivojlantirish talab etiladi. Demak, innovatsion ishlanmalar negizida ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishning natijaviy startab loyihalarini barcha soha tarmoqlariga jalb etish ahamiyatli sanaladi [11].

Ushbu tadqiqot negizida kimyoviy qayta ishlashga yaroqli sellulozani oqartirish jarayonida turli reagentlar hamda ta'sir etuvchi parametrlarni optimal holatini belgilash yotipdi [12].

Tadqiqot metodologiyasi. Oqartirish — turli ashyolar (yog'och massasi, to'qimachilik materiallari, kimyoviy moddalar) ning oqlik darajasini kuchaytirish (oshirish) uchun amalga oshiriladigan texnologik jarayon yoki jarayonlar majmuyi. Kimyoviy va termik usullari mavjud. Oqartirishda material tarkibidagi bo'yovchi moddalar ketkaziladi yoki yemiriladi. Oqartirishning optik va fotografik usullari ham bor. Optik oqartirishda ultrabinafsha nurlarini yutuvchi va ularni ko'k yoki binafsha rangga aylantiruvchi rangsiz yoki och rangli organik birikmalardan foydalaniladi. Bu usul, asosan, tabiiy va sintetik tolalarni, qogozlar, plastmassalarni oqartirish uchun qo'llaniladi. Fotografik oqartirishda oq-qora va rangli foto hamda kinomateriallarga ishlov beriladi. Bunday ishlovda maxsus modda ta'sirida foto yoki kinotasvirning metall kumush qatlami oksidlanib yemiriladi va oqartirish jarayoni ro'y beradi. Bu usul fotografik tasvirni ravshanlashtirish va kuchaytirish uchun qo'llaniladi [13,14,15].

Sellyulozani oqartirish jarayoni shundan iboratki, selluloza olish jarayonidan so'ng uning tarkibida qolgan lignin oqartirish yo'li bilan chiqarib tashlash hamda 90-94% gacha oqlik darajasiga erishish, yoki sellulozaga 60-70% gacha yarimoqlik daraja berishdan iborat. Hozirgi vaqtda selluloza tarkibidagi ligninni yo'q qilish yo'li bilan oqartirish jarayonining bir qancha usullari mavjud.

Oqartirish jarayoni sellulozaning bir qancha optik xossalarini o'zgartirishga olib keladi.

Ishning ushbu bosqichida bug'doy somoni hamda qamish o'simligi asosida olingan sellulozalarini natriy gipoxlorit oqartiruvchi reagentni sellulozaning sifat ko'rsatkichlariga ta'siri o'rganildi.

Dastlab sellulozani oqartirishda natriy gipoxlorit (NaOCl) ni turli konsentratsiyalarida olib boriladi. Natriy gipoxlorit bilan oqartirish jarayonida muhit ishqoriy pH=10-12 gacha bo'lishi kerak, chunki pH=10 dan past bo'lgan muhitda eritmada natriy gipoxlorit bilan birga xlor tarkibli kislota hosil bo'ladi va selluloza makromolekulasini ham destruksiyaga uchratadi.

Natijalar va muhokama Quyidagi jadvalda guruch poxoli, bug'doy somoni hamda qamish o'simligi asosida olingan sellulozalarni natriy gipoxlorit oqartiruvchi reagentini matematik modulli diagramma yo'riqnomasi keltirilgan.

1-jadval

Guruch poxoli, bug‘doy somoni hamda qamish o‘simligi asosida olingan sellulozalarni natriy gipoxlorit oqartiruvchi reagentini matematik modulli diagramma

YO‘RIQNOMASI

(40°C harorat ostida 120 daqiqa)

№	NaOCl g/l	Ko‘rsatkichlar					
		Guruch poxoli sellulozasi		Bug‘doy somoni sellulozasi		Qamish sellulozasi	
		pH	Oqlik darajasi, %	pH	Oqlik darajasi, %	pH	Oqlik darajasi, %
1	1,0	9	65,2	9	66,1	9	67,0
2	1,5	9	66,9	9	67,2	9	67,9
3	2,0	9	69,1	9	67,9	9	68,2
4	2,5	9	69,8	9	69,2	9	70,6
5	3,0	9	70,4	9	70,8	9	71,8
6	3,5	9	70,8	9	71,9	9	72,9
7	4,0	9	71,1	9	72,0	9	73,8
8	1,0	10	72,8	10	73,2	10	74,9
9	1,5	10	73,1	10	74,0	10	75,3
10	2,0	10	73,4	10	74,9	10	75,8
11	2,5	10	73,6	10	75,6	10	76,2
12	3,0	10	73,8	10	76,0	10	77,9
13	3,5	10	74,2	10	76,8	10	78,8
14	4,0	10	75,9	10	77,1	10	79,8
15	1,0	11	76,5	11	78,3	11	81,7
16	1,5	11	77,1	11	79,9	11	82,8
17	2,0	11	78,7	11	81,2	11	83,7
18	2,5	11	80,8	11	82,0	11	84,0
19	3,0	11	81,6	11	82,8	11	84,9
20	3,5	11	82,8	11	83,9	11	85,5
21	4,0	11	83,8	11	84,9	11	86,1
22	1,0	12	84,7	12	85,4	12	87,8
23	1,5	12	85,8	12	86,9	12	89,8
24	2,0	12	87,9	12	88,8	12	91,8
25	2,5	12	88,6	12	89,8	12	92,0
26	3,0	12	89,8	12	90,1	12	92,8
27	3,5	12	90,8	12	91,9	12	93,1
28	4,0	12	91,6	12	92,8	12	93,9

+ - NaOH ga tegishli bo‘lgan ko‘rsatkichlar

* - HNO₃ ga tegishli bo‘lgan ko‘rsatkichlar

τ- vaqt

PD- polimerlanish darajasi.

1-jadvalda mahalliy xomashyolar – guruch poxoli, bug‘doy somoni, hamda qamish o‘simligi asosida olingan sellulozaning oqartiruvchi reagent natriy gipoxlorit (NaOCl) ni turli konsentratsiyalarida oqartirishning matematik modulli diagrammasi tadqiqotlar, izlanishlar davomida tuzib chiqildi. Ushbu yo‘riqnoma selluloza va uning mahsulotlarini ishlab chiqarish tarmoqlari uchun asosiy sarf normalarni belgilashda foydalanish uchun tavsiya etildi.

Xomashyolar asosida olingan yuqori tozalikka ega selluloza namunalarini fizik-kimyoviy hamda mexanik-strukturaviy xossalari

Mahalliy xomashyolar asosida asosida, ya’ni guruch poxoli, bug‘doy somoni, hamda qamish o‘simligi sellulozalari asosida olingan selluloza namunalarini fizik-kimyoviy hamda mexanik-strukturaviy xossalari o‘rganildi va aniqlandi.

Quyida GOST 11208-82 Sulfat oqartirilmagan sellulozaga selluloza-texnik shart talablariga solishtirish jadvali keltirilgan.

2-jadval

Mahalliy xomashyo – guruch poxoli, bug‘doy somoni va qamish sellulozalarining sifat ko‘rsatkichlarini GOST 11208-89 dagi sifat ko‘rsatkichlarga taqqoslash

№	Ko‘rsatkichlar	Markalar bo‘yicha ko‘rsatkichlar (GOST 11208-89)		*GPS	*BSS	*QS	Tajriba usullari
		AK-1	AK-2				
1	Oqlik darajasi, %	90	89	91,2	92,1	93,4	GOST 7690
2	pH	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	GOST 12523
3	Pentozanlar miqdori, % kam emas	-	-	-	-	-	GOST 10820
4	Ifloslik darajasi, dona ko‘p emas	50	50	41	48	52	GOST 14363.3
5	Namlik darajasi, %	20	20	12	16	19	GOST 16932

*GPS-guruch poxoli sellulozasi

*BSS-bug‘doy somoni sellulozasi

*QS-qamish o‘simligi sellulozasi

Jadvaldan kuzatish mumkinki, mahalliy xomashyolar asosida, ya‘ni guruch poxoli, bug‘doy somoni, hamda qamish o‘simligi sellulozalari asosida olingan selluloza namunalarini fizik-kimyoviy hamda mexanik-strukturaviy xossalari o‘rganilib, GOST 11208-82 da keltirilgan talab ko‘rsatkichlari bilan solishtirilganda mos tushishi aniqlandi. Bu esa mahalliy xomashyolar – guruch poxoli, bug‘doy somoni, hamda qamish o‘simligi asosida olingan sellulozaning oqartiruvchi reagent natriy gipoxlorit (NaOCl) ni turli konsentratsiyalarida oqartirishning matematik modulli diagrammasi tadqiqotlar, izlanishlar davomida tuzib chiqilgan ishlanmaning ijobiy natijasidan sanaladi.

Xulosalar

4. Mahalliy xomashyolar asosida, ya‘ni guruch poxoli, bug‘doy somoni, hamda qamish o‘simligi sellulozalari asosida olingan selluloza namunalarini fizik-kimyoviy hamda mexanik-strukturaviy xossalari o‘rganildi va aniqlandi.

5. Ishning ushbu bosqichida bug‘doy somoni hamda qamish o‘simligi asosida olingan sellulozalarni natriy gipoxlorit oqartiruvchi reagentni sellulozaning sifat ko‘rsatkichlariga ta‘sirini o‘rganildi.

6. Fotografik oqartirishda oq-qora va rangli foto hamda kinomateriallarga ishlov beriladi. Bunday ishlovda maxsus modda ta‘sirida foto yoki kinotasvirning metall kumush qatlami oksidlanib yemiriladi va oqartirish jarayoni ro‘y beradi. Bu usul fotografik tasvirni ravshanlashtirish va kuchaytirish uchun qo‘llaniladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. M.M.Murodov. «Technology of making cellulose and its ethers by using raw materials» // *International Conference “Renewable Wood and Plant Resources: Chemistry, Technology, Pharmacology, and Medicine”*. Saint-Petersburg, Russia. June 21-24., 2011. 142–143.

2. M.M. Murodov. «The technology of making carboxymethyl cellulose (cmc) by method monoapparatus» // *International Conference «Renewable Wood and Plant Resources: Chemistry, Technology, Pharmacology, and Medicine»*. Saint-Petersburg, Russia. June 21-24., 2011. 141–142.

3. O‘zbekiston Respublika Vazirlar Mahkamasining 2020-yil 27-avgustdagi 520-sonli “Respublikada tez o‘sovchi va sanoatbop pavlovniya daraxti plantatsiyalarini barpo qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Qarori.

4. Интернет: xs.uz/uzkr/post/hududlarda-pavlovniya-plantatsiyalari-tashkil-qilinadi/

5. Муродов, М. Х., & Муродов, Б. Х. У. (2015). Фотоэлектрическая станция с

автоматическим управлением мощностью 20 кВт для учебного заведения. *Science Time*, (12 (24)), 543–547.

6. Murodov, M. M., Rahmanberdiev, G. R., Khalikov, M. M., Egamberdiev, E. A., Negmatova, K. C., Saidov, M. M., & Mahmudova, N. (2012, July). Endurance of high molecular weight carboxymethyl cellulose in corrosive environments. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1459, No. 1, pp. 309-311). American Institute of Physics.

7. Murodov, M. M., Yusupova, N. F., Urabjanova, S. I., Turdibaeva, N., & Siddikov, M. A. (2021). OBTAINING A PAC FROM THE CELLULOSE OF PLANTS OF SUNFLOWER, SAFFLOWER AND WASTE FROM THE TEXTILE INDUSTRY.

8. Murodov, M. M., Yusupova, N. F., Urabjanova, S. I., Turdibaeva, N., & Siddikov, M. A. Obtaining a Pac From the Cellulose of Plants of Sunflower, Safflower and Waste from the Textile Industry. *European Journal of Humanities and Educational Advancements*, 2(1), 13-15.

9. Murodov, M. M., Xudoyarov, O. F., & Urozov, M. Q. (2018). Technology of making carboxymethylcellulose by using local raw materials. *Advanced Engineering Forum* Vols. 8-9 (2018) pp 411-412/©. *Trans Tech Publications, Switzerland*. doi, 10, 8-9.

10. Primqulov, M. T., Rahmonbtrdiev, G., Murodov, M. M., & Mirataev, A. A. (2014). Tarkibida selliyuloza saqlovchi xom ashyoni qayta ishlash texnologiyasi. *Ozbekiston faylasuflar milliy jamiyati nashriyati. Toshkent*, 28-29.

11. Рахманбердиев, Г. Р., & Муродов, М. М. Разработка технологии получения целлюлозы из растений топинамбура. // «Итисодиёт ва инновацион технологиялар». Илмий электрон журналы, 2011 (2) –С. 1–11.

12. Elievich, C. L., Khasanovich, Y. S., & Murodovich, M. M. (2021). TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF PAPER COMPOSITES FOR DIFFERENT AREAS FROM FIBER WASTE.

13. MURODOVICH, M. M., QULTURAEVICH, U. M., & MAHAMEDJANOVA, D. (2018). Development of Technology for Production of Cellulose From Plants of Tissue and Receiving Na-Carboxymethylcellulose On its Basis. *JournalNX*, 6(12), 407–411.

14. Rahmonberdiev, G., Murodov, M., Negmatova, K., Negmatov, S., & Lysenko, A. (2012). Effective Technology of Obtaining The Carboxymethyl Cellulose From Annual Plants. In *Advanced Materials Research* (Vol. 413, pp. 541–543). Trans Tech Publications Ltd.

15. Murodovich, M. M., Murodovich, H. M., & Qulturaevich, U. M. (2020). Obtaining technical carboxymethyl cellulose increased in main substance. *ACADEMICIA: AN INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY RESEARCH JOURNAL*, 10(12), 717–719.

2,3-DIMETILXINOZOLIN-4-ONLAR QATORIDA TIOAMIDLASH REAKSIYALARI

k.f.f.d. dotsent. N.B. Pirnazarova,
magistr Sh.U. Egamberdiyeva
Qarshi Davlat Universiteti
nasibapirnazarova0@gmail.com
ORCID. 0009-0009-4626-884X
UDK : 547.0.

Annotatsiya. Geterohalqali birikmalarda tioamidlash reaksiyalarini amalga oshirish va bu usullarni yanada takomillashtirish, tioamidlarning turli modifikatsiyalarini amalga oshirish va sintez qilingan tioamidlarni reaksiyon qobiliyatini va biologik faolligini atroflicha tadqiq etish nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy nuqtayi nazardan ham soha olimlarini e'tiborini o'ziga jalb etmoqda. Buni ulardagi turli reaksiyon markazlarning mavjudligi tufayli ko'pyoqlama reaksiyon qobiliyat namoyon etishi hamda ular asosida qishloq xo'jaligi va tibbiyot uchun dori vositalari ko'payib borayotganligi bilan tushuntirish mumkin. Ushbu maqolada uch komponentli (A) va uch komponentli – katalitik (B) usullaridan foydalanib tioamidlash reaksiyalari sintezi amalga oshirilgan. Qo'llanilgan har ikki multikomponent sintez usullarini qiyosiy taqqoslash natijalariga

ko'ra, uch komponentli- katalitik (B) usul qator afzalliklarga ega ekanligi: reaksiyalar nisbatan qisqa vaqtda va past haroratda borishi, mahsulotlar unumi esa 12-15% ga yuqoriligi, bu esa uning A usulga nisbatan samarali usul ekanligi ko'rsatilgan. Adabiyot ma'lumotlari va biz tomonimizdan olingan natijalar asosida tioamidlash reaksiyasining taxminiy mexanizmini 2, 3-dimetilxinazolin-4-on, oltingugurt (S₈) va morfolin misolida keltirilgan. Sintez qilingan moddalarning tuzilishi zamonaviy fizik tadqiqot usullari IQ-, YAMR-spektrlar yordamida tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: 2,3-etilxinazolin-4-onning anilin ishtirokidagi katalitik tioamidlanish reaksiyasi oltingugurt-saqlovchi nukleofil katalizator (Na₂S·9H₂O) ishtirokida olib borilganda, siklooktasulfan (S₈) katalizator ta'sirida reaksiya qobiliyati yuqori bo'lgan nukleofil ionlarga (HS- va HS₈-xS-) parchalanadi.

THIOAMIDATION REACTIONS OF 2,3-DIMETHYLQUINOZOLIN-4-ONES

Abstract. Implementation of thioamidation reactions in heterocyclic compounds and further improvement of these methods, implementation of various modifications of thioamides, and thorough research of the reactivity and biological activity of synthesized thioamides attract the attention of scientists in the field not only from a theoretical point of view, but also from a practical point of view, but also from a practical point of view, it attracts the attention of scientists of the field. This can be explained by the fact that they show multi-faceted reaction ability due to the presence of different reaction centers in them, and the number of drugs for agriculture and medicine based on them is increasing. In this article, synthesis of thioamidation reactions using three-component (A) and three-component - catalytic (B) methods is carried out. According to the results of a comparative comparison of the two multicomponent synthesis methods used, the three-component-catalytic (B) method has a number of advantages: the reactions take place in a relatively short time and at a low temperature, and the product yield is 12-15% higher, which makes it It is shown to be an effective method compared to method A. Based on the literature data and our results, the approximate mechanism of the thioamidation reaction is presented on the example of 2,3-dimethylquinazolin-4-one, sulfur (S₈) and morpholine. The structure of the synthesized substances was analyzed using modern physical research methods IR-, YAMR-spectra.

Keywords: catalytic thioamidation reaction of 2,3-ethylquinazolin-4-one in the presence of aniline in the presence of sulfur-preserving nucleophilic catalyst (Na₂S·9H₂O), under the influence of cyclooctasulfane (S₈) catalyst, highly reactive nucleophilic ions (HS- and HS₈-xS-) are decomposed.

Kirish. Jahonda qishloq xo'jaligi, tibbiyot va veterinariya amaliyotida geterotsiklik birikmalar – xinazonlar asosida yaratilgan preparatlar gerbitsidlar, fungitsidlar, bakteritsidlar, antigelmint va gipotenziv vositalar, shuningdek, viruslarga, mikroblarga, shamollashga va saratonga qarshi preparatlar sifatida qo'llanilmoqda. Shuning uchun, tarkibida mazkur farmakofor geterotsiklik birikmalar fragmentini saqlagan xinazonlar qatori tioamidlarini maqsadli sintezini va kimyoviy o'zgarishlarini amalga oshirish, ularning fizik-kimyoviy va biologik xossalarini aniqlash, tanlab olingan faol moddalar asosida yangi dori vositalarini yaratish uchun ilmiy-amaliy tadqiqotlar olib borish juda dolzarb hisoblanadi. Organik molekulani tioamidlash reaksiyalari, bu usullarni yanada takomillashtirish, tioamidlarning turli modifikatsiyalarini amalga oshirish va sintez qilingan tioamidlarning reaksiya qobiliyatini va biologik faolligini atroflicha tadqiq etish nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy nuqtayi nazardan ham soha olimlari e'tiborini o'ziga jalb qilib kelmoqda. Buni ulardagi turli reaksiya markazlarning mavjudligi tufayli ko'pyoqlama reaksiya qobiliyat namoyon etishi hamda ular asosida qishloq xo'jaligi va

tibbiyot uchun dori vositalari ko'payib borayotganligi bilan tushuntirish mumkin.

Tadqiqot metodologiyasi. 2,3-Dimetilxiazolin-4(3N)-on (1). Tubi yumaloq kolbaga 1.6 g (0.01 mol) 2-metilxiazolin-4-on (2), 0.56 gr (0.01 mol) KOH va 25 ml etanol solib, 60-65^oS da suv hammomida 30 minut davomida qizdirib eritildi. Reaksiyon aralashma 25-30^oS gacha sovutildi. So'ngra 1.704 g (0.012 mol, d=2.28 g/ml) metil yodid solib, 75-80^oS da suv hammomida 6 soat davomida qaynatildi. Reaksiya tugagach aralashma 5% li NaOH bilan yuvildi, keyin xloroform bilan ekstraksiya qilindi. Ekstrakt suvsiz natriy sulfatda quritildi, xloroform vakuumda haydab olindi, tushgan cho'kma filtrlandi. Cho'kma metanoldan qayta kristallandi va 1.54 g (89%) mahsulot (4) olindi, suyuqlanish harorati 104-106^oC, R_f=0.65 (xloroform:metanol - 10:1).

3-Metilxiazolon-4-il-2-tiokarbonkislota anilidi (2)

A usul). Teskari sovutkich bilan jihozlangan 200 ml li yumaloq tubli kolbaga nisbatda 1.0 g (5.7 mmol) 2,3-dimetilxiazolin-4-on (4), 1.04 ml (1.06 g, d=1.02 g/ml, 11.4 mmol) anilin, 0.55 g (17.1 mmol) oltingugurt solindi va reaksiyon aralashma moy hammomida 175-180^oS da 18 soat davomida qizdirildi. Aralashma sovutildi, metanol solib qaynatildi, tushgan cho'kma filtrlandi va quritildi. Cho'kma izopropil spirtidan qayta kristallandi. Natijada 1.24 g (73%) anilid (28) olindi, suyuqlanish harorati 208-210^oS, R_f=0.32 (benzol:atseton - 1:1).

B usul). Teskari sovutkich bilan jihozlangan yumaloq tubli kolbaga 1.0 g (5.7 mmol) 2,3-dimetilxiazolin-4-on (4), 0.55 ml (0.56 g, d=1.02 g/ml, 6 mmol) anilin, 0.55 g (17.1 mmol) oltingugurt, 0.11 g (0.46 mmol) Na₂S·9H₂O va 4 ml DMSO solinib, aralashma moy hammomida 130-135^oS da 10 soat qizdirildi. Reaksiyon aralashma harorati 70^oS ga tushirildi va aralashma 5% li NaOH eritmasi bilan (3 marta 30 ml dan) ekstraksiya qilindi. Ekstraktlar jamlanib filtrlandi, filtratni H₂SO₄ ning suyultirilgan eritmasi bilan pH 5-6 ga keltirildi. Tushgan cho'kma filtrlandi, quritildi va izopropil spirtidan qayta kristallandi. Natijada 1.51 g (89%) mahsulot olindi, suyuqlanish harorati 208-210^oS, R_f=0.32 (benzol:atseton - 1:1).

3-Metilxiazolon-4-il-2-tiokarbonkislota morfolidi (3)

A usul). Yuqoridagi usulga asosan, 1.0 g (5.7 mmol) 2,3-dimetilxiazolin-4-on (4), 1.0 ml (1.0 g, d=1.01 g/ml, 11.4 mmol) morfolin, 0.55 g (17.1 mmol) oltingugurtdan 1.27 g (76%) morfolid (29) olindi, suyuqlanish harorati 216-218^oS, R_f=0.38 (benzol:atseton - 1:1).

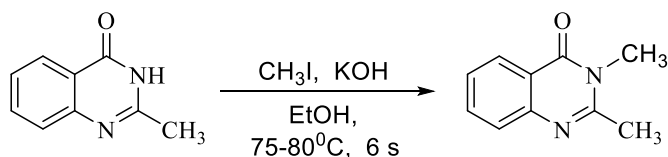
B usul). 1.0 g (5.7 mmol) 2,3-dimetilxiazolin-4-on, 0.52 ml (0.52 g, d=1.01 g/ml, 6.0 mmol) morfolin, 0.55 g (17.1 mmol) oltingugurt, 0.11 g (0.46 mmol) Na₂S·9H₂O va 4 ml DMSO dan yuqoridagi usulga muvofiq 1.75 g (88%) mahsulot (29) olindi, suyuqlanish harorati 216-218^oC, R_f=0.38 (benzol:atseton - 1:1).

3-Metilxiazolon-4-il-2-tiokarbonkislota piperididi (4)

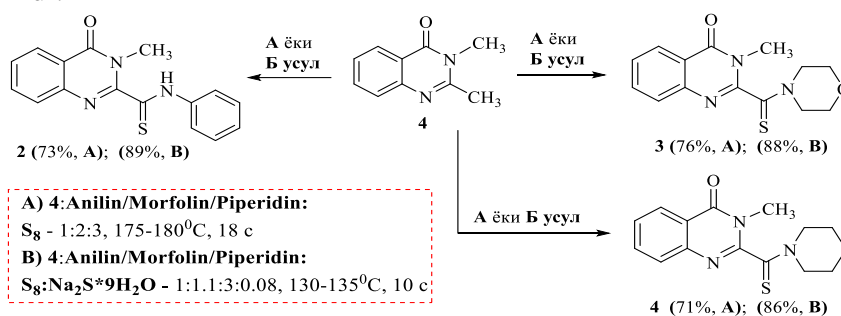
A usul). Yuqoridagi usulga mos ravishda 1.0 g (5.7 mmol) 2,3-dimetilxiazolin-4-on (4), 1.12 ml (0.97 g, d=0.86 g/ml, 11.4 mmol) piperidin va 0.55 g (17.1 mmol) oltingugurtdan 1.42 g (71 %) piperidid (30) olindi, suyuqlanish harorati 220-222^oS, R_f=0.38 (benzol:atseton - 1:1).

B usul). 1 g (5.7 mmol) 2,3-dimetilxiazolin-4-on (4), 0.6 ml (0.51 g, d=0.86 g/ml, 6.0 mmol) piperidin, 0.55 g (17.1 mmol) oltingugurt, 0.11 g (0.46 mmol) Na₂S·9H₂O va 4 ml DMSO dan 1.7 g (86%) mahsulot (30) olindi, suyuqlanish harorati 220-222^oS, R_f=0.38 (benzol:atseton - 1:1). ИК (ν, см⁻¹): 1680 (C=O), 1610 (C=N), 1489 (NO₂), 1377 (C=S).

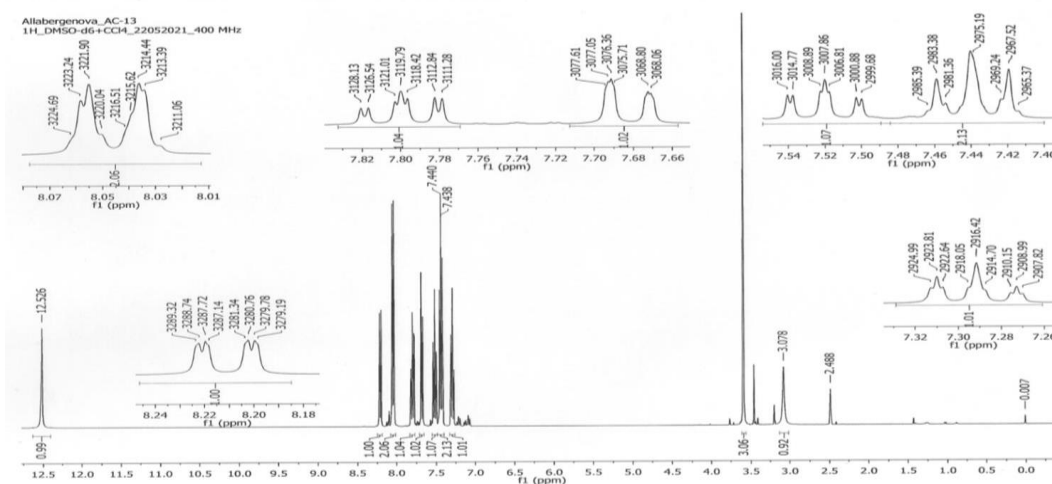
Natijalar va muhokama. Bizgacha amalga oshirilgan tadqiqotlarda xiazolonlar qatorida tioamidlar sintezi, kimyoviy o'zgarishlari va biologik faolliklari bo'yicha, ayrim ilmiy-amaliy izlanishlar olib borilgan. Bunday tadqiqotlar sifatida, mualliflar tomonidan tritsiklik benzimidazollar va xiazolonlar ishtirokida olib borilgan har xil Vilgerodt-Kindler reaksiyalari, olingan tioamidlarning elektrofil va nukleofil almashinish reaksiyalarini keltirishimiz mumkin. Tadqiqotlar natijasida mualliflar tomonidan qator qonuniyatlar topilgan va biologik faolligi yuqori bo'lgan birikmalar aniqlangan. 2-Metilxiazolin-4(3N)-onning endotsiklik N3-azot atomida alkillash reaksiyalari olib borildi. Bu reaksiyalarni olib borishdan maqsad, elektronodonor (alkil) guruhlarining pirimidin halqasining 2-holatidagi metil guruhini Vilgedort-Kindler reaksiyasiga kirishishiga ta'sirini aniqlashdan iborat edi.



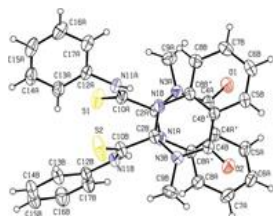
Molekulasida 2,3-dimetilxinazolin-4-onning metil guruhlari ishtirokidagi multikomponentli tioamidlash reaksiyalarning olib borish va reaksiyalarning borishiga ta'sir etuvchi asosiy omillarni aniqlash uchun 2,3-dimetilxinazolin-4-onni (4) anilin, morfolin va piperidin ishtirokidagi tioamidlash reaksiyalari **A** (uch komponentli) va **B** (*Uch komponentli-katalitik*) usullarda olib borildi. *Uch komponentli (A)* usulga asosan, reagentlar aralashmasi 175-180⁰S da 18 soat qizdirildi va 71-76% unum bilan 3-metilxinazon-4-il-2-tiokarbonkislotla anilidi (morfolidi, piperididi) olindi (2.9-жадвал). *Uch komponentli-katalitik (B)* usulga asosan, reagentlar aralashmasi dimetilsulfoksidda 130-135⁰S da 10 soat qizdirildi va natijada 86-89% unumlar bilan tegishli anilid (morfolid, piperidid) olindi.



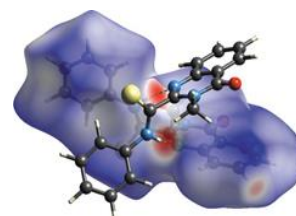
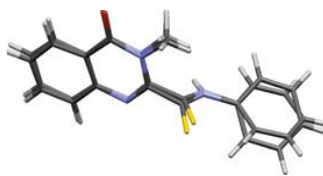
Bu yerda ham, **B** usulda amalga oshirilgan reaksiyaning **A** usulga nisbatan qisqa vaqtda, past haroratda borishi va mahsulot unumi 12-16% ga yuqori ekanligi **B** usulning ustunligini bildiradi: 3-Metilxinazon-4-il-2-tiokarbonkislotla anilidining (**2**) ¹H YAMR-spektrida ekzotsiklik NH-guruhi 12.5 m.u.da (1H, c), xinazon fragmentining 4 ta aromatik protonlari: 8.2 m.u. (1H, ddd, H-5), 8.04 m.u. (2H, dd, H-6,8), 7.8 m.u. (1H, dt, H-7) sohalarda ko'rinishi, fenil fragmentining aromatik protonlari: 7.68 m.u. (1H, dd, H-2'), 7.52 (1H, dt, H-6'), 7.44 (2H, t, H-3',5') va 7.29 (1H, tt, H-4') sohalarda aniqlanishi, metil N-CH₃ guruhi signalining 3.7 m.u. sohada uch protonli singlet (3N, s) shaklida ko'rinishi uning tuzilishini isbotlaydi. Birikmaning ¹³C YAMR va IQ-spektrlari ham tahlilni tasdiqlaydi. Olingan natijalar reaksiyaning 2-CH₃ ishtirokida ketganligini ko'rsatadi. Lekin, barcha sharoitlarda N³-metil guruhining tioamidlash reaksiyasida ishtirok etishi kuzatilmadi.



3-Metilxiazolon-4-il-2-tiokarbonkislota anilidining kristaldagi tuzilishi va Xirshfeld sirt tahlili natijalari 1.1- va 1.2-rasmlarda keltirilgan. Kristall monoklinik $P2_1/n$ fazoviy guruhida kristallanib, asimmetrik yacheykasi molekulaning qolgan qismiga nisbatan fenil guruhining yo'nalishida farq qiluvchi o'xshash konformatsiyaga ega bo'lgan ikkita molekuladan iborat. Kristalda ikkita $N-H \cdots N$ molekulararo vodorod bog'lar bog'langan dimer hosil bo'lishiga olib keladi:



3-birikmaning kristaldagi tuzilishi

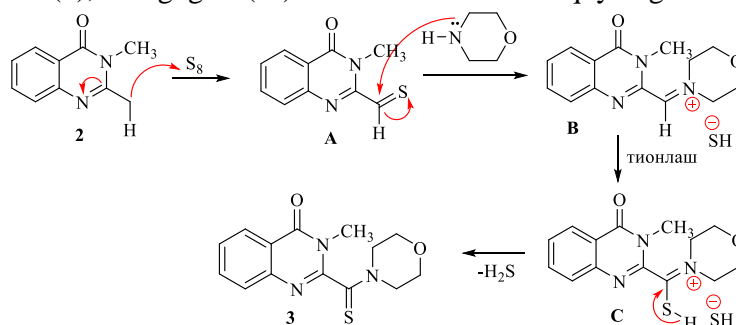


Xirshfeld sirtining ko'rinishi

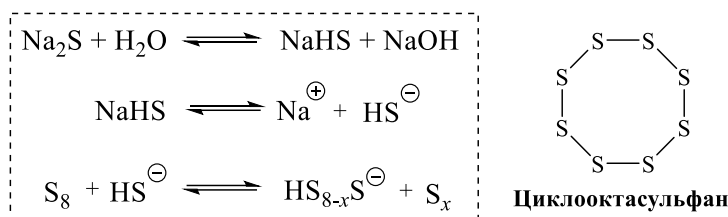
Xirshfeld sirtlari tahlili shuni ko'rsatdiki, $H \cdots H$ kontaktlar (o'zaro ta'sirlar) boshqa kontaktlarga nisbatan kristall taxlanishida eng yuqori ulush 40.9% ni tashkil qiladi. Qolgan qismiga nisbatan fenil guruhining yo'nalishida farq qiluvchi o'xshash konformatsiyaga ega bo'lgan ikkita molekuladan (A va B) iborat.

Xulosa. Shunday qilib, barcha sharoitlarda benzol halqasining 6,8-holatlaridagi metil guruhlarning tioamidlash reaksiyasida ishtirok etishi kuzatilmadi, ya'ni reaksiyalar xemoselektiv tarzda ketib, kerakli tioamidlar yuqori unumlar bilan hosil bo'lishi aniqlandi.

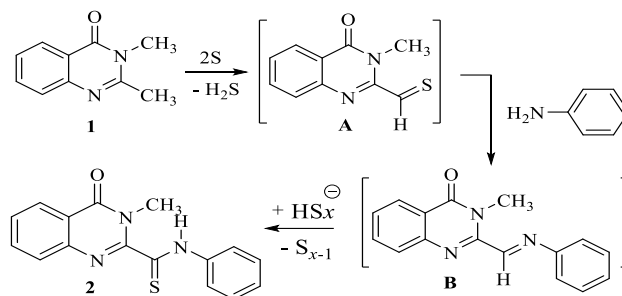
Ta'kidlash kerakki, mutaxassislar tomonidan tioamidlash reaksiyasi mexanizmi bo'yicha hozirgi kunga qadar yakuniy xulosaga kelinmagan. Adabiyot ma'lumotlari va biz tomonimizdan olingan natijalar asosida tioamidlash reaksiyasining taxminiy mexanizmini 3-Metilxiazolin-4-on (2), oltungugurt (S_8) va morfolin misolida quyidagicha tasvirlash mumkin:



Ya'ni, dastlabki 3-metilxiazolin-4-onning (2) faol metilen guruhini tionlanishidan avval tioaldegid (A) hosil bo'lishi mumkin, unga morfolinning nukleofil hujumi ta'sirida kondensatsiyalanish sodir bo'lib tegishli immoniy tuzi (B), uning navbatdagi tionlanishi natijasida tiol (S) hosil bo'lishi mumkin. Keyingi bosqichda tiolning barqaror tion shaklga o'tishi va vodorod sulfidning ajralib chiqishi natijasida kerakli 3-Metilxiazolon-4-il-2-tiokarbonkislota morfolidiga (3) aylanishi mumkin. Aytish lozimki, faol metilen guruhining tionlanishi klassik Vilgerodt-Kindler reaksiyasida keng qo'llaniladi. Dastlabki 2,3-dimetilxiazolin-4-onning (2) anilin ishtirokidagi katalitik tioamidlanish reaksiyasi oltungugurt-saqlovchi nukleofil katalizator ($Na_2S \cdot 9H_2O$) ishtirokida olib borilganda, siklooktasulfan (S_8) katalizator ta'sirida reaksiya qobiliyati yuqori bo'lgan nukleofil ionlarga (HS^- va $HS_{8-x}S^-$) parchalanadi.

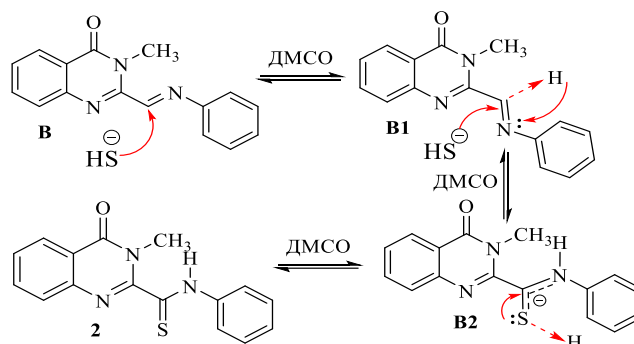


Bunda dastlabki 2,3-dimetilxinazolin-4-on (**2**) tarkibidagi ikkinchi holatdagi metil guruhining oltinugurt ta'sirida oksidlanishi natijasida tioaldegid (**A**) hosil bo'lib, u anilin ta'sirida oraliq – Shiff asosiga (**B**) aylanishi mumkin:



Oxirgi bosqichda esa, oraliq azometin (**B**) nukleofil ion ta'sirida 3-metilxinazon-4-il-2-tiokarbon kislota anilidiga (**2**) oson o'tishi mumkin.

Ta'kidlash kerakki, **B** usul sharoitida katalitik tioamidlash reaksiyasi DMSO erituvchisi ishtirokida olib boriladi. Bunda, yuqorida aytilganidek, reaksiyalarni nisbatan past haroratda olib borishga imkon berishi bilan birga, mahsulotlarni sezilarli darajada yuqori unumlar bilan olishga imkon beradi. Buni ikkita muhim omil: nukleofil katalizator ($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) va aproton erituvchi (DMSO) ta'siri bilan tushuntirish mumkin:



Ya'ni, katalizator ta'sirida hosil bo'lgan yuqori reaksiya qobiliyatli nukleofil ionlarning (HS^- va $\text{HS}_{8-x}\text{S}^-$) nukleofilini dimetilsulfoksid muhitida oshishi va metil guruhining tionlanish reaksiyasi tezligining oshishi (tioaldegidning **A** oson hosil bo'lishi) va tiol-tion (**B2**) muvozanatning reaksiya mahsuloti (**2**) hosil bo'lishi tomonga siljishi bilan tushuntirish mumkin.

Xulosa qilib shuni aytishimiz mumkinki, 2,3-dimetilxinazon-4-tiokarbon kislota tioamidlari yuqori unumlar bilan sintez qilib olindi. IK, PMR, Mass spektrlari o'rganildi va taxminiy mexanizmi tavsiya etildi.

Foydalanilgan adabiyotlar.

- Willgerodt C. Ueber die Einwirkung von gelbem Schwefelammonium auf Ketone und Chinone // Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. –1887. –Vol.20. –№2. –P.2467–2470.
- Li H. Zh., Xue W.J., Wu A.X. Direct synthesis of α -ketothioamides from aryl methylketones and amines via I_2 -promoted sp^3 C-H functionalization // Tetrahedron. –2014. –Vol.70. –№31. –P.4645–4651.
- Purrello G. Some aspects of the Willgerodt-Kindler reaction and connected reactions // Heterocycles. –2005. –Vol.65. –№2. –P.411–430.

4. Пирназарова Н.Б., Ўтаева Ф.Р., Мукаррамов Н.И., Шахидоятлов Х.М. 2,3-Диметилхиназолин-4-оннинг баъзи кимёвий ўзгаришлари // Илм-фан тараққиёти ва иқтисодий инновацион ривожлантириш. Республика ёш олимлар илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами. 2012, 5 декабрь. –Тошкент. – Б. 63–64.

5. Пирназарова Н.Б., Якубов У.М., Мукаррамов Н.И., Шахидоятлов Х.М. 2,3-Диметилхиназолин-4-он-2-ил-тиоамидларнинг синтези ва реакция жараёнини юқори самарали юпқа қатламли хроматография услубида таҳлил қилиш // Республика илмий ва илмий-техник анжумани мақолалар тўплами. Табиий бирикмалар ва полимерларнинг спектроскопик тадқиқотларни ташкил этиш масалалари. 2013, 17-Июнь. – Қарши. – Б.150–154.

6. Tojiboev A.G., Pirnazarova N.B., Obidova I.A., Yakubov U.M., Elmurodov B.Zh. Synthesis and crystal structure of 3-methylquinazolin-4-yl-2-thiocarboxylic acid anilide // 14th International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds. October 7-8, 2021. Tashkent, Uzbekistan. P-140.

7. Абдуллаев С.С., Аллабергенова С.М., Зулпанов Ф., Пирназарова Н.Б., Мамадрахимов А.А., Якубов У.М., Элмуратов Б.Ж. Синтез и структурное исследование 2-метил-3-гексилхиназолин-4-она //“Кимёнинг долзарб муаммолари” мавзусидаги республика илмий-амалий анжумани. 2021, 4-5 февраль. –Тошкент. –268 б.

8. Абдуллаева М.Ў, Обидова И.А., Пирназарова Н.Б., Якубов У.М., Абдуллаев С.С., Мамадрахимов А.А., Элмуратов Б.Ж. Синтез лиганда 2-метил-3-гептилхиназолин-4-она // Функционал полимерлар фанининг замонавий ҳолати ва истиқболлари. Профессор ўқитувчилар ва ёш олимларнинг илмий-амалий анжумани материаллари. Ўзбекистон Миллий университети, 19-20 март, 2020, –Тошкент. – 323 б.

9. Gopinath P., Watanabe T., Shibasaki M. Studies on catalytic enantioselective total synthesis of caprazamycin B: Construction of the Western Zone // J. Org. Chem. –2012. –Vol. 77. –№ 20. –P.9260–9267.

10. Rong, B., Ding L., Yu H., Yang Q., Liu X., Xu D., Li G., Zhao B. Pd-catalyzed allylic alkylation of thioamides // Tetrahedron Lett. –2013. –Vol.54. – №48. –P.6501-6503.

11. Ogawa T., Mouri Sh., Yazaki R., Kumagai N., Shibasaki M. Intermediate as catalyst: Catalytic asymmetric conjugate addition of nitroalkanes to α,β -unsaturated thioamides // Org. Lett. –2012. –Vol.14. –№1. –P.110–113.

ATSETILEN SPIRTLARI VINIL EFIRLARINI GETEROGEN KATALITIK SISTEMADA SINTEZ QILISH USULI

Ziyadullayev Odiljon

Chirchiq davlat pedagogika universiteti,
O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi
Akademiyasi, kimyo fanlari doktori, professor

bulak2000@yandex.ru

ORCID 0000-0001-9576-1889

Otamuxamedova Go‘zal

Chirchiq davlat pedagogika universiteti,
kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)

guzal020003@yandex.ru

ORCID 0009-0006-8141-9437

Ablakulov Lochin

Chirchiq davlat pedagogika universiteti, tayanch doktorant

monokop91@gmail.com

ORCID 0009-0000-5760-4399

Buriyev Forxod

Chirchiq davlat pedagogika universiteti, katta o‘qituvchi

farhod.buriyev@mail.ru

ORCID 0009-0005-8897-0988

Boytemiroy Otabek

Chirchiq davlat pedagogika universiteti, mustaqil izlanuvchi
boytemirov.otabek@mail.ru
UDK 547.219.362.372

Аннотация. Ushbu ishda geterogen-katalitik usulda- $Ti(O^iPr)_4/C_{akt}$ katalizatori yordamida atsetilen spirtlari va atsetilen asosida polimerlar kimyosi hamda organik sintezda qimmatli reagent hisoblangan vinil birikmalari sintezi o'rganilgan. Bunda tadqiqot obyekti sifatida fenilatsetilenning alifatik ketonlar bilan nukleofil birikishi asosida olingan atsetilen spirtlari- 3-metil-1-fenilpentin-1-ol-3, 3,4-dimetil-1-fenilpentin-1-ol-3, 3-metil-1-fenilheptin-1-ol-3 va 3,4,4-trimetil-1-fenilpentin-1-ol-3larning atsetilen ishtirokida vinillash reaksiyasi asosida mos ravishdagi atsetilen spirtlari vinil efirlari sintez qilingan. Olib borilgan reaksiyalarning faollanish energiyalari aniqlangan, kimyoviy o'zgarishlar kinetikasi tahlil qilingan, reaksiya mexanizmlari taklif etilgan. Mahsulot unumiga erituvchilar, reagent va substratlarning tabiati va miqdorlari ta'siri o'rganilgan. Qo'llanilgan katalitik sistemaning selektivligi, stabilligi va mahsulot unumiga ta'siri asoslangan. Reaksiyalarni boshqarish va nazorat qilishning eng muqobil sharoitlari aniqlangan. Sintez qilingan vinil efirlari tarkibi, tozaligi, tuzilishi va xususiy konstantalari zamonaviy fizik-kimyoviy usullarda isbotlangan.

Kalit so'zlar: geterogen katalitik sistema, atsetilen spirtlari, asosiy va qo'shimcha mahsulotlar, reaksiya mexanizmi, mahsulot unumi.

METHOD FOR SYNTHESIS OF VINYL ESTERS OF ACETYLENE ALCOHOL IN A HETEROGENEOUS CATALYTIC SYSTEM

Abstract. In this work, the chemistry of acetylene alcohols and acetylene-based polymers, as well as the synthesis of vinyl compounds, which are considered valuable reagents in organic synthesis, were studied using a heterogeneous catalytic method - a $Ti(O^iPr)_4/C_{akt}$ catalyst. As an object of research, acetylene alcohols obtained based on the nucleophilic coupling of phenylacetylene with aliphatic ketones - 3-methyl-1-phenylpentin-1-ol-3, 3,4-dimethyl-1-phenylpentin-1-ol-3, 3-methyl-1-phenylheptin-1-ol-3 and 3,4,4-trimethyl-1-phenylpentin-1-ol-3 corresponding acetylene alcohol vinyl ethers were synthesized based on the vinylation reaction in the presence of acetylene. The activation energies of the conducted reactions were analyzed, the kinetics of chemical changes were analyzed, and reaction mechanisms were proposed. The influence of the nature and amounts of solvents, reagents and substrates on product yield was studied. The effect of selectivity, stability and productivity of the product is based on the used catalytic system. The most alternative conditions of control and direction of reactions are Synthesized vinyl ethers, their composition, purity, structure and intrinsic constants have been proven by modern physical and chemical methods.

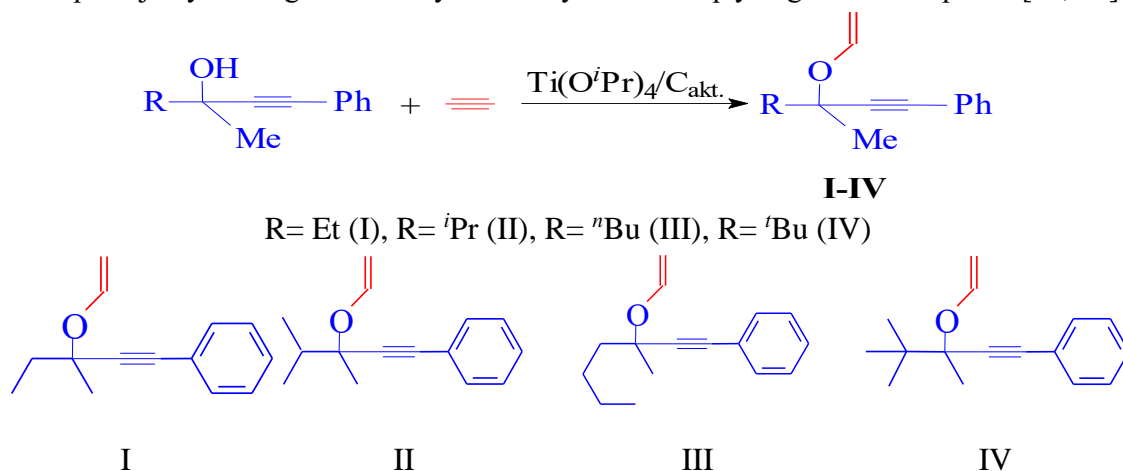
Keywords: heterogeneous catalytic system, acetylene alcohols, major and minor products, reaction mechanism, product yield.

Kirish. Atsetilenga nukleofil birikish asosida sintez qilingan vinil monomerlar, jumladan spirtlarning vinil efirlari polimerlar kimyosi, organik sintez va boshqa ko'pgina sohalarida ishlatish mumkin bo'lgan qimmatli mahsulot hisoblanadi [1-3]. Bir qancha reaksiyon markaz saqlagan atsetilen spirtlari vinil efirlarining olinishi va qo'llanilish sohalarini o'rganish ilm-fan, shuningdek sanoat uchun ham muhim ahamiyatga egadir. Bu sohada ko'plab izlanishlar olib borilgan [4-6]. Yuqori asosli katalitik muhit yordamida nukleofil reagentlar reaksiyon qobiliyatining oshirishini yangi tamoyillarini ishlab chiqilishi atsetilen ishtirokida muhim reaksiyalarni amalga oshirish bilan birga, uchbog' hisobiga ketadigan yangi jarayonlarni ochilishiga va ular asosida sintetik usullarni yaratilishiga olib kelgan [7]. Ilk bor atsetilen spirtlarini yuqori asosli katalizator ishtirokida 120 °C haroratda yuqori bosimda ostida atsetilen bilan vinillash reaksiyasini sanoat miqyosida ishlab chiqarish usuli 1930-yillarda Reppe tomonidan ishlab chiqilgan [8]. So'nggi yillarda jahonning yetakchi

markazlarida mahalliy xomashyo hisoblangan kalsiy karbid ishtirokida tiollar, spirtlar va indollarni vinillash reaksiyalari tadqiq qilingan [9]. Bis (1,5-siklooktadiyen)iridiy(I) tetraftorborat yordamida 2-MeTGF erituvchisida vinil atsetat asosida diollar va ularning vinil efirlari sintez qilingan [10]. Mataka va uning hamkasblari tomonidan birlamchi va ikkilamchi spirtlarni kalsiy karbid ishtirokida vinillash reaksiyasi KOH/DMSO katalizator yordamida olib borilgan va 99% unumgacha mahsulot olingan [11]. Shvetsiya olimlari tomonidan turli tabiatli o'rinbosar saqlagan karbon kislotalar va 1,4-butandiol vinil efiri reaksiyasi *Candida antarctica lipase B* yordamida 22 °C haroratda 1 soat davomida olib borilgan va 90% unumgacha vinil efirlari monomerlari sintez qilingan [12]. 12-16 atm. bosimda, yuqori haroratda, metil-β-D-glyukozidga yuqori asosli katalizatorlar ishtirokida atsetilenning nukleofil birikishidan metil-β-D-glyukozidning tetravinilefiri katalizator sifatida KOH-DMSO qo'llanilganda 75%, KOH-TGF sistemasida esa 52% unum bilan sintez qilingan [13].

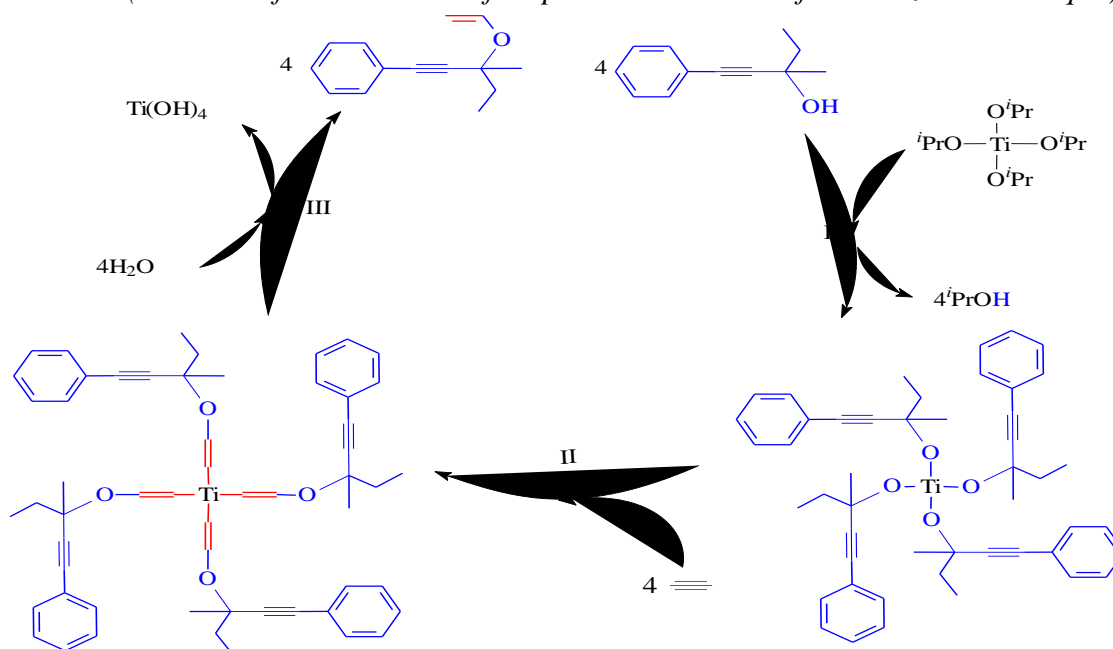
Tadqiqot metodologiyasi. Atsetilen spirtlarini geterogen-katalitik usulda vinillash jarayoni gaz fazada kvarts shishadan yasalgan vertikal oqimda ishlaydigan reaktor (hajmi 1000 ml) da o'tkazildi. Diametri 2 mm. bo'lgan faollangan ko'mir va $Ti(O^iPr)_4$ foydalanib $Ti(O^iPr)_4/C_{akt.}$ katalizatori tayyorlandi. Reaktor diametri esa 24 mm ni tashkil qiladi. Dastlab atsetilen spirtlari-3-metil-1-fenilgeptin-1-ol-3, 3-metil-1-fenilpentin-1-ol-3, 3,4-dimetil-1-fenilpentin-1-ol-3 va 3, 4, 4-trimetil-1-fenilpentin-1-ol-3 dozatoridan aralashtirgich orqali reaktorning yuqori qismidan beriladi. Atsetilen graduirlangan gazgolderdan tozalash sistemasi va reometr orqali aralashtirgichga va undan reaktorga beriladi. Yuqori haroratda hosil bo'lgan gaz-bug' aralashmasi inert qatlam (shisha yoki chinni bo'lakchalari) to'ldirilgan reaktorda kerakli haroratga ega bo'lgach, katalizator sirtida atsetilenning diffuziya jarayoni ketadi. Reaktor harorati termopara yordamida nazorat qilindi, avtotransformator orqali esa boshqariladi. Hosil bo'lgan mahsulot sovutkichda kondensatsiyalanib, yig'gichga tushadi va seperatsiya qilinadi. Gazsimon moddalar esa atmosferaga chiqarilib yuboriladi. Zarur holatda gazgolderga yig'iladi. Hosil bo'lgan katalizat suvli va organik qismdan iborat bo'ladi. Katalizatning organik qismi suvdan ajratiladi, reaksiyaga kirishmagan atsetilen spirtlari KOH bilan neytrallandi, distillangan suv bilan yuvilib, suvsizlantirilgan natriy sulfat bilan quritiladi va rektifikatsion kolonna orqali atsetilen spirti vinil efiri va qoldiq mahsulotlar ajratib olinadi.

Natijalar va muhokama. Ushbu ishda geterogen-katalitik usulda, $Ti(O^iPr)_4$ katalizatori yordamida tanlangan atsetilen spirtlarini atsetilen ishtirokida vinillash reaksiyasi orqali 3-metil-1-fenilpentin-1-ol-3 vinil efiri (I), 3,4-dimetil-1-fenilpentin-1-ol-3 vinil efiri (II), 3-metil-1-fenilgeptin-1-ol-3 vinil efiri (III) va 3,4,4-trimetil-1-fenilpentin-1-ol-3 vinil efiri (IV) sintez qilish jarayoni o'rganildi. Jarayon reaksiya sxemasi quyidagicha taklif qilindi [14, 15].



Atsetilen spirtlarini $Ti(O^iPr)_4/C_{akt.}$ katalizatori yordamida geterogen katalitik usulda atsetilen ishtirokida vinillash reaksiyasi quyidagi uchta bosqichlarda boradi [16]. Jarayon

ximizmi: (Namuna sifatida 3-metil-1-fenilpentin-1-ol-3 vinil efiri sintezi keltirilmoqda)



Atsetilen spirtlarini atsetilen ishtirokida $Ti(O^iPr)_4/C_{akt}$ katalizatori yordamida vinillash reaksiyasi boshlang'ich moddalar va katalizatorning agregat holati turlicha bo'lganligi sababli jarayon fazalar chegarasida uch bosqichda boradi. Bunda dastlabki bosqichda tanlangan substrat 3-metil-1-fenilpentin-1-ol-3 katalizator yuzasiga olib kelinadi, ya'ni $Ti(O^iPr)_4/C_{akt}$ yuzasida atsetilen spirti molekullari joylashadi va bu esa o'z o'rnida deformatsiyaga uchraydi, natijada titan tetraizopropiloksid molekulasidagi anionning chiqib ketishi va unga spirt molekulasidagi vodorod kationini birikishi, ya'ni chegaralovchi (limitlovchi) bosqichi kuzatiladi. Titan kationi esa atsetilen spirti anioni bilan o'zaro bog'lanib reaksiyaning kinetik bosqichiga intilishi kuzatiladi va barqarorligi hamda faolligi yuqori bo'lgan alkogolyatga aylanadi. Keyingi bosqichda faol komponent hisoblangan atsetilen spirtining titanli alkogolyatiga atsetilenning adsorbsiyalanishi kuzatiladi. Bunda reaktorda bosimning ortishi hisobiga reaksiya tezligi va katalizatorning faolligi ortishi bilan Ti-O bog'ining uzilishi va unga atsetilenning hujum qilishi uchun qulay muhit yuzaga keladi. Natijada atsetilen spirtining oraliq kompleks birikmasi hosil bo'ladi va reaksiya tezligining ortishiga sharoit yaratadi. Oraliq kompleks birikmaning hosil bo'lishida atsetilen spirtining titanli alkogolyatiga adsorbsiyalangan konsentratsiyaga teng bo'lgan va adsorbsiyalanish to'yinguncha atsetilenning berilishini oshirib borish talab etildi va bu reaksiya tezligini ortishiga ham olib keldi. Natijada bosimning ortishi kuzatildi, bu esa bir vaqtda sistemada faol molekullar sonining ortishi, reaksiya o'z yo'nalishida to'g'ri borishini ta'minladi. Atsetilen miqdorining haddan tashqari oshib ketishi katalizator aktivligini va faol markazlar sonini kamaytirishi, ularning o'lchamlarini kichraytirishi, diffuziyalanishni sekinlashtirishi va tezda eskirib qolmasligini oldini olish maqsadida jarayonda atsetilenning berilishi doimiy nazorat qilib boriladi. Tadqiqotning so'nggi bosqichida atsetilen spirtining oraliq kompleks birikmasi gidrolizga uchrab mos ravishdagi vinil efiriga aylanadi.

Ushbu usul bo'yicha tanlangan atsetilen spirtlarini vinillash jarayoniga, mahsulot unumiga va reaksiyaning borishiga ta'sir qiluvchi omillar tizimli ravishda tadqiq qilindi. Dastlab atsetilen spirtlarini vinillash jarayoni uchun harorat 40÷100 °C intervallar oralig'ida olib borilgan tadqiqotlar tahlil qilindi (1-Jadval).

1-Jadval

**Atsetilen spirtlari vinil efirlari unumiga harorat ta'siri
(reaksiya davomiyligi 10 soat)**

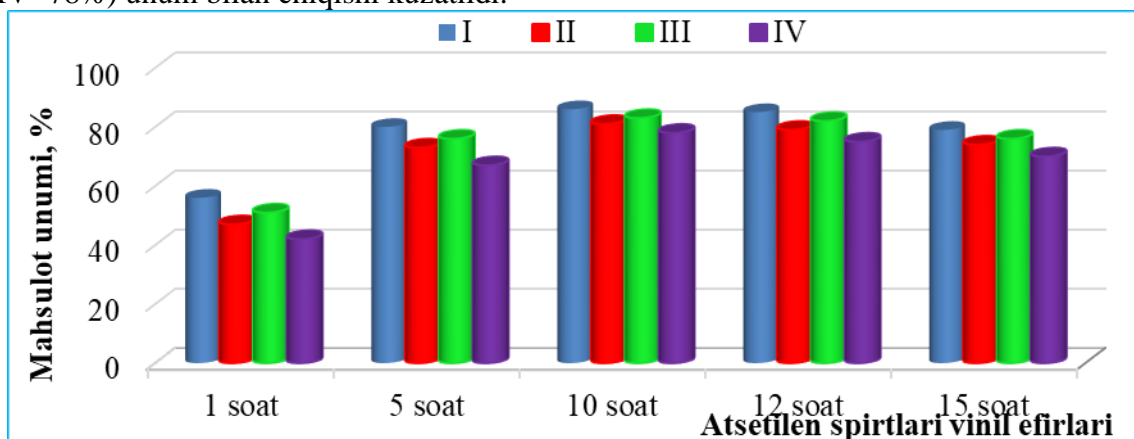
Harorat, °C	Mahsulot unumi, %			
	I	II	III	IV
40	58	49	52	46
60	86	81	83	78
90	84	79	81	75
100	76	70	72	66

Tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, mahsulot unumiga haroratning ta'siri sezilarli darajada ta'sir qilishi kuzatildi, jumladan, reaktordagi harorat 40 °C bo'lganda atsetilen spirtiga atsetilen nukleofil hujum qilsa-da, reaksiyaning to'liq va oxirigacha bormasligi, atsetilenning katalizatorlar yuzasiga adsorbtsiyasi kuzatilsa-da, katalitik markazlar faolligi pastligi natijasida mahsulot unumi yuqori chiqmadi. Reaktordagi haroratni 60 °C ga oshirganimizda esa mahsulot unumi eng maksimumda chiqishi aniqlandi. Bunda reaktordagi harorat 60 °C ga yetishi bilan $Ti(O^iPr)_4$ katalizatori eng yuqori faollikga ega bo'ldi hamda uning reaksiyaning borishiga ta'siri kuchayib bordi, reaksiyada esa eng muqobil katalitik effekt hosil bo'ldi. Bu esa o'z navbatida atsetilen spirtining atsetilen bilan birikishi uchun eng qulay muhit yaratilishiga olib keldi. Ushbu muhitda atsetilen spirti molekulasida deformatsiyaga uchrab, atsetilen bilan bog'lanishlar maksimum miqdorga yetganligini ko'rsatib berdi. Bundan tashqari bu haroratda hosil bo'lgan vinil efirlari barqarorligi ham stabillashdi, atsetilen spirtining deprotonlanishi, $Ti(O^iPr)_4$ molekulasining anion qismi titandan to'liq ajralishi jarayon uchun qulay katalitik muhitni hosil qildi. Bu o'z navbatida reaksiya tezligini oshirishini va mahsulot unumini maksimum chiqishini ta'minladi. Tadqiqot natijalariga asosan 60 °C harorat $Ti(O^iPr)_4$ ning muqobil harorati ekanligi aniqlandi, hamda katalizator aktivligining eng sermahsul, foydali davri, deb hisoblandi. Ammo harorat yanada oshirilganda katalizator o'z stukturasini o'zgartirganligi tashqi aktiv markazlar yo'qolib borishi, katalizatorning zaharlanishi hisobiga mahsulot hosil bo'lish selektivligining pasayishi kuzatildi. Bunda haroratning $Ti(O^iPr)_4$ ning muqobil ishlaydigan ish haroratidan oshib ketganligi sababli katalizatorning katalitik faolligi kamayib ketishi (zaharlanishi), katalitik markazlarning passiv holatga tushib qolishi hisobiga yondosh (qo'shimcha) reaksiyalar, jumladan, degidratlanish, polimerlanish jarayonlarining borishi hisobiga vinil efirlari unumi pasaydi.

Yuqori unumda vinil efirlari olish maqsadida mahsulot unumiga reaksiya davomiyligi ta'siri o'rganildi (1-rasm).

Rasmdan ko'rinib turibdiki, atsetilen spirtlarini vinillash reaksiyasi 10 soatda olib borilganda vinil efirlar hosil bo'lishi eng samarali bo'ldi. Buni shunday izohlashimiz mumkin. Dastlab atsetilen spirtlari $Ti(O^iPr)_4$ bilan ta'sirlashib kuchli nukleofil zarrachalar, ya'ni alkogolyatlar hosil qiladi, alkogolyatlar hosil bo'lishi to'rt bosqichdan iborat ($Ti(O^iPr)_4$ molekulasidagi to'rtta gidroksiizopropil anionining ajralib chiqishi) bo'lib, har bir bosqich uchun ma'lum bir vaqt talab etadi. Reaksiyaning keyingi bosqichi reaksiyaning tezligini belgilovchi muhim bosqichi hisoblanadi, ya'ni oraliq mahsulot-karbanionlar hosil bo'ladi va hosil bo'lgan beqaror karbanion atsetilen bilan birikib faol katalitik kompleks birikmani hosil qiladi. Ushbu kompleks birikma gidrolizga uchrashi natijasida mos ravishdagi vinil efirlari hosil bo'ladi. Ushbu jarayonlar uchun tanlangan $Ti(O^iPr)_4$ katalizatorida vinillash sekinlik bilan, ya'ni biroz induksion (yetilish) vaqtdan so'ng boshlanadi. Bu davrda, reaksiya davomiyligi 8-10 soat davom etishi bilan

katalizatorlarni aktivligi ortib bordi va selektivligi to'liq cho'qqiga chiqdi. Sistemada faol kompleksning hosil bo'lishi bilan reaksiyaning faollanish energiyasini kamayishi va reaksiya tezligi ortishi natijasida mahsulot unumi eng yuqori (I- 86%, II- 81%, III- 83% va IV- 78%) unum bilan chiqishi kuzatildi.



1-rasm. Atsetilen spirtlari vinil efirlari unumiga reaksiya davomiyligi ta'siri (harorat, 60 °C)

Reaksiya davomiyligi 15 soat davom ettirilganda esa $Ti(O'Pr)_4$ ning aktivligi va turg'unligi biroz pasayishi aniqlandi, vaqtning katalizator muqobil ish sharoitidan (10 soatdan) ortganligi sababli barqaror ishlay boshladi. Ushbu davrda sistemada hosil bo'lgan oraliq moddalarning katalizator yuzasiga ta'siri natijasida katalizator yuza birligidagi katalitik aktivlikni pasayishi, ya'ni g'ovaklarning yemirilishi va qo'shimcha moddalar bilan berkilib (to'lib) qolishi katalizatorning tez eskirishi, hamda ko'p miqdorda katalitik zaharlarning hosil bo'lishiga qulay sharoit yaratdi.

Atsetilen spirtlarining vinillash reaksiyasi uchun muqobil sharoitni topish maqsadida sintez jarayonining borishi va mahsulot hosil bo'lish unumiga tanlangan katalizator ($Ti(O'Pr)_4$) miqdorining ta'siri o'rganildi (2-Jadval).

Vinillash reaksiyasi uchun tanlangan katalizator- $Ti(O'Pr)_4$ massasi faollangan ko'mir massasiga nisbatan 3, 5, 8 va 10% miqdorda olingandagi katalitik komponentlar ishtirokida olib borildi. Tadqiqot natijalari tahlili shuni ko'rsatdiki, $Ti(O'Pr)_4$ miqdori C_{akt} massasiga nisbatan 8% olinganda atsetilen spirtlari vinil efirlari yuqori unumda hosil bo'lishi kuzatildi va muqobil miqdor sifatida tanlandi.

$Ti(O'Pr)_4$ miqdorini 10% ga oshirilganda vinil efirlari hosil bo'lish selektivligida o'sish deyarli kuzatilmadi. Katalizator miqdori minimum 3 yoki 5% miqdorlarda olinganda esa jarayonda yetarli miqdorda faol markazlar, karbanionlar hosil bo'lmasligi natijasida atsetilen diffuziyasi ham samarali natija bermadi. Bu esa vinil efirlar unumi past chiqishini ta'minladi.

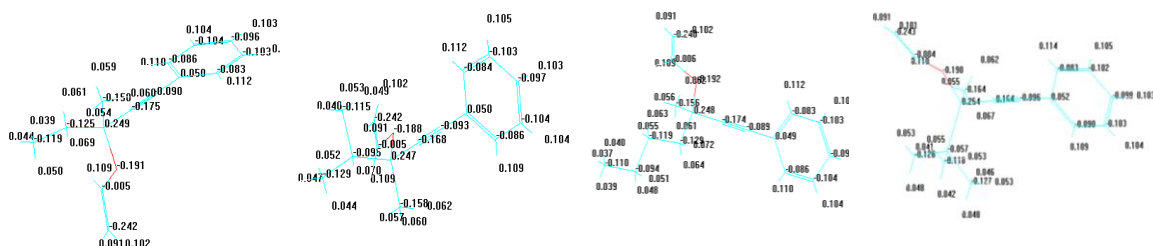
2-Jadval

Atsetilen spirtlari vinil efirlari unumiga katalizator $Ti(O'Pr)_4$ miqdorining ta'siri (harorat, 60 °C, reaksiya davomiyligi 10 soat)

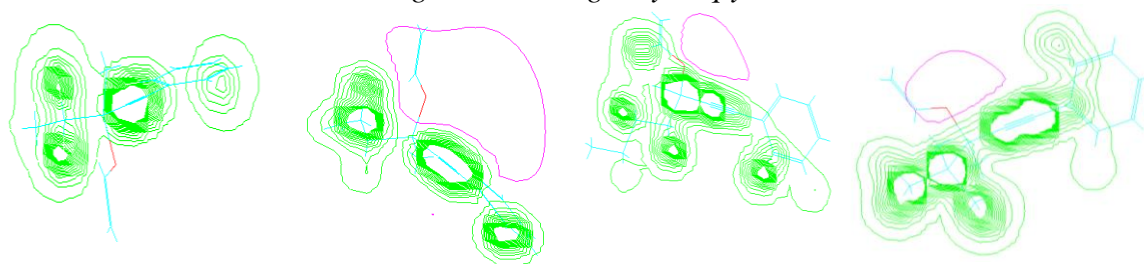
$Ti(O'Pr)_4$ miqdori, C_{akt} massasiga nisbatan % da	Mahsulot unumi, %			
	I	II	III	IV
3	56	48	51	46
5	65	59	60	56
8	86	81	83	78
10	87	83	84	79

Sintez qilingan atsetilen diollarining tozaligi, tarkibi, tuzilishi va xususiy xossalari zamonaviy IQ-, 1H -YAMR, ^{13}C -YAMR spektroskopiya, mass-spektrometriya, xromatografik (YUQX, KX), kvant-kimyoviy, biologik va boshqa fizik-kimyoviy tadqiqot

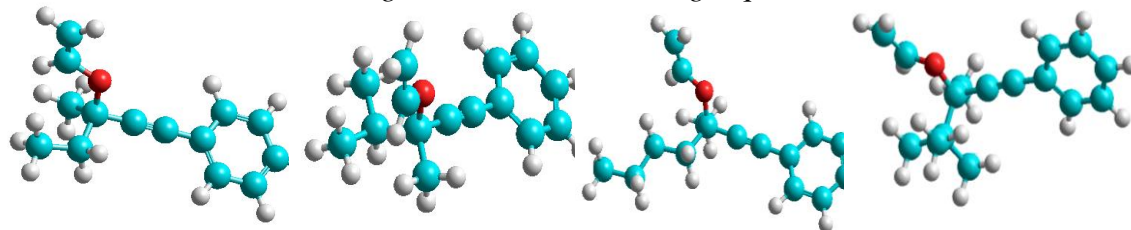
usullari yordamida tahlil qilindi. Xususiy konstantalari aniqlandi, energetik va kvant-kimyoviy kattaliklari hisoblandi. Sintez qilingan atsetilen spirtlari vinil efirlari molekularining fazoviy tuzilishi, molekularlarda zaryadlar va elektron zichlikning taqsimlanishi ASDFREE12 asosida tadqiq qilindi.



Molekuladagi atomlarning zaryad qiymatlari



Molekuladagi elektron zichliklarning taqsimlanishi



Molekulalarning 3D fazoviy struktura tuzilishi

Xulosa va takliflar. Atsetilen spirtini geterogen-katalitik usulda $\text{Ti}(\text{O}^i\text{Pr})_4/\text{C}_{\text{akt}}$ katalitik komponenti yordamida atsetilen ishtirokida vinillash reaksiyasi 60°C haroratda, 10 soatda, $\text{Ti}(\text{O}^i\text{Pr})_4$ miqdori, C_{akt} massasiga nisbatan 8% qilib olinganda maksimum unum bilan atsetilen spirtlari vinil efirlari sintez qilingan va jarayon uchun muqobil sharoit qilib tanlangan.

Sintez qilingan atsetilen spirtlari vinil efirlarining xususiy xossalari aniqlangan, tozaligi, tarkibi va tuzilishi zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida isbotlangan.

Atsetilen spirtlari vinil efirlarini sintez qilishda qoʻllanilgan katalitik sistemaning mahsulot unumiga va reaksiyaning borishiga taʼsiri oʻrganilgan, $\text{Ti}(\text{O}^i\text{Pr})_4/\text{C}_{\text{akt}}$ ning selektivligi, samaradorligi va stabiligi kabi xossalari tadqiq qilingan.

Atsetilen spirtlar molekulasidagi radikallar tabiati va ularning fazoviy taʼsir etish xossasiga koʻra ularning dimerlanish jarayonining faollanish (samaradorlik) qatori aniqlandi. Olingan natijalarga koʻra mahsulot unumi– 3,4,4-trimetil-1-fenilpentin-1-ol-3 vinil efiri < 3,4-dimetil-1-fenilpentin-1-ol-3 vinil efiri < 3-metil-1-fenilgeptin-1-ol-3 vinil efiri < 3-metil-1-fenilpentin-1-ol-3 vinil efiri qatori boʻyicha oshib borishi isbotlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar roʻyxati

1. Bobkov, A. S., Vitkovskaya, N. M., & Trofimov, B. A. (2020). Cascade assembly of 4,5,6,7-tetrahydroindole from cyclohexanone oxime and acetylene in KOH/DMSO superbases medium: a quantum chemical study. *The Journal of Organic Chemistry*, 2020. Volume 85, pp.

6463–6470.

2. Салиев М.И., Охундадаев А.К., Нурмонов С.Э., Абидов И. Реакция винилирования тимола с ацетиленом в супер-основной среде // *Universum: Химия и Биология*, 2020. №10 (76). 10763.

3. Nadezhda M. Vitkovskaya, Vladimir B. Orel, Vladimir B. Kobychiev, Alexander S. Bobkov, Elena Yu. Larionova, Boris A. Trofimov Exploring acetylene chemistry in superbasic media: A theoretical study of the effect of water on vinylation and ethynylation reactions with acetylene in KOH/DMSO and NaOH/DMSO systems // *Journal of Physical Organic Chemistry*, 2016. Volume 30, Issue 8, e3669.

4. Ledovskaya, M. S., Voronin, V. V., & Rodygin, K. S. Methods for the synthesis of O-, S- and N-vinyl derivatives. // *Russian Chemical Reviews*, 2018. Volume 87, Issue 2, pp. 167–191.

5. Trofimov, B. A., Schmidt, E. Y., Skital'tseva, E. V., Bidusenko, I. A., Zorina, N. V., & Mikhaleva, A. I. Base-catalyzed O-vinylation of tertiary propargylic alcohols with acetylene: First examples. // *Mendeleev Communications*, 2012. Volume 22, Issue 2, pp. 62–63.

6. Trofimov, B. A., Oparina, L. A., Kolyvanov, N. A., Vysotskaya, O. V., & Gusarova, N. K. Nucleophilic addition to acetylenes in superbasic catalytic systems: XVIII. Vinylation of phenols and naphthols with acetylene. *Russian Journal of Organic Chemistry*, 2015. №51(2), –C. 188–194.

7. Баженов В.В. Исследование структуры полимерных винил-фенилсилсесквиоксанов и получение разветвленных полиметаллов хелатосилсесквиоксанов на их основе: – Владивосток.: Наука Востока, 2014. – 113 с.

8. Reppe, Walter Vinylation. I. Vinyl ethers and vinyl esters // *Justus Liebigs Annalen der Chemie*, 1956. 601, pp. 84–111.

9. Brian Spiegelberg, Haijun Jiao, Reni Grauke, Christoph Kubis, Anke Spannenberg, Adrian Brandt, Andreas Taden, Horst Beck, Sergey Tin, Johannes G. de Vries. Use of Iridium-Catalyzed Transfer Vinylation for the Synthesis of Bio-Based (bis)-Vinyl Ethers // *Advanced Synthesis & Catalysis*, 2022. Volume 364, Issue 7, pp. 1251–1263.

10. Voronin, V.V., Ledovskaya M.S., Bogachenkov A.S., Rodygin K.S., Ananikov V.P. Acetylene in organic synthesis: Recent progress and new uses // *Molecules*, 2018. Volume 23, pp. 2442–2525.

11. Matake, R., Adachi, Y., & Matsubara, H. (2016). Synthesis of vinyl ethers of alcohols using calcium carbide under superbasic catalytic conditions (KOH/DMSO). *Green Chemistry*, 2016. Volume 18, Issue 9, pp. 2614–2618.

12. Maja Finnveden, Sara Brännström, Mats Johansson, Eva Malmström, and Mats Martinelle Novel sustainable synthesis of vinyl ether ester building blocks, directly from carboxylic acids and the corresponding hydroxyl vinyl ether, and their photopolymerization[†] // *RSC Advances*, 2018. Volume 8, Issue 44, pp. 24716–24723.

13. Nun P., Eghabf J.D., Oliva M.M., Nolan S.P. Reaction of acetylene and its homologues of α -, β -, D-, L- glycosides and their chemical mechanisms. // *Chemical European Journal*, 2012. №18, pp. 1064–1067.

14. Ziyadullayev O.E., Ergashev Yo.T. Theoretical of gamogen-catalytic vinylation reaction of aromatic acetylene alcohols // XI Mezina'rodni ved'ecko-practicka conference "Moderni vymozenosti vedy-2015". – Praha: Chekh Republik, 2015. pp. 54–56.

15. Зиядуллаев О.Э., Икрамов А. Гетерогенно-каталитическое винилирование ароматических ацетиленовых спиртов в присутствии ацетилена // Российский конгресс по катализу «Роскатализ-II». – Самара: Россия, 2014. – С. 89–90.

16. Ziyadullaev O.E., Abdurakhmanova S.S., Samatov S.B., Otamukhamedova G.Q., Narbayev U.G. The role of catalysts in the synthesis of acetylene alcohols and their vinyl esters by catalytic methods of petroleum products // III International Scientific-Technological symposium "Catalytic Hydro Processing in Oil Refining", Lyon, France, 2018. pp. 233–235.

KO'P YADROLI POLIMETILEN AROMATIK KARBON KISLOTA SINTEZI VA TUZILISHINI O'RGANISH

Karimova Zilola Maxmudovna

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti, assistent

karimova_zm75@gmail.com

ORCID 0009-0007-6337-958X

Nurmanov Suvankul Erxanovich

O'zbekiston Milliy universiteti, t.f.d., professor

Nurmanov_SE@mail.ru

ORCID 0009-0007-6337-958X

Kodirov Orifjon Sharipovich

O'zbekiston Milliy universiteti, f.f.n., dotsent

oqsh@bk.ru

ORCID 0009-0007-6337-958X

UDK – 661.0(542)-9(321)

Annotatsiya. Uglevodorodlar piroliz jarayonida asosiy mahsulot (etilen, propilen, buten-1, vodorod) bilan bir qatorda ikkilamchi mahsulotlar (piroliz distillyati, piroliz moyi va tar-mahsulot) ham hosil bo'ladi. Piroliz jarayonida hosil bo'lgan ikkilamchi mahsulotlar o'z navbatida qayta ishlanib sanoatning turli sohalarda qo'llaniladigan muhim xomashyolar olinadi. Ikkilamchi mahsulotlardan olingan materiallardan kimyo sanoati, neft va gazni qayta ishlash korxonalari, energetika, farmatsevtika, qurilish, qishloq xo'jaligi va boshqa sohalarda ishlatiladigan reagentlar ishlab chiqariladi. Maqolada mahalliy xomashyolar tarkibidan ajratib olingan ko'p yadroli aromatik uglevodorodlar asosida kuchsiz kislotali polikondensatsion tipdagi kationitlar sintezi va ularning tuzilishini turli fizik-kimyoviy tahlil usullari bilan o'rganish maqsadida olib borilgan izlanishlar natijalari keltirilgan. Tadqiqot uchun "Uz-Kor Gas Chemical" QK MChJ piroliz jarayoni ikkilamchi mahsuloti tar-mahsulot tanlangan va uning tarkibidan ko'p yadroli aromatik uglevodorodlarni fraksiyalash yo'li bilan ajratib olinib keyingi ishlarda xomashyo sifatida foydalanilgan.

Kalit so'zlar. Tar-mahsulot, piroliz distillyati, ko'p yadroli arenlar 1-metilantrasen, 2-metilantrasenlar, 9-metilantrasen, β -antrasen karbon kislota, polikondensatsiya.

STUDYING THE SYNTHESIS AND STRUCTURE OF POLYMETHYLENE AROMATIC CARBOXYLIC ACIDS

Annotation. During pyrolysis of hydrocarbons, in addition to the main product (ethylene, propylene, butene-1, hydrogen), secondary products (pyrolysis distillate, pyrolysis oil and tar product) are formed. The secondary products formed during the pyrolysis process, in turn, are processed and obtained as important raw materials used in various industries. Reagents used in the chemical industry, oil and gas processing plants, energy, pharmaceuticals, construction, agriculture and other industries are produced from materials obtained from secondary products.

The article presents the results of studies conducted to study the synthesis of weakly acidic polycondensation type cation exchangers based on polynuclear aromatic hydrocarbons isolated from local raw materials, and their structure by various methods of physicochemical analysis. A secondary product of the pyrolysis process of JV Uz-Kor Gas Chemical LLC was selected for the study; polynuclear aromatic hydrocarbons were isolated from its composition by fractionation and used as raw materials in further work.

Keywords. Resin product, pyrolysis distillate, polynuclear arenes, 1-methylantracene, 2-methylantracenes, 9-methylantracene, β -anthracenecarboxylic acid, polycondensation.

Kirish. Tar-mahsulot tarkibidan olingan ko'p yadroli arenlar asosida polimetilen aromatik karbon kislota sintez qilib olingan. Uglevodorodlar piroliz jarayonida asosiy mahsulot (etilen, propilen, buten-1, vodorod) bilan bir qatorda ikkilamchi mahsulotlar (piroliz distillyati, piroliz moyi va tar-mahsulot) ham hosil bo'ladi. Piroliz jarayonida hosil bo'lgan ikkilamchi mahsulotlar o'z navbatida qayta ishlanib sanoatning turli sohalarida qo'llaniladigan muhim xomashyolar olinadi. Ikkilamchi mahsulotlardan olingan materiallardan kimyo sanoati, neft va gazni qayta ishlash korxonalari, energetika, farmatsevtika, qurilish, qishloq xo'jaligi va boshqa sohalarda ishlatiladigan reagentlar ishlab chiqariladi. Respublikamizda ham piroliz jarayoni asosida quyi olefinlar ishlab chiqarish korxonalari faoliyat yurg'izmoqda va unda olefinlar qatorida ikkilamchi mahsulotlar ham hosil bo'lishi tabiiy, albatta. Shuning uchun bugungi kunda mamlakatimiz hududida neft, gaz mahsulotlarini chuqur qayta ishlash natijasida olinadigan asosiy, hamda ikkilamchi mahsulotlarni qayta ishlab import almashinadigan, eksportbop, keng qo'llanilish sohalariga ega qimmatbaho reagentlar ishlab chiqarish texnologiyasini ishlab chiqish, mavjudlarini takomillashtirish hal qilinishi kerak bo'lgan muhim muammolardan hisoblanadi.

Oxirgi yillarda sanoat oqova suvlarining miqdorini ortishi, ichimlik suv miqdorining kamayib borishi kabi tabiiy va sun'iy o'zgartirishlar yangi turdagi kationitlar va ularning xomashyo bazalarini izlab topish bo'yicha ilmiy tadqiqotlarni talab qiladi. Bu borada dunyo olimlari orasida keng miqyosda ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Shular bilan bir qatorda mamlakatimizda ham bunday izlanishlarga e'tibor qaratilgan.

Respublikamizda so'nggi yillarda kimyo sanoatida mahalliy xomashyolardan samarali foydalangan holda import mahsulotlarni bosqichma-bosqich qisqartirish orqali eksportbop mahsulotlar ishlab chiqarish, qayta ishlash natijasida hosil bo'ladigan ikkilamchi mahsulotlardan to'g'ri foydalanish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Ko'p yadroli aromatik uglevodorodlar karbon kislota formalin bilan polikondensatsiya jarayonida kuchsiz kationit, ya'ni ko'p yadroli polimetilenaromatik karbon kislota olingan va IQ-spektr, TGA va DTA tahlil usullarida tarkibi solishtirma o'rganilgan.

Tar-mahsulot – bu pirolizning ikkilamchi mahsuloti bo'lib, uning tarkibi xomashyoga bog'liq bo'lib, qaynash harorati 340°C dan yuqori bo'lgan uglevodorodlar aralashmasidan iborat. Hozirda piroliz mahsulotlari aniq ishlatilish sohasiga ega bo'lmasdan, aksariyat hollarda bug' qozon yoqilg'isining tarkibiy qismi sifatida ishlatilib kelinmoqda.

Belarus olimlari tomonidan tar-mahsulot tarkibini xromatografiya natijalarini tahlil qilish natijasida 225 dan ortiq individual moddalar borligi aniqlangan. Ular tarkibida og'irlik bo'yicha 67 % aromatik uglevodorodlar va ko'p yadroli aromatik uglevodorodlar 48% gacha uchraydi [1,2].

Tar-mahsulot haydash orqali fraksiyalarga ajratildi va ularning tarkibi o'rganildi. 320-350°C oralig'idagi fraksiya tarkibini 1-metilantracen, 2-metilantracenlar 9-metilantracen 80% gacha, 360-370° C dagi fraksiya tarkibini 2,7-dimetilantracen 48% gacha tashkil qiladi.

Tadqiqot obyekti bo'lgan polimetilenantracen karbon kislota (PMAK) natriyli va kalsiyli tuzlari bo'lib, tarkibida yuqori molekulyar fraksiyalar miqdori ko'p bo'lgan yuqori effektivlikka ega suyultiruvchidir. Sintez qilingan polikondensat tarkibida ozod

formaldegid bo'lib, tayyor mahsulotning ekologik xarakteristikalariga negativ ta'sir qiladi.

Polimetilenantrasen karbon kislotalar ishlab chiqarish texnologik jarayoni quyidagi etaplardan iborat:

– β -antrasen karbon kislota olish maqsadida 2-metilantrasenni konsentrlangan nitrat kislota bilan oksidlash;

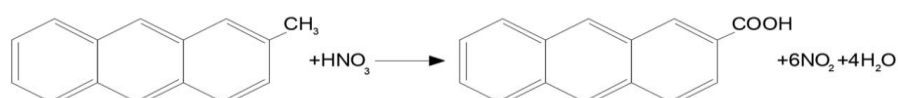
– polimetilantrasen karbon kislota olish uchun formaldegid bilan β -antrasen karbon kislota polikondensatsiya jarayoni;

– olingan reaksiya mahsulotini natriy gidroksid yoki kalsiy gidroksid bilan neytrallash;

– qo'shimcha eritmasini natriy/kalsiyli cho'kmalardan tozalash maqsadida filtrlash.

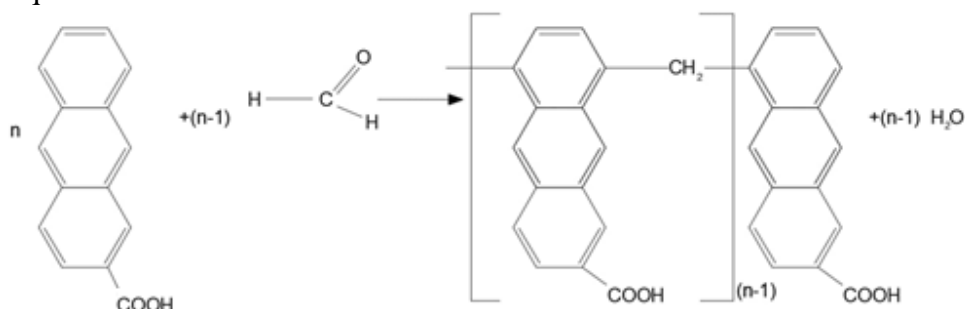
Jarayon sharoitidan kelib chiqib turli xususiyatdagi moddalar hosil bo'ladi. Texnologik jarayonning barcha etaplarini tahlil qilamiz.

2-metilantrasenni konsentrlangan nitrat kislota bilan oksidlash etapida β -naftalin karbon kislota olinishi asosiy jarayon hisoblanadi.



Oksidlash jarayoni haroratiga bog'liq ravishda turli antrasen kislotalar aralashmasi hosil bo'ladi.

Antrasen karbon kislotalarni formalin bilan polikondensatsiya reaksiyasi quyidagi sxema orqali boradi:



Polikondensatsiya jarayoni 110⁰C haroratda bir necha sutka davomida olib boriladi. Qancha ko'p vaqt jarayon davom etsa, mahsulot tarkibidagi polimerlanish darajasi yuqori, modda miqdori ortadi va mahsulot tarkibidagi aktiv modda miqdori ham yuqori bo'ladi. Jarayonning tugashini namunalar olib tekshirish orqali nazorat qilinadi. Sovuganda olingan polikondensat qovushqoq massaga aylanadi, cho'zilganda ingichka tola bo'lib cho'ziladi va suvda eriydi.

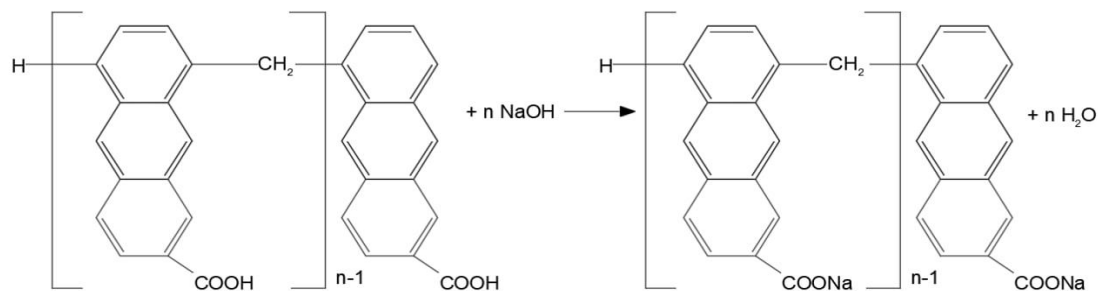
Polikondensatsiya jarayoni vaqtini va energoresurslar sarfini kamaytirish maqsadida jarayon yuqori bosim bilan ishlaydigan qurilmada yuqori haroratda olib borildi, bunda reaksiya bir necha soat ichida yakunlanadi. Formalin reaksiya aralashmaga bir necha nuqtadan va reaksiya massaning ostidan ham kiritiladi, maqsad formalinni reaksiya massa bo'yicha bir tekis taqsimlanishini ta'minlashdan iborat. Agar formalin bir nuqtadan berilsa, reaksiya massaning qovushqoqligini ortishiga, natijada qurilma aralashirgichi, boshqa qismlarining ishdan chiqishi kabi noxush oqibatlarga olib kelishi mumkin.

Polikondensatlanish jarayoni mahsulotlarni natriy gidroksid bilan neytrallash etapida polimetilenantrasen karbon kislota natriy tuzlari hosil bo'ladi. Kondensatlangan massaga ma'lum miqdorda suv aralastirib suyultiriladi, sovutiladi va ishqor eritmasi solinadi. Natriy gidroksid eritmasi muhit neytral bo'lgunga qadar aralastiriladi.

Qo'shimchani sintezi jarayonida qoldiq formaldegid massa ulushi 0,001% odatdagiga qaraganda ko'proq qoladi, bu odamlar ko'p bo'ladigan binolarni ichki dekoratsiyasi uchun qo'llaniladigan qurulish materiallari tarkibiga qo'llab bo'lmaydi [3].

Qo'shimchani ishlab chiqarish jarayonidagi qoldiq formaldegid massa ulushini kamaytirish maqsadida Kannitsaro reaksiyasidan foydalanishni taklif qilishgan. Bunda formaldegid molekullari o'zaro ta'sirlashib turli zararsiz organik moddalarga aylanadi.

Neytrallanish jarayoni reaksiya tenglamasi quyidagicha:



Bunday jarayonda disproportsilanish reaksiyasi sodir bo'lib formaldegidning bitta molekulasini qaytariladi ikkinchi molekulasini oksidlanadi, jarayonning katalizatori sifatida ishqorlar asosiy rol o'ynaydi [4]:



Alfa holatida vodorod atomi bo'lmagan aldegidlar konsentrlangan ishqor eritmalari ta'sirida disproportsilanish jarayoniga uchrab karbon kislota va spirt hosil qiladi.

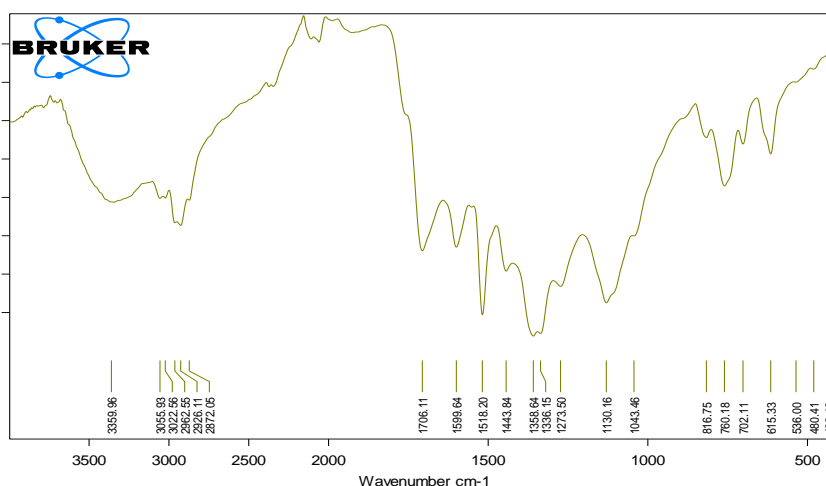
Kannitsaro reaksiyasi mexanizmi ikki bosqichda nukleofil birikish reaksiyasi birlashtiradi: birinchi bosqichda gidroksil anioni formaldegid molekulasining karbonil guruhiga birikadi, keyin bunday addukt birikmadan gidrid-anion ko'rinishda vodorod ajraladi va formaldegidning ikkinchi molekulasini bilan birikadi. Masalan formaldegid kaliy formiat bilan metil spirtiga aylanadi (muhitda kaliy gidroksid bo'lgani uchun).

Kannitsaro reaksiyasini 100°C yuqori haroratda bir necha soat davomida olib borildi. Jarayon tugugandan so'ng past konsentratsiyali sulfat kislota eritmasi bilan mahsulot neytrallandi. Natijada jarayonning suyuq mahsuloti tarkibida formaldegidning massa ulushi 0,001% dan ortmadi.

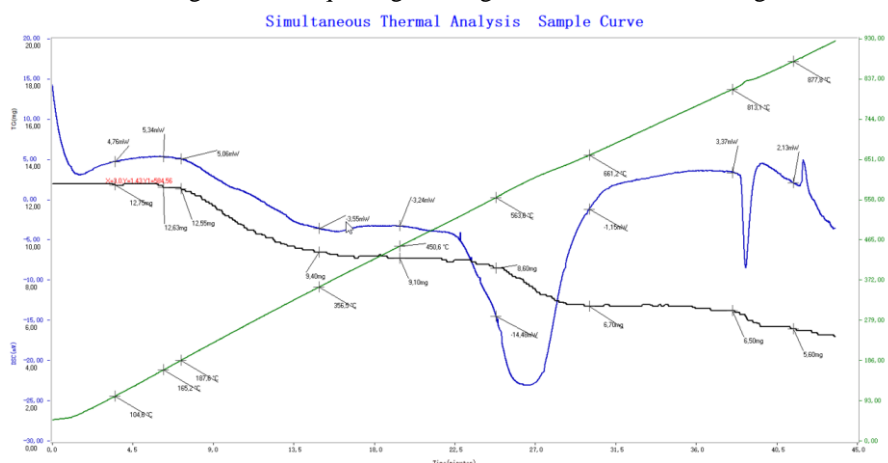
Sintez qilingan qo'shimcha eritmasini transportabelligini baholash maqsadida uning konsentratsiyasi va zichligi orasidagi bog'liqlik aniqlandi. Suyultiruvchi-plastifikatorning gipsli aralashmaga ta'sir ko'rsatadigan, Suttard usuli bilan aniqlanadigan eng muhim xususiyatlaridan biri bu plastiklik ko'rsatgichidir [5].

Natijalar va muhokama. Sintez qilingan 1-antrasen karbon kislotaning IQ-spektri olindi va tahlil qilindi (1-rasm). Quyidagi IQ-spektrning tahlili shuni ko'rsatadiki, 3359,96 cm^{-1} sohada -OH guruhining valent tebranishi, 3055,93 cm^{-1} sohada aromatik yadrodagi C-H bog'ining valent tebranishi, 1130,16 cm^{-1} sohada -COOH guruhning valent tebranishini ko'rishimiz mumkin [6].

2-Rasmda keltirilgan ma'lumotlar vazn yo'qotish bilan namuna tuzilishining o'zgarishini ko'rsatadi, birinchi bosqichda 104,6-356,5°C oralig'ida 26,27 %, ikkinchi bosqich esa 450,6-661,2°C, bu oraliqda 21,12%, 813,1-877,8°C gacha esa 8,63% modda massasini yo'qotdi.



1-rasm. 1-antracen karbon kislotaning IQ-spektri
Kationitning termik barqarorligi termogravimetrik usul bilan o'rganildi.



2-rasm. Kationitning TG - termogravimetrik egri; DTA - differensial termik egri chizig'i

Olingan kationit 900°C gacha qizdirilganda umumiy 56,07% massasini yo'qotishi aniqlandi. O'rganilayotgan kationitlarning differensial termik egri ikki endotermik cho'qqi bilan ifodalanadi. Bu endotermik ta'sir $450,6-661,2^{\circ}\text{C}$ va $813,1-877,8^{\circ}\text{C}$ oraliqlarida sodir bo'lgan bu kationitdan termik destruksiya bilan tushintirish mumkin. KU-2 kationit uchun $353-413\text{ K}$ da energiya yutilishi bilan endotermik tepalik kuzatiladi va uning destruksiya esa 423 K da kuzatiladi [7,8]. Shunday qilib, antracen asosidagi olingan kationitning termal barqarorligi KU-2 kationitdan yuqori ekanligini ko'rish mumkin.

Xulosa va takliflar. Uglevodorodlar piroliz jarayoni ikkilamchi mahsuloti tar-mahsulotdan olingan antracen asosida polimetilenantracen karbon kislotalar olindi va bu polimerning chiziqli oligomerini superplastifikator sifatida beton aralashmalarida, fazoviy polimeri kationit sifatida foydalanish mumkinligi aniqlandi.

Sintez natijasida olingan mahsulotlarning tarkibi, tuzilishi va xossalarini o'rganish, tahlil qilishda IQ-spektr, TGA-DTA analizlardan foydalanildi.

Sintez qilingan chiziqli tuzilishga ega oligomerlarni superplastifikator sifatida beton qarishmalariga qo'llash orqali qarishmaning plastikligini va mustahkamligini oshirishi o'rganildi.

Sintez qilingan polimetilenantracen karbon kislotaning kationit xossasi o'rganildi zavodlardagi aylanma suvlarni turli metall kationlaridan tozalashda kationit sifatida amaliyotga joriy etildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. Определение строения органических соединений. – М: Мир, 2006.
2. Браун Д., Флорид А., Сейнзбери М. Спектроскопия органических веществ. – М: Мир, 1992.
3. Беллами Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул. – М.: Мир, 1971.
4. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. – М.: Мир, 1965.
5. Беллами Л. ИК-спектры сложных молекул. – М.: Мир, 1963.
5. Кенжаев А.Қ., Нурмонов С.Э., Хакбердиев Ш.М. Синтез и свойства полиметилена нафталин сульфокислоты на основе вторичного продукта пиролиза углеводородов. // *Universum: химия и биология*. – Москва, 2022. – № 7(97). Часть 2. – С. 31–37.
6. Кенжаев А.Қ., Нурмонов С.Э., Қодиров О.Ш. Пиролиз жараёни маҳсулоти “пиролиз мойи” таркибини аниқлаш. // *Kompozitsion materiallar. Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali*. – Тошкент, 2021. №2. –Б. 15–17.
7. Kenjaev A.Q., Nurmonov S.E., Qodirov O.Sh. Synthesis of sulfokationits on the basis of secondary products. // “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий–техникавий журнал. – Бухоро. 2022. №5. –Б. 100–110.
8. Kenjaev A.Q., Nurmonov S.E., Qodirov O.Sh., Ikromov A. Piroliz jarayoni ikkilamchi mahsuloti asosida polimetilennaftalin sulfokislota sintezi. // *Kimyo va kimyo texnologiyasi. Ilmiy-texnikaviy jurnal*. – Toshkent. 2022. №3. –Б. 55–62.
9. Каримова З. М. и др. УГЛЕВОДОРОДЛАРНИНГ ПИРОЛИЗ ЖАРАЁНЛАРИ // ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ. – 2023. – Т. 19. – №. 6. – С. 6–10.
10. Orifjon K., Zilola K. INVESTIGATION OF THE PROCESS OF OBTAINING ADDITIVE FOR GYPSUMBOARD BASED ON POLYMETHYLENENAPHTHALINE CARBOXYLIC ACIDS // *Universum: технические науки*. – 2023. – №. 4-7 (109). – С. 55–59.

GEKSIN-1 VA BA'ZI GETEROATOMLI KETONLAR ASOSIDA ATSETILEN SPIRTLARI SINTEZI**Salieva Muyassar Kazimdjanovna**

Chirchiq davlat pedagogika universiteti, tayanch doktorant

muyassar.saliyeva@mail.ru

ORCID: 0009-0007-5655-9240

Ziyadullaev Odiljon Egamberdiyevich

O'zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi Akademiyasi boshlig'ining birinchi o'rinbosari, kimyo fanlari doktori, professor

bulak2000@yandex.ru

ORCID: 0000-0001-9576-1889

Otamuxamedova Go'zal Qamariddinovna

Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Ilmiy-tadqiqot, innovatsiyalar va ilmiy pedagogik kadrlar tayyorlash bo'limi boshlig'i, kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

gozal020003@yandex.ru

ORCID: 0009-0007-5655-9240

Ablaqulov Lochin Qo'chqarovich

Chirchiq davlat pedagogika universiteti tayanch doktoranti

Obloqulov@mail.ru

ORCID:009-0000-5760-4399

UDK 547.316.314.2.261.546.81.6.

Annotatsiya. Molekulasida oltingugurt, azot, kislorod, xlor va brom kabi geteroatomli o'rinbosarlar saqlagan ayrim ketonlar- 1-(tiofenil-2) etanon, 1-(3-

metiltiofenil-2) etanon, 1-(furanil-2) etanon, 1-(piridinil-4) etanon, 1-(5-xlortiofenil-2) etanon, 1-(5-bromtiofenil-2) etanonni geksin-1 bilan alkinillash jarayoni o'rganilgan. Alkinillash jarayoni ilk bor ProPhenol/Me₂Zn/TGF katalitik sistemada olib borilgan va mos ravishdagi atsetilen spirtlari- 2-(tiofenil-2)-oktin-3-ol-2, 2-(3-metiltiofenil-2)-oktin-3-ol-2, 2-(5-xlortiofenil-2)-oktin-3-ol-2, 2-(5-bromtiofenil-2)-oktin-3-ol-2, 2-(furanil-2)-oktin-3-ol-2, 2-(piridinil-4)-oktin-3-ol-2 sintez qilingan. Qo'llanilgan kompleks sistemalarning atsetilen spirtlarini hosil bo'lish samaradorligiga ta'siri taklif etilgan va reaksiya mexanizmlari keltirilgan. Mahsulot unumiga ta'sir qiluvchi bir qator omillar – harorat, reaksiya davomiyligi, katalizator va erituvchilar, substrat va reagentlar miqdori ta'siri tadqiq qilingan. Olingan natijalar asosida jarayonlar uchun eng muqobil sharoitlar topilgan. Sintez qilingan atsetilen spirtlarining tarkibi, tozaligi, tuzilishi va kvant-kimyoviy xossalari zamonaviy fizik-kimyoviy usullarda isbotlangan. Sintez qilingan atsetilen spirtlari unumining samaradorlik qatorlari aniqlangan. Biologik xossalari o'rganilgan.

Kalit so'zlar: geksin-1, ketonlar, katalitik sistema, mahsulot unumi, atsetilen spirtlari.

SYNTHESIS OF ACETYLENE ALCOHOL BASED ON HEXYN-1 AND SOME HETERATOMIC KETONES

Abstract. The process of alkylation of some ketones- 1-(tiophen-2-yl)etanone, 1-(3-metiltiophen-2-yl)etanone, 1-(furan-2-yl)etanone, 1-(piridin-4-yl)etanone, 1-(5-clorotiophen-2-yl)etanone, 1-(5-bromtiophen-2-yl)etanone containing heteroatomic substituents sulfur, nitrogen, oxygen, chlorine and bromine with hexine-1 was studied. The alkylation process was first carried out in the ProPhenol/Me₂Zn/THF catalytic system and acetylenic alcohols- 2-(tiophen-2-yl)-okt-3-yn-2-ol, 2-(3-metiltiophen-2-yl)-okt-3-yn-2-ol, 2-(5-clortiofen-2-yl)-okt-3-yn-2-ol, 2-(5-bromtiophen-2-yl)-okt-3-yn-2-ol, 2-(furan-2-yl)-okt-3-yn-2-ol, 2-(piridin-4-yl)-okt-3-yn-2-ol were synthesized. The effect of the used complex systems on the efficiency of the formation of acetylene alcohols is proposed and the reaction mechanisms are presented. A number of factors affecting product yield - temperature, duration of reaction, influence of amount of catalyst and solvents, substrate and reagents - were studied. Based on the obtained results, the most alternative conditions for the processes were found. The composition, purity, structure and quantum-chemical properties of the synthesized acetylene alcohols have been proven by modern physico-chemical methods. The efficiency ranges for the production of synthesized acetylene alcohols have been determined.

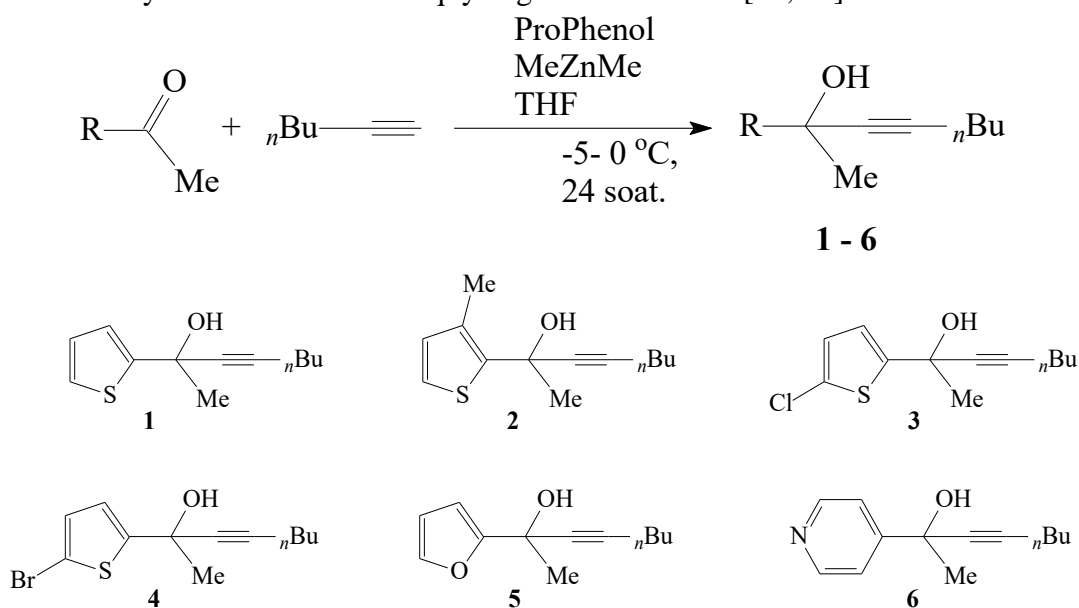
Key words: hexin-1, ketones, catalytic system, product yield, acetylene alcohols.

Kirish. Molekulasida galogenlar saqlagan atsetilen spirtlarini sintez qilish usullari va ularning qo'llanilish sohalari bo'yicha dunyoda keng qamrovli tadqiqotlar olib borilmoqda [1-3]. Atsetilen spirtlari sintezi, asosan, aldegid va ketonlarni enantiosektiv alkinillash reaksiyasi orqali amalga oshiriladi [4]. Molekulasida tarmoqlangan o'rinbosarlar tutgan ketonlarga -15 °C haroratda Me₂Zn/Se ëku Me₂Zn/PhMe yordamida fenilatsetilen ta'sir ettirib, 81-89% unumgacha atsetilen spirtlari sintez qilingan [5, 6]. Magniy va litiy organik reagentlar ishtirokida alkinlarning ketonlar bilan enantiosektiv nukleofil birikish reaksiyalari o'rganilgan [7]. Fenantrolin/Cu(OTf)₂/KO^tBu sistemasida galloidli ketonlarni 60 °C haroratda alkinlash reaksiyasi o'rganilgan. Erituvchilar sifatida toluol va tetragidrofuran qo'llanilgan [8]. Alkinlarning triflorometilketon bilan reaksiyasi 20 °C haroratda, 48 soat davomida Me₂Zn/Ti(O^tPr)₄ katalitik sistemada olib borilgan va 85-96% unum bilan ikkilamchi va uchlamchi atsetilen spirtlari sintez qilingan [9]. Ketonlarni Me₂Zn/Ti(OiPr)₄/BaF₂/PhMe katalitik sistemasi ishtirokida enantiosektiv

alkinillash reaksiyasi bo'yicha 98% unumgacha atsetilen spirtlari olingan [10]. Bu₄NOH/H₂O/DMSO katalitik komponentidan foydalanib, aromatik va alifatik aldegid hamda ketonlarni fenilatsetilen bilan reaksiyasi atmosfera bosimi ostida amalga oshirilgan, natijada 91% unumgacha aromatik atsetilen spirtlari sintez qilingan [11]. KF/MeOH ishtirokida sililatsetilenni ketonlarga to'g'ridan to'g'ri biriktirish reaksiyalarini amalga oshirilgan [12]. TBAF·3H₂O/DMSO/H₂O katalitik sistemasida ayrim ketonlarni kalsiy karbid yordamida enantiosektiv etinillash reaksiyasi bo'yicha terminal atsetilen spirtlari sintez qilingan. Atsetilan spirtlari unumiga asoslanib, ketonlar molekulasidagi radikallar va o'rinbosarlar tabiati, joylashuvi va ularning fazoviy ta'sir etish xususiyatiga ko'ra ularning nisbiy faollik qatori aniqlangan [13].

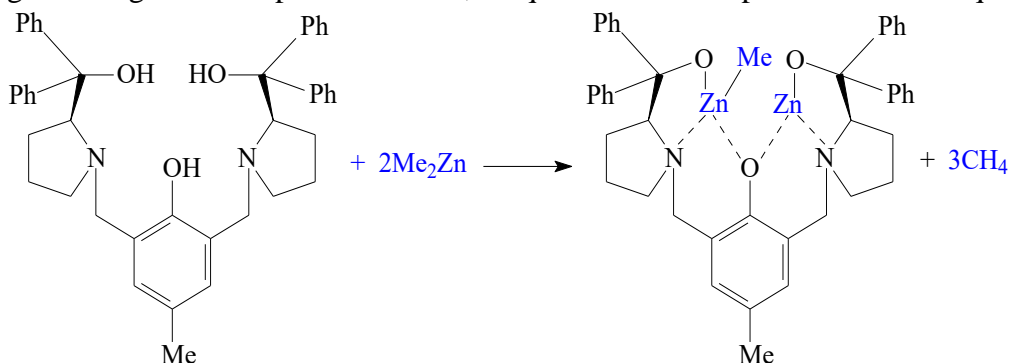
Tadqiqot metodologiyasi. Yuqori haroratga bardoshli hajmi 2000 ml bo'lgan to'rt og'izli kolbaga qaytarma sovutkich, tomizgich voronka, termometr, aralashtirgich o'rnatilgan sistemada amalga oshiriladi. Kolbaga dastlab 120 ml tetragidrofuran, 95 g dimetilruks va 102,5 g 1-geksin solinadi va 60 minut davomida aralashtirildi. So'ngra aralashmaga 60 minut davomida 159,7 g ProPhenol ning tetragidrofurandagi eritmasi va 110 g 1-(furanil-2)-etanon tomchilatib qo'shildi. Reaksiya -5- 0 °C haroratgacha sovutildi va 22 soat davomida aralashtirildi. Aralashma tindirildi va NH₄Cl (50 ml) to'yingan suvli eritmasi bilan to'yintirildi. Katalizatni qismlarga ajratish uchun dietilefir (3×100 ml) yordamida ekstraksiya qilindi. Organik qatlam Na₂SO₄ yordamida quritildi, erituvchilar oddiy sharoitda haydab olindi, natijada 84% unum bilan 2-(furanil-2)-oktin-3-ol-2, 9% qo'shimcha mahsulotlar va 7% boshlang'ich mahsulot 1-(furanil-2)-etanon ajratib olindi. Ushbu usul bo'yicha 2-(tiofenil-2)-oktin-3-ol-2, 2-(3-metiltiofenil-2)-oktin-3-ol-2, 2-(5-xlortiofenil-2)-oktin-3-ol-2, 2-(5-bromtiofenil-2)-oktin-3-ol-2, 2-(piridinil-4)-oktin-3-ol-2 sintezi ham amalga oshirildi.

Jarayon ximizmi va mexanizmi. Molekulasida azot, oltingugurt, brom, xlor, kislorod saqlagan 1-(tiofenil-2)-etanon, 1-(3-metiltiofenil-2)-etanon, 1-(5-xlortiofenil-2)-etanon, 1-(5-bromtiofenil-2)-etanon, 1-(furanil-2)-etanon, 1-(piridinil-4)-etanonni ProPhenol/Me₂Zn/TGF katalitik sistemasida geksin-1 bilan alkinillash reaksiyasi asosida quyidagi atsetilen spirtlari– 2-(tiofenil-2)-oktin-3-ol-2 (**1**), 2-(3-metiltiofenil-2)-oktin-3-ol-2 (**2**), 2-(5-xlortiofenil-2)-oktin-3-ol-2 (**3**), 2-(5-bromtiofenil-2)-oktin-3-ol-2 (**4**), 2-(furanil-2)-oktin-3-ol-2 (**5**), 2-(piridinil-4)-oktin-3-ol-2 (**6**) ni sintez qilish reaksiya sxemasi adabiyot manbalari asosida quyidagicha taklif etildi [14, 15].

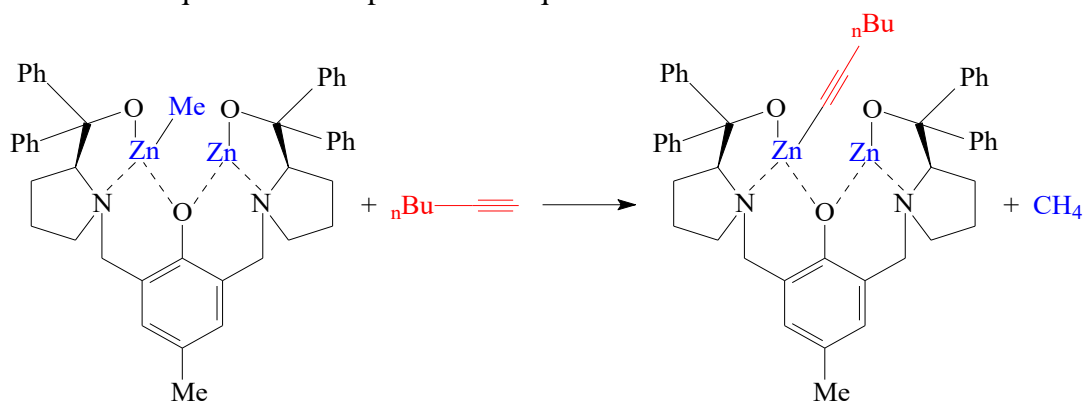


ProPhenol/Me₂Zn/TGF katalitik sistemasida tanlangan reagent va substratlar asosida atsetilen spirtlarini sintez qilish jarayoni reaksiya mexanizmi adabiyot manbalari asosida quyidagicha taklif qilindi.

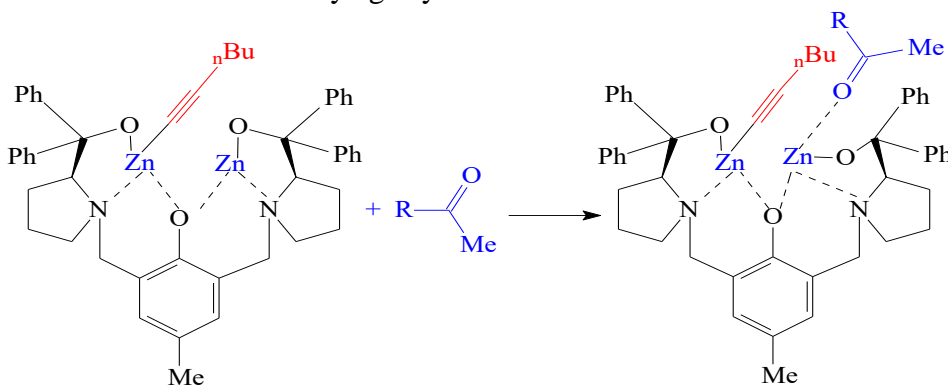
Dastlab tetragidrofuran yordamida ProPhenol ligandi dimetilzink bilan ta'sirlashib, uchta gidroksil guruhini deprotonlashtirib, barqaror bisruv kompleks tuzini hosil qiladi.



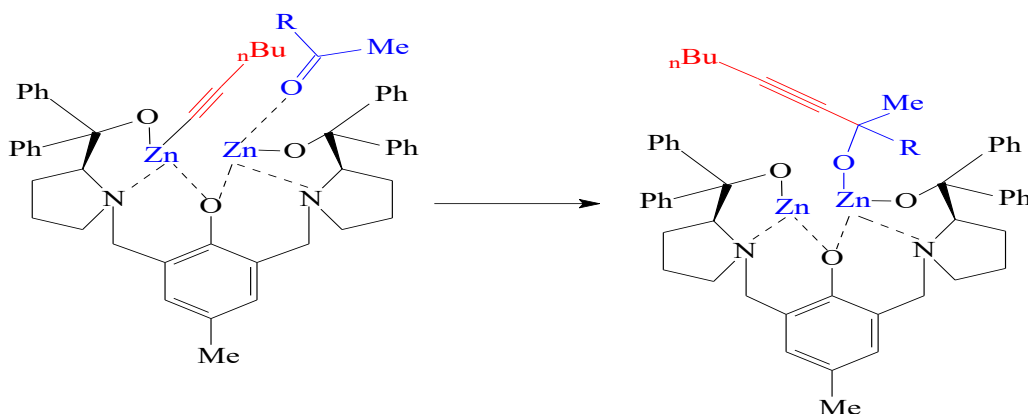
ProPhenol ligandining bisruv kompleks tuzi geksin-1 ning faol vodorod atomi bilan almashinib oraliq katalitik komponent hosil qiladi.



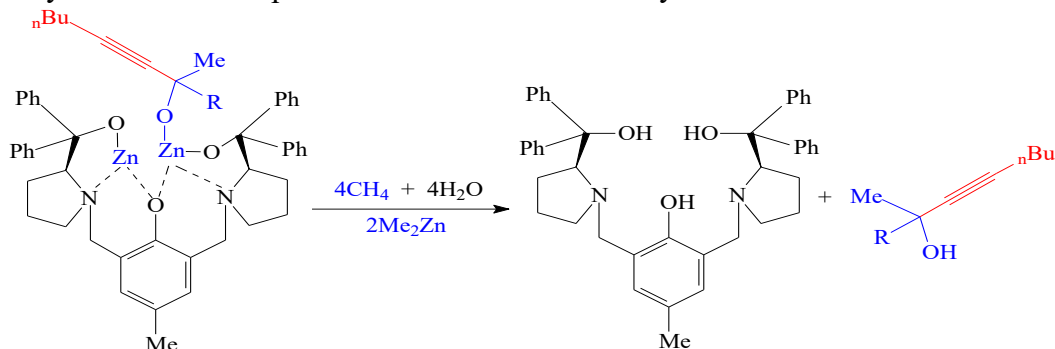
Olingan oraliq katalitik komponent tarkibida ham Lyuis kislotasi ham Brensted asosi mavjud bo'lib, bir vaqtning o'zida ikkita reaktivni faollashtiradigan dublet katalizator sifatida namoyon bo'ladi, ya'ni Brensted asosi ishqoriy muhitda nukleofilni deprotonlash bilan faollashtirdi va ketonni enolyatga aylantirdi.



Boshqa tomondan, Lyuis kislotali qismi elektrofilni metall markazga muvofiqlashtirish orqali faollashtirib, geksin-1 ning kislotalik xossasi hisobiga ketonning karbonil guruhi tarkibidagi musbat zaryadlangan uglerod atomiga nukleofil hujumni ta'minlaydi.



Jarayonning keyingi bosqichida metall almashinishi asosida rux alkoksid ajralib chiqadi va faol katalizatorni qayta tiklaydi. Katalizatorning shu tarzda aylanishi rux organik birikmalar reaktivining stexiometrik miqdoridan foydalanishni talab qiladi. Aksincha, katalizator ProPhenol tomonidan to'g'ridan to'g'ri aldol reaksiyasi faqat katalitik miqdordagi dialkil rux reaktivini talab qiladi va mahsulot alkoksidining dissotsiyalanishi asosida proton almashinuvini ta'minlaydi.



Natijalar va muhokama. Tanlangan ketonlarni geksin-1 ishtirokida etinlash jarayoni uchun taklif etilgan katalitik sistema ProPhenol/Me₂Zn/TGF ning boshlang'ich moddalar massasiga nisbatan olingan mol miqdori ta'siri tahlil qilindi. Boshlang'ich moddalar va katalitik sistema mol miqdorlari 1:1,25:0,25:1 mol nisbatlarda, erituvchi tetragidrofuran, -5- 0 °C haroratda, 24 soat davomida olib borilganda, sistemada faollanish energiyasining kamayishi hamda jarayonda alkin miqdoriga nisbatan katalitik sistema teng ekvivalent nisbatda olinishi molekula va ionlar to'qnashuvlar soni ortishi asosida geteroatom atsetilen spirtlarining unumdorligi yuqori bo'lishini taqozo etdi. Aksincha, reaksiya jarayonida alkinning miqdoriga nisbatan ProPhenol va Me₂Zn mol miqdorlari teng nisbatda olinmaganligi sistemada reaksiyon markazlarning yetarli darajada hosil bo'lmasligi hisobiga mahsulot unumining selektivligi pasayishiga sabab bo'ldi. Reaksiya jarayonida alkin va dimetilruxning miqdorini oshirganimizda rux alkoksidlari hosil bo'lib, alkin miqdori sistemada ortib qolgani aniqlandi va enantioselektivlikning sezilarli pasayishiga olib keldi.

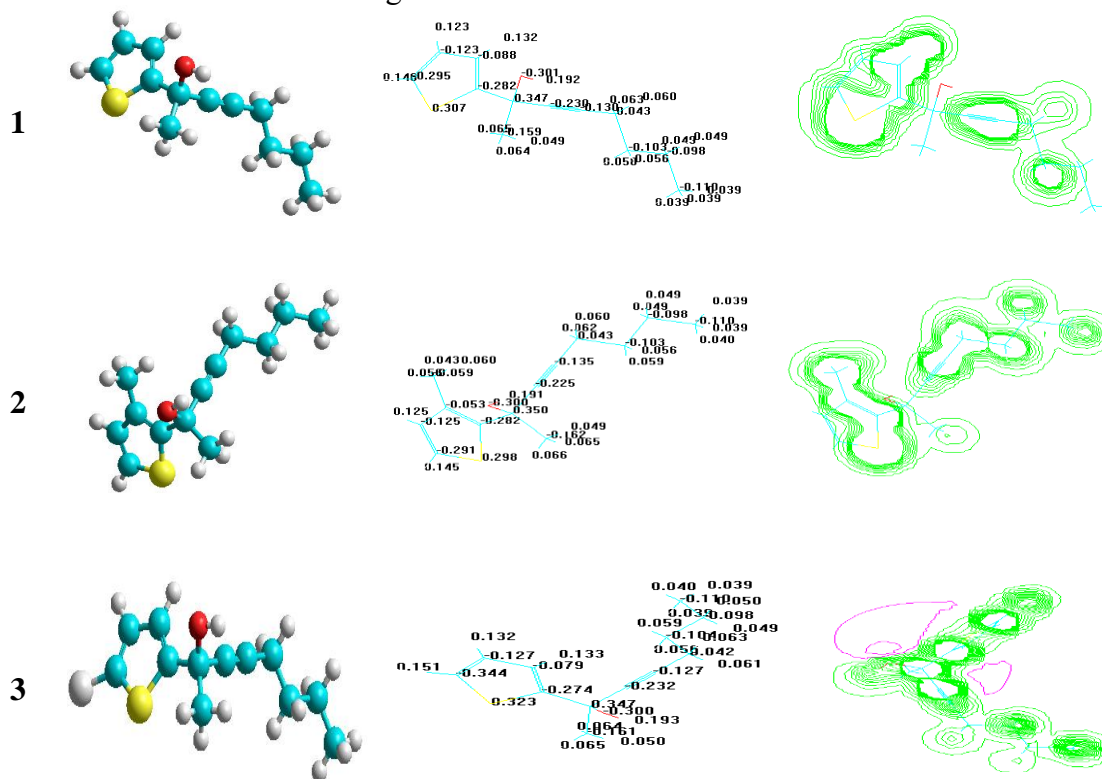
Alkin miqdorining ortgani sistemadagi ortiqcha suv bilan reaksiyaga kirishib, gidrolizlanishi natijasida qo'shimcha moddalarning hosil bo'lishiga imkon yaratdi va unumning pasayishiga sabab bo'ldi. Reaksiya jarayoni davomida unumdorlikni oshirish maqsadida ketonlarning miqdori oshirilganda, reaksiya unumining pasayishi va ketonlarning to'liq alkinillanishi uchun alkin miqdori yetishmaganligi, aldol yon mahsulotlarining ishlab chiqarilishi kuzatildi.

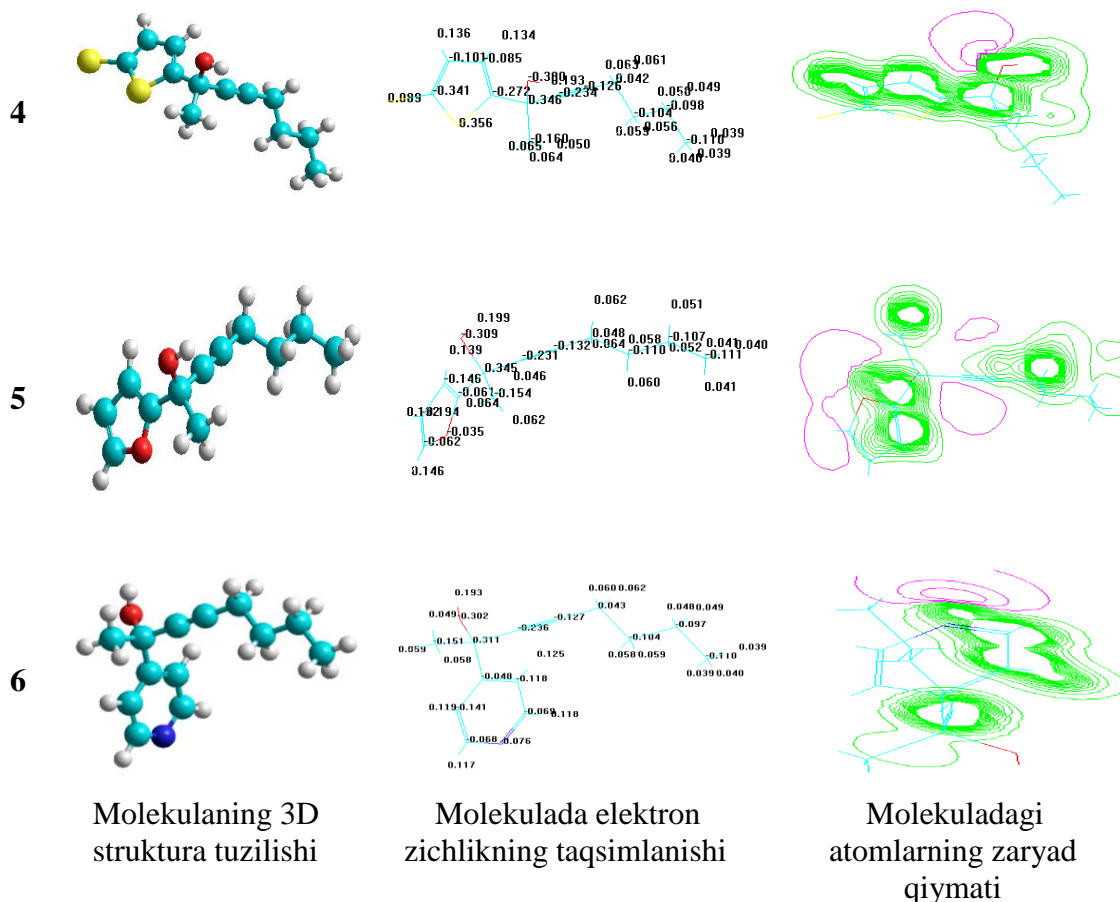
Atsetilen spirtlar unumiga reaksiya davomiyligining ta'siri 12-36 soat interval oralig'ida tadqiq qilindi. Reaksiya davomiyligi 12 soatdan 24 soatga oshib borishi bilan

metallalkinilni hosil bo'lish unumi hamda molekula va ionlar to'qnashuvlari soni ortishi bilan mahsulot unumi yuqori bo'lishi kuzatildi. Reaksiya 36 soatda olib borilganda esa boshlang'ich mahsulotlar oxirigacha reaksiyaga kirisha olmaydi va aralashmada qolib ketishi, hamda katalizator bilan reaksiyaga kirishib atsetilenidlar hosil qilishi hisobiga katalizator miqdorini va katalitik faolligini kamaytiradi, natijada mahsulot unumiga salbiy ta'sir ko'rsatdi. Bundan tashqari ishqoriy muhitda atsetilen spirtlari qisman degidratlanish reaksiyasiga uchrashi kuzatildi va molekulasida qo'sh va uch bog' saqlagan to'yinmagan uglevodorodlar hosil qilishi, hamda atsetilen spirtlari dastlabki moddalarni qaytadan hosil qilish jarayoni kuzatildi.

Elektrofil karbonil uglerodning nukleofil reagent bilan δ bog'lanish amalga oshirish uchun kationlarni yaxshi stabillovchi qutbli aproton erituvchilari qulay hisoblanadi. Shu sababdan ketonlarni etinillash jarayoni uchun MeCN, DMSO va TGF kabi erituvchilar tabiatining atsetilen spirtlari unumiga ta'siri o'rganildi. Erituvchi sifatida TGF dan foydalanilganda mahsulot unumi eng yuqori darajaga chiqishi aniqlandi. Chunki TGF tarkibidagi kislorod atomi umumlashmagan elektron juftiga ega bo'lib, manfiy zaryadning halqada kuchli delokallangani uchun juda kuchli asos xossasini namoyon qiladi, natijada katalitik sistemaning faolligini oshirdi va mahsulot unumining ortishiga sabab bo'ldi. MeCN kuchsiz asos bo'lib, tarkibidagi azot atomida erkin elektron jufti mavjud, u reaksiya jarayonida katalizator bilan suspenziya hosil qilib, reaksiyaga kirishdi va alkogolyatlarga aylandi, natijada reaksiya unimiga salbiy ta'sir etdi. DMSO qutblangan aproton erituvchi bo'lib, reaksiya jarayonida foydalanganda mahsulot unumining TGF ga nisbatan past chiqishi va MeCN ga nisbatan yuqori chiqishi kuzatildi.

Atsetilen spirtlari molekulasidagi atomlarning xossalari HyperChem Activation 8 paketi STAT dasturi asosida o'rganildi.





Olib borilgan tadqiqot natijalariga ko'ra ProPhenol/Mg₂Zn/TGF katalitik sistemasida geksin-1 ning tanlangan ketonlar bilan reaksiya uchun eng samarali usuli muqobil sharoiti topildi, unga ko'ra boshlang'ich moddalar va katalitik sistema miqdori 1:1,25:0,25:1 mol nisbatda, harorat -5- 0 °C, erituvchi TGF, reaksiya davomiyligi 24 soat bo'lganda atsetilen spirtlari eng yuqori unum bilan sintez qilindi.

Xulosa. ProPhenol/Me₂Zn/TGF katalitik sistemasi yordamida ilk bor atsetilen spirtlari sintezi amalga oshirildi. Atsetilen spirtlari unumiga harorat, reaksiya davomiyligi, katalizator, boshlang'ich moddalar, erituvchilar tabiati hamda miqdoring ta'siri tadqiq qilindi.

Ketonlarni karbonil guruhi uglerodiga joylashgan radikallar barqarorligi, tabiati, tarmoqlanishi va fazoviy joylashuv jarayonining borishi va mahsulot unumiga ta'sir etish mexanizmlari va qonuniyatlari ishlab chiqildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Jungjoon Kim, Wook Jeong, Young Ho Rhee Flexible Tetrahydropyran Synthesis from Homopropargylic Alcohols Using Sequential Pd-Au Catalysis // Journal Organic Letters, 2017. Volume 19, Issue 1, pp. 242–245.
2. S. Jiang, S. Du, R. Yang, F. Jin, Z. Zhou, W. Tian, X. Song Brønsted Acid Promoted Sulfonylation of Propargylic Alcohols // European Journal of Organic Chemistry, 2023. Volume 20, Issue 22, pp. 1377–1386.
3. Pandey A.R., Tiwari D.K., Mishra D.P., Sharma S.K. A Review Towards Synthesis of Heterocycles Using Propargyl Alcohols and Propargyl Amines // Journal of Monatsh Chemistry, 2022. Volume 24, Issue 153, pp. 383–407.
4. Manabu Hatano, Kazuaki Ishihara Recent Progress in the Catalytic Synthesis of Tertiary Alcohols from Ketones with Organometallic Reagents // Journal Chemical Reviews, 2008. Volume 29, Issue 11, pp. 1647–1675.

5. Pier Giorgio Cozzi Enantioselective Alkynylation of Ketones Catalyzed by Zn(Salen) Complexes // *Journal Angewandte Chemie*, 2003. Volume 4, Issue 42, pp. 2895–2898.
6. Pier Giorgio Cozzi, Jens Rudolph, Carsten Bolm, Per-Ola Norrby Claudia Tomasini Me₂Zn-Mediated Addition of Acetylenes to Aldehydes and Ketones // *Journal of Organic Chemistry*, 2005. Volume 4, Issue 70, pp. 5733–5736.
7. Manabu Hatano, Kazuaki Ishihara Recent Progress in the Catalytic Synthesis of Tertiary Alcohols from Ketones with Organometallic Reagents // *Journal Chemical Reviews*, 2008. Volume 29, Issue 11, pp. 1647–1675.
8. Rie Motoki, Motomu Kanai, Masakatsu Shibasaki Copper(I) Alkoxide-Catalyzed Alkynylation of Trifluoromethyl Ketones // *Journal Organic Letters*, 2007. Volume 9, Issue 16, pp. 2997–3000.
9. Andrea Cook Efficient Access to Multifunctional Trifluoromethyl Alcohols Through Base-Free Catalytic Asymmetric C-C Bond Formation With Terminal Ynamides // *Journal Angewandte Chemie*, 2016. Volume 4, Issue 55, pp. 2929–2933.
10. Guang Wu Zhang, Wei Meng, Hai Ma, Jing Nie, Wen Qin Zhang, Jun An Ma Catalytic Enantioselective Alkynylation of Trifluoromethyl Ketones: Pronounced Metal Fluoride Effects and Implications of Zinc-to-Titanium Transmetalation // *Journal Angewandte Chemie*, 2011. Volume 123, pp. 3600–3604.
11. Elena Yu. Schmidt, Natalia A. Cherimichkina, Ivan A. Bidusenko, Nadezhda I. Protzuk, Boris A. Trofimov Alkynylation of Aldehydes and Ketones Using the Bu₄NOH/H₂O/DMSO Catalytic Composition // *European Journal of Organic Chemistry*, 2014. Volume 2014. Issue 21, pp. 4663–4670.
12. Krzysztof Kuciński, Alicja Łuczak, Aliaksei Mankouski Base Catalyzed Addition of Silylacetylenes to Ketones: A Route to Protected Tertiary Propargyl Alcohols // *Organic Chemistry Frontiers*, 2023. Volume 4, Issue 10, pp. 2752–2759.
13. Tirkasheva S.I., Ziyadullayev O.E., Nenaydenko V.G., Qo‘shboqov F.Z. Turli xil tabiatga ega ketonlarni enantiosektiv etinillash asosida atsetilen spirtlari sintezi // *Farg‘ona davlat universiteti ilmiy xabarlari jurnali*, 2023. №3, 11–17 b.
14. Ji Cai Zhou, Lei Zhao, Yuan Li, Ding-Qiang Fu, Zi Cheng Li Alkynylation of Aldehydes Mediated by Zinc and Allyl Bromide: A Practical Synthesis of Propargylic Alcohols // *Research on Chemical Intermediates*, 2017. Volume 43, pp. 4283–4294.
15. Barry M. Trost, Mark J. Bartlett ProPhenol-Catalyzed Asymmetric Additions by Spontaneously Assembled Dinuclear Main Group Metal Complexes // *Accounts of Chemical Research*, 2015. Volume 48, Issue 3, pp. 688–701.

OKSIDLASH REAKSIYALARI ASOSIDA 4-GIDROKSI-2,3-PENTA-METILEN-3,4-DIGIDROXINAZOLIN-4-ON SINTEZI

Xakimova Zuxra

Qarshi davlat universiteti dotsenti

Xudoyberdiyeva Ozoda

Qarshi davlat universiteti magistranti

zuxraxakimova1968@gmail.com

ORCID 0009-0004-1495-4267

UDK 547.735,854

Annotatsiya. 4-Gidroksi-2,3-pentameten-3,4-digidroxinazolin biologik faol bo‘lgan peganolning analogi bo‘lib, uning molekulasida bir necha reaksiyon markazlar borligi bilan, ya‘ni 1- va 3-holatda azot atomi, C-4 da gidroksil guruhi va harakatchan vodorod atomi mavjudligi hamda sikloalkan va benzol halqasining borligi bu birikmaning elektrofil va nukleofil almashinish reaksiyalarini o‘rganish qiziqarliligidan dalolat beradi. 2,3-Pentameten-3,4-digidroxinazolin gidroxloridni KMnO₄ ning eritmasi bilan oksidlanganda 2,3-pentameten-3,4-digidroxinazolin-4-on va 4-gidroksi-2,3-pentameten-3,4-digidroxinazolin aralashmasidan tashkil topganligi aniqlandi. Ular ham

kimyoviy halqali-zanjirli tautomeriya gidroksil guruhining nukleofil reagentlar bilan ta'sirlanishi ham biologik faol birikmalar nuqtayi nazaridan ahamiyatlidir. Shuning uchun ushbu birikmalarning biologik faolligini keng miqyosda tashkil etishni va chuqur tahlil qilishni talab etadi.

Kalit so'zlar: tri, tetra penta, elektrofil, nukleofil, furo-, pirrolo, pirimidinlar.

SYNTHESIS OF 4-HYDROXY-2,3-PENTA-METHYLENE-3,4-DIGIDROQUINAZOLINE-4-ONA NA OSNOVE REACTIVE OXIDATION

Abstract: 4-Hydroxy-2,3-pentamethylene-3,4-dihydroquinazoline is a biologically active analog of peganol due to the presence of several reactive centers in its molecule, i.e., a nitrogen atom in positions 1 and 3, a hydroxyl group in C-4 and a mobile hydrogen the presence of the atom and the presence of cycloalkane and benzene rings indicate that this compound is interesting to study electrophilic and nucleophilic exchange reactions. 2,3-Pentamethylene-3,4-dihydroquinazoline hydrochloride is formed from a mixture of 2,3-pentamethylene-3,4-dihydroquinazolin-4-one and 4-hydroxy-2,3-pentamethylene-3,4-dihydroquinazoline when oxidized with a solution of KMnO_4 was found. They are also chemical (ring-chain tautomerization of the hydroxyl group with nucleophilic reagents is also important from the point of view of biologically active compounds. Therefore, the biological activity of these compounds requires a large-scale organization and in-depth analysis.

Key words: tri, tetra, penta, electrophile, nucleophile, furo-, pyrrolo, pyrimidines.

Kirish. Tabiiy moddalar va dori vositalari ichida pirimidin xalqasini saqlovchi birikmalar ko'p uchraydi. So'nggi yillarda pirimidinni boshqa siklik va geterosiklik birikmalar bilan kondensirlangan hosilalari, masalan, xinazolinlar, purinlar, piridopirimidinlar furo-, pirrolopirimidinlar sintezi, ularni kimyoviy o'zgarishlari keng o'rganilmoqda. Buni so'nggi vaqtlarda chop etilayotgan maqolalarda ham ko'rishimiz mumkin. So'nggi yillarda insektitsidlar, fungitsidlar, gerbitsidlar sifatida ishlatiladigan sianurxorid hamda xinoxolin-4-onlarning ko'p sonli hosilalari sintez qilinmoqda va qishloq xo'jaligi hamda tibbiyot sohasida samarali qo'llanib kelinmoqda. Shu sababli organik kimyo sohasida olib borilayotgan ilmiy tadqiqotlar natijasida molekulasida benzopirimidin halqasini saqlagan geteroxalqali birikmalar sinteziga bo'lgan qiziqish ortib bormoqda.

Tadqiqot metodologiyasi. Xinazonon qatori alkaloidlari ham nazariy, ham amaliy jihatdan katta ahamiyatga egadir. Ular orasida ko'pgina biologik faol preparatlar topilgan bo'lib, ular qishloq xo'jaligi va tibbiyotda keng ishlatilib kelinmoqda. Ular ichida dezoksivazitsinon va dezoksipeganin (Peganium harmala alkaloidlari) alohida ahamiyatga ega. Adabiyotlardan ma'lumki, dezoksivazitsinon va dezoksipeganin antixolinesteraz ta'siriga ega [1, 2].

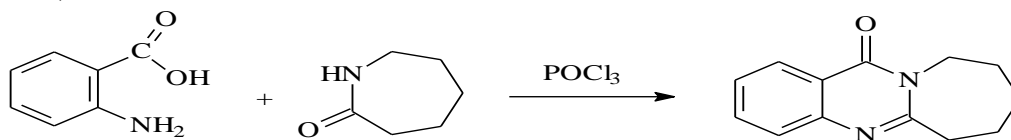
Yupqa qavatli xromatografiya usuli dorivor o'simliklar tahlili uchun keng qo'llaniladigan usuldir. Yupqa qavatli xromatografiya usulining qulayliklaridan biri, yakuniy natija olish uchun uning parametrlarini o'zgartirish osonligi hisoblanadi. Boshqa tomondan esa analiz uslublari standartlashmagan va analizning aniq shart-sharoitlari belgilanmagan. Shunga qaramasdan, Yevropa Farmakopiyasida (European Pharmacopeia) instrumentlashgan yupqa qavatli xromatografiyaning yangi zamonaviy imkoniyatlari ko'paymoqda. U tez sur'atlar bilan rivojlanmoqda. Lekin yuqori samarali yupqa qavatli xromatografiya usulini xinazolin alkaloidlariga tadbiiq adabiyotlarda deyarli uchramaydi. Yuqori samarali yupqa qavatli xromatografiya usulini O'zbekistonda keng tarqalgan boshqa o'simlik moddalari qatori xinazolin alkaloidlari uchun ham tadbiiq qilish

dolzarbdir. 4-Gidroksi-2,3-pentameten-3,4-digidrozinazolin biologik faol bo'lgan peganolning analogi bo'lib, uning molekulasida bir necha reaksiyon markazlar borligi bilan, ya'ni 1- va 3-holatda azot atomi, C-4 da gidroksil guruhi va harakatchan vodorod atomi mavjudligi hamda sikloalkan va benzol halqasining borligi bu birikmaning elektrofil va nukleofil almashinish reaksiyalarini o'rganish qiziqarliligidan dalolat beradi [3, 4].

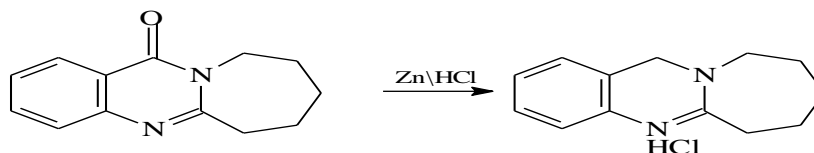
Natijalar va muhokama. Ushbu tahlil biologik faollikka ega bo'lgan trisiklik xinazolin-4-on va uning oksidlash reaksiyalari sintez qilingan. Bunun uchun dastlab antranil kislotasi va kaprolaktamni POCl_3 ishtirokida kondensatsiyalab, 2,3-pentameten-3,4-digidro-xinazolon-4 ni sintez qildik. Reaksiya suv hammomida 1.5 soat qaynatish bilan olib borildi. Reaksiyon aralashmani suv bilan suyultirib keyin ishqoriy muhitga o'tkazildi va xloroformda ekstraksiya qilingandan so'ng yuqori unum bilan mahsulot olishga erishildi.

IQ-spektr: (ν , cm^{-1}) 817 (C-Br), 1660 (N=C)

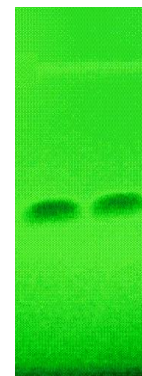
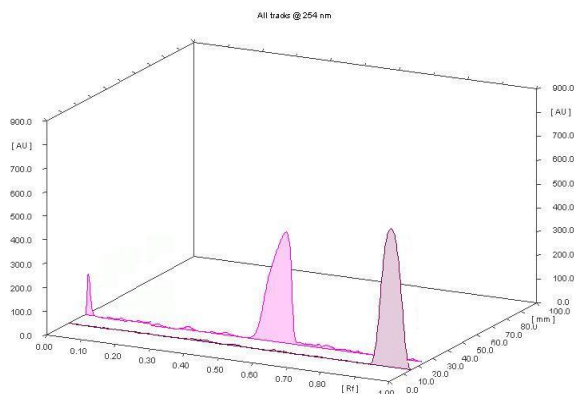
^1H YaMR-spektr: 4.70 (2H, c, 4- CH_2), 3.39 (2H, t., $J=6.0$, α - CH_2), 1.80-2.00 (4H, m, β - CH_2 , γ - CH_2), 2.68 (2H, t, $J=6.0$, δ - CH_2), 6.89 (1H, d, $J=8.0$, H-8), 7.32 (1H, d, $J=2.0$, H-5), 7.41 (1H, dd, $J=8.0$, $J=2.0$, H-7).



2,3-Pentameten-3,4-digidrozinazolon-4 rux yordamida xlorid kislotaning 10% li eritmasida qaytarildi. Reaksiya 8 soat davomida suv hammomida qaynatish bilan olib borildi. Reaksiya mahsuloti 2,3-pentameten-3,4-digidrozinazolin gidroxlorid holida ajratib olindi va asos holiga o'tkazilib yuqori samarali yupqa qatlamli xromatografiya usuli yordamida tahlil qilindi.



Yuqori samarali yupqa qavatli xromatografiya usulida tahlil qilish uchun moddalarning 1 mg/ml spirdagi eritmasi ishlatildi. Tahlilga Germaniyaning Whatman, TLC AL Sil G/-UV plastinkasidan foydalanildi. Namunani plastinkaga purkash uchun Shveysariyaning CAMAG firmasida ishlab chiqarilgan «Linomat-5» priboridan foydalanildi.



1-Rasm: 2,3-Pentameten-3,4-digidrozinazolon-4 ni qaytarish reaksiyasining YUSYUQX usulidagi tahlil natijasi.

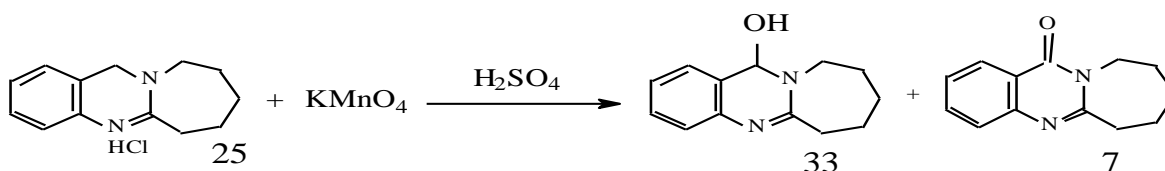
1-Trek: 2,3-Pentametilen-3,4-digidroxinazolin-4-on

2-Trek: 2,3-Pentametilen-3,4-digidroxinazolin.

Treklar orasidagi masofa 8 mm, treklar kengligi 3mm. Har bir trekga 2 (1 dan namunalar eritilgan eritma purkaldi. Plastinkaga elyuirlash uchun sistema sifatida xloroform:metanol:benzol:geksan-2:1:2:2 ishlatildi. Plastinka ochiq havoda 10 minut davomida quritilgandan so'ng «Scanner-3» priborida 254 nm to'lqin uzunligida o'qitildi. Analiz natijasiga ko'ra yangi modda hosil bo'lganligi aniqlandi (1-rasm). 2,3-Pentametilen-3,4-digidroxinazolon-4va2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolin gidroxlorid-larning shu priborda olingan UB-spektrlari ham taqqoslandi. 2,3-Pentametilen-3,4-digidroxinazolon-4 rux yordamida xlorid kislotaning 10% li eritmasida qaytarildi. Reaksiya 8 soat davomida suv hammomida qaynatish bilan olib borildi. Reaksiya mahsuloti 2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolin gidroxlorid holida ajratib olindi va asos holiga o'tkazilib, yuqori samarali yupqa qatlamli xromatografiya usuli yordamida tahlil qilindi.

Unumi 0.28 g (30.7 %) Sistema (r) $R_f = 0,25$ $T_{suyuq} = 149-151^{\circ}C$.

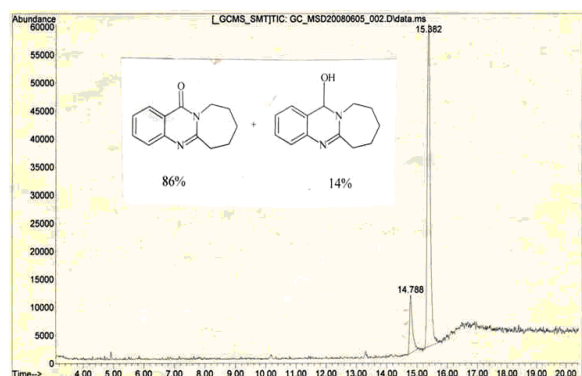
Yuqoridagi sintez qilingan 2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolin gidroxlorid uch og'izli kolba muz hammomiga magnitli aralashtirgich bilan o'rnatildi. 1 g (0.0042 mol) 2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolin gidroxloridni solib, uning ustiga 9 ml suv solib eritildi. Birinchi tomchilatgich voronkaga 10% li 40ml H_2SO_4 solindi, ikkinchi voronkaga 4 % li 9 ml $KMnO_4$ solindi. Dastlab H_2SO_4 bilan eritmaning rN ini 2-3ga keltirib, $KMnO_4$ ni ham tomchilatib 1 soat davomida qo'shildi. Vaqti-vaqti bilan rN 2-3 ga keltirib turildi. Reaksiya aralashmasi yana 1 soat aralashtirildi. Keyin 5 % li ishqor (NaOH) eritmasi bilan kuchsiz ishqoriy muhitga o'tkazildi va uni xloroformda ekstraksiya qilib ajratib olindi. Birikmaning tozaligi YUSYUQX usulida analiz qilindi. Bir kun turgandan so'ng 80 % 2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolin-4-onga o'tdi, qolgan 20 % 4-gidroksi-2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolin ekanligini YUSYUQX usulida analiz qilindi.



Sentiz qilingan 4-gidroksi-2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolin boshlang'ich modda 2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolin singari oson oksidlanuvchi bo'lib chiqdi. Dastlabki olingan mahsulot YUSYUQX tahlili natijasiga ko'ra 80 % 2,3-pentametilen-3,4-gidroksinazolin-4-on va 20 % 4-gidroksi-2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolinidan iborat bo'lgan bo'lsa, xromato-mass-spektri olingunga qadar havo kislorodi ta'sirida yana 5,32 % 4-gidroksi-2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolinning oksidlanishi sodir bo'lgan aniqlandi. Shuning uchun olingan reaksiya aralashmasini ajratish imkoni bo'lmadi. Shu sababli biz tahlilni aralashma holida xromato-mass-spektrometrik analiz yordamida olib bordik natijada 85,32 % 2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolin-4-on va 14,68 % 4-gidroksi-2,3-pentametilen-3,4-digidro-xinazolinidan iboratligi aniqlandi.

Shunday qilib, 2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolin gidro-xloridni $KMnO_4$ bilan kislotali muhitda oksidlash reaksiyasi natijasida 2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolin gidroxlorid ushbu sharoitda oksidlanishi chuqurroq borishi topildi. Bunda asosiy modda 2,3-pentametilen-3,4-digidroxinazolin-4-on ekanligi isbotlandi. Kerakli 4-gidroksi mahsulot unumi 15-20 % dan oshmasligi aniqlandi. (2- rasm.)

Olingan reaksiya mahsulotlarining xromato-mass-spektri.



2,3-Pentameten-3,4-gidroxinazolin-gidroxlorid reaksiyasi natijasida, KMnO_4 eritmasi bilan oksidlash reaksiyasi natijasida 4-gidroksi-2,3-pentameten-3,4-digidroxinazolin mahsulotining xromatogrammasi

Ta'kidlab o'tish joizki olingan 4digidroxinazolinlar va ularning hosilalarini muhim sintonlar qatoriga kiritish mumkin. Ular ham kimyoviy (halqali-zanjirli) tautomeriya gidroksil guruhining

nukleofil reagentlar bilan ta'sirlanishi ham biologik faol birikmalar nuqtai-nazaridan ahamiyatlidir. Shuning uchun ushbu birikmalarning biologik faolligini keng miqyosda tashkil etishni va chuqur tahlil qilishni talab etadi.

Xulosa va takliflar. Dastlabki olingan mahsulot YUSYUQX tahlili natijasiga ko'ra oksidlanishi sodir bo'lgan va natijada tahlil qilinayotgan aralashma 85,32 % 2,3-pentameten-3,4-digidroxinazolin-4-on va 14,68 % 4-gidroksi-2,3-penta-meten-3,4-digidroxinazolin iborat ekanligi aniqlandi.

Olingan 4-gidroksi-2,3-pentameten-3,4-digidroxinazolin biologik faol birikmalar bo'lib, ular orasida so'ngi yillarda insektitsidlar, fungitsidlar, gerbitsidlar sifatida ishlatiladigan xinozolin-4-onlarning ko'p sonli hosilalari sintez qilinmoqda va qishloq xo'jaligi hamda tibbiyot sohasida samarali qo'llanib kelinmoqda.. Ta'kidlab o'tish joizki olingan 4-gidroksi-2,3-tetra-, -pentameten-3,4-digidroxinazolinlar va ularning 6-brom hosilalarini muhim sintonlar qatoriga kiritish mumkin. Ular ham kimyoviy (halqali-zanjirli) tautomeriya gidroksil guruhining nukleofil reagentlar bilan ta'sirlanishi ham biologik faol birikmalar nuqtayi nazaridan ahamiyatlidir. Shuning uchun ushbu birikmalarning biologik faolligini keng miqyosda tashkil etishni va chuqur tahlil qilishni talab etadi

Yuqoridagi usulda oksidlash reaksiyasi natijasidan 4-holatda gidroksil guruhi tutgan pentameten xinozolin-4-on olishning muqobil sharoiti taklif etildi.

Fodalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Шахидоятов Х.М., Ходжаниязов Х.У. Функционально замещенные пиримидины. ФБАН РУз, – Ташкент, 2010.
2. Элмуратов Б.Ж., Абдуразаков А.Ш., Шахидоятов Х.М. О направлениях реакции 6-амино-, -атсетиламино-, бензоиламино-дезоксизавитсинонов с альдегидами // Химия природ. соедин. – Ташкент, 2009. –№2.
3. Хакимова З.М., Мукаррамов Н.И., Шахидоятов Х.М. Конденсация 6-метил-2,3-триметил-3,4-дигидропиримидинона с ароматическими альдегидами // Узб. хим. журн. – Ташкент, 2009. –№6. – С. 22–25.
4. Makhmadiyarova Ch.E., Abdireymov K.B., Elmuradov B.Zh. From classical to modern synthesis of perspective sulfonylureas and organometallic compounds // Материалы VI республиканской научно-практ. конф. “Проблемы и перспективы химии и химии товаров» – Андижан, 2019. – С. 176–177.
5. Самаров З.У., Хакимова З.М., Окманов Р., Ташходжаев Б., Шахидоятов Х.М. Особенности поведения хиназолиновых алкалоидов и их производных при взаимодействии с электрофильными реагентами // Химия природ. соедин. –Ташкент, 2008. –№4. – С. 387–393.
6. Шахидоятов Х.М., Самаров З.У., Мукаррамов Н.И., Левкович М.Г., Абдуллаев Н.Д., Ташходжаев Б., Яссер Баракат, Ураков Б.А. Химическая модификация алкалоида 2,3-тетраметил-3,4-дигидро-хиназолон-4 // Химия природ. соедин. –Ташкент, 2007. –№4. – С. 364–370.

7. Мукаррамов Н.И., Окманов Р.Я., Утаева Ф.Р., Тургунов К.К., Ташхаджаев Б., Хакимова З.М., Шахидоятов Х.М. Синтез и структура 6-бром-4-гидрокси-2,4-тетраметилен-3,4-дигидрохиназолина и его смешанного кристалла с 4-гидрокси-2,3-тетраметилен-3,4-дигидрохиназолином // Химия природ. соедин. – Ташкент, 2009. – №6. – С. 716–720.

8. Turdibaev Zh.E., Ortikov I.S., Makhmadiyurova Ch.E., Zakhidov K.A., Elmuradov B.Zh. Targeted synthesis, modifications and application of benzo- and thienopyrimidines // Республика микёсидаги конференция. Ўзбекистоннинг иктисодий ривожланишида кимёнинг ўрни. – Самарканд, 2018.

9. Абдуразаков А.Ш., Элмурадов Б.Ж., Турдибаев Ж.Э., Шахидоятов Х.М. Взаимодействие 2,3-тетраметилен-3,4-дигидрохиназола-4 и его производных с ароматическими альдегидами и фурфуролом // Химия природ. соедин. – Ташкент, 2009. – №3. – С. 342-347.

10. Абдуразаков А.Ш., Элмурадов Б.Ж., Шахидоятов Х.М. Взаимодействие 6-бром-2,3-триметилен-3,4-дигидрохиназолина с ароматическими альдегидами // Узб. хим. журн. – Ташкент, 2007. – №1. – С. 46–50.

11. Шахидоятов Х.М. Хиназола-4 и их биологическая активность. – Ташкент: Фан., 1988. – 139 с.

12. Makhmadiyurova Ch.E., Abdireymov K.B., Elmuradov B.Zh. From classical to modern synthesis of perspective sulfonylureas and organometallic compounds // Материалы VI республиканской научно-практ. конф. «Проблемы и перспективы химии и химии товаров». – Андижан, 2019. – С. 176–177.

OBTAINING THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS ON THE QUALITY OF POTASSIUM NITRATE

Normamatov Farxod Haydarali o'g'li

Karshi engineering economics institute, assistant professor

normamatov_1986@mail.ru

ORCID 0009-0004-3020-2567

UDC 661.832.43

Abstract . The task of developing a method for the production of potassium nitrate is to conduct a physical and chemical study of technological indicators of the exchange reaction stage, phase separation and obtaining crystals with a high yield of potassium in the product.

The purpose is to determine the optimal technological parameters for the production of potassium nitrate by exchange between potassium chloride and ammonium nitrate.

The resulting nitrate rotates the stirrer and lowers the temperature to 50-100 rpm and accordingly. Potassium and filter liquid were analyzed using well-known methods of physicochemical analysis.

For the first time, the dependence of the yield of potassium oxide and the quality of potassium nitrate obtained by exchange decomposition between potassium chloride and ammonium nitrate was studied. Physico-chemical studies of the processes of exchange decomposition between potassium chloride and ammonium nitrate, decomposition of the crystallization suspension of potassium nitrate were carried out.

It has been shown that in the temperature range of 5-20 °C the time of exchange decomposition between potassium chloride and ammonium nitrate remains practically unchanged. The optimal technological conditions for the production of large prismatic crystals of potassium nitrate have been determined, ensuring a high yield of product with a minimum chlorine content.

Keywords: potassium chloride, conversion, potassium nitrate, ammonium chloride, ammonium nitrate, technology, temperature, concentration.

KALIY NITRAT SIFATIGA TEXNOLOGIK PARAMETRLARNING TA'SIRINI OLISH

Annotatsiya. Kaliy nitratini ishlab chiqarish usulini ishlab chiqish vazifasi konversiya jarayoni bosqichlarining texnologik ko'rsatkichlarini fizik-kimyoviy o'rganish, fazalarni ajratish va mahsulotda kaliyning yuqori hosildorligi bo'lgan kristallarni olishdan iborat. Kaliy xlorid va ammoniy nitrat o'rtasida konversiya jarayoni bilan kaliy nitratini olishning optimal texnologik parametrlari aniqlandi. Olingan nitrat aralash tirgichni 50-100 ayl/minga aylantiradi va shunga mos ravishda haroratni tushiradi. Kaliy va filtr suyuqligi fizik-kimyoviy tahlilning aniq usullari yordamida tahlil qilindi.

Birinchi marta kaliy xlorid va ammoniy selitrasi o'rtasidagi konversiya jarayoni natijasida olingan kaliy oksidi unumi va kaliy nitrat sifatiga bog'liqligi o'rganildi. Kaliy xlorid va ammoniy nitrat o'rtasidagi konversiya jarayoni, kaliy nitratining kristallanish suspenziyasining parchalanishi jarayonlarining fizik-kimyoviy tadqiqoti o'tkazildi.

5-20 °C harorat oralig'ida kaliy xlorid va ammoniy nitrat o'rtasidagi konversiya jarayonining parchalanish vaqti deyarli o'zgarasligi ko'rsatilgan. Kaliy selitrasining yirik prizmatik kristallarini olishning optimal texnologik shartlari, xlor miqdori minimal bo'lgan mahsulotning yuqori hosildorligini ta'minlash uchun optimal texnologik shartlari belgilandi.

Kalit so'zlar: kaliy xlorid, konversiya, kaliy nitrat, ammoniy xlorid, ammoniy nitrat, texnologiya, harorat, konsentratsiya.

Introduction. Chlorine, along with fluorine, belongs to the group of halogens. However, fluorine shows more non-metallic (oxidizing) properties and therefore is a more aggressive and harmful impurity. According to agrochemical studies [1], when the content of fluorine in fertilizers is up to 3%, there is no negative effect on plants. A similar value is adopted in most of the current standards for regulating the chlorine content in chlorine-free fertilizers.

At the same time, improving the quality is one of the priority directions in the development of the production of mineral fertilizers, and, according to Belarusian agrochemists, the chlorine content in fertilizers used in greenhouses should not exceed 1% [2-3].

In work [4-12], in order to increase the degree of conversion and purity of the final product, contacting is carried out in a device consisting of two columns and two intermediate containers having a ratio of useful volumes equal to 1: (0.3-0.35), connected pipelines in sequence, the top of one column is an intermediate tank from another column, by processing in the first column of the K-form of the cation exchanger, supplied from above with a solution of ammonium nitrate, in the second column NH₄ - the form of the cation exchanger of potassium chloride solutions with the outputs of the obtained solutions of potassium nitrate and ammonium chloride.

In work [11], the yield of the desired product has been increased by the flotation method. This is achieved in the process of interaction of sodium nitrate and potassium chloride at 80-90 °C, cooling the reaction mixture for 3.5-4 hours and isolating the desired product by flotation. A mixture of octadecylamine in the amount of 50-75 g/t of salts is used as a flotation reagent. The method allows increasing the yield of potassium nitrate to 98% [10-11].

Research methodology. The conversion process was carried out for 1-5 minutes in an isothermal reactor at a maximum temperature of 90 °C. The following physicochemical methods of analysis were used in the studies: electron-microscopic, thermoanalytical, and X-ray phase analysis.

The morphology and microstructure of the samples were measured using a SEM - EVO MA 10 scanning electron microscope (Carl Zeiss, Germany); the local elemental composition of the powders was determined using an EDX energy-dispersive elemental analyzer (Oxford

Instrument). During sample preparation, the sample was dried and mounted on a microscope stage, over which aluminum foil with a double-sided adhesive was glued. Powder was glued onto this foil, then the object stage was installed in the working chamber of the microscope, from which air was evacuated to create a vacuum. For measurements, an accelerating voltage of 10 kV was applied to the filament. At the same time, the working distance was 8.5 mm. Local elemental analysis was obtained at a scale of 100 μm using the Aztec Energy Advanced software [14-15].

Conditions for X-ray phase analysis: Identification of the samples was carried out on the basis of diffraction patterns that were recorded on a XRD-6100 apparatus (Shimadzu, Japan), computer-controlled. $\text{CuK}\alpha$ radiation (β filter, Ni, 1.54178, current mode and tube voltage of 30 mA, 30 kV) and a constant detector rotation speed of 4deg / min in increments of 0.02 deg were used. ($\omega / 2\theta$ coupling), and the scanning angle varied from 4 to 800.

Results and discussions. In this work, to study the possibility of obtaining potassium nitrate by the conversion method, based on the analysis of the solubility diagram of the K^+ , NH_4^+ , // Cl^- , NO_3^- - H_2O system, the optimal range of variation of technological parameters has been selected.

The influence of the $\text{KCl}:\text{NH}_4\text{NO}_3$ ratio, the temperature and duration of conversion, as well as the kinetics of crystallization at temperatures of 5, 10 and 20 ° C have been studied.

After conversion, the system was cooled to a certain crystallization temperature with stirring at a mixer speed of 50-100 rpm and cooling at 2-14 ° C / min.

The resulting solid product and liquid phase were analyzed for the content of K^+ , Cl^- and nitrogen in the form of ammonium nitrate according to a well-known method. [10-11].

As shown by experimental studies, when the conversion solutions are cooled, potassium nitrate crystals precipitate in the system with the formation of a suspension, the W: T ratio in which fluctuates in the range 3,42-7,44, depending on the technological conditions of crystallization. Within 10 minutes, the degree of color of the suspension reached more than 70%.

The duration of the conversion has a significant effect on the crystal structure of the resulting potassium nitrate X-ray studies (Fig. 1) showed that with an increase in the duration of conversion from 15 to 60 sec, the content of the γ -form of potassium nitrate crystals decreases from 12 to 0%. Consequently, at the beginning of the process, the γ -form crystallizes, which gradually turns into the α form.

At a temperature of 5 ° C, a maximum clarification degree is observed. However, an increase in the crystallization temperature of more than 10 ° C at a $\text{KCl}:\text{NH}_4\text{NO}_3$ ratio leads to a decrease in the K_2O yield from 5.23 to 33%. It should be noted that when the ratio $\text{KCl}:\text{NH}_4\text{NO}_3 = 1.2: 1$, the K_2O yield decreases by more than 6,5% compared to $\text{KCl}:\text{NH}_4\text{NO}_3 = 1.09: 1$.

It was found that the maximum yield of K_2O is observed at a ratio of $\text{KCl}:\text{NH}_4\text{NO}_3 = 1.09: 1$ at a temperature of 5 ° C and fluctuates within 46.51-54.53%, and at 10 ° C this indicator decreases to 42.07-46.33 %.

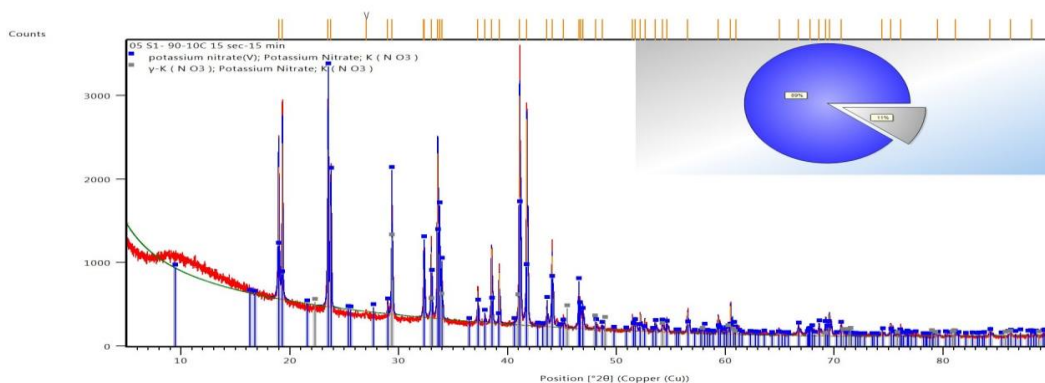
The filtration rate of the samples under the same conditions is quite high and amounts to 1066.31-1561.21 kg / m^2 h, therefore, the moisture content of raw potassium nitrate crystals does not exceed 9.90 and 14.30% at 5 and 10 ° C, respectively. Studies of crystallization processes and filtration rate showed that with an increase in the number of nucleus from 5 to 20% relative to the mass of the solid phase. The filtration rate and the relative yield of K_2O increase by 15-20 kg / m^2 h and 2-3%, and the W: S ratio decreases

from 4.38; 4.14 to 3.30; 3.01, which duration of conversion is from 1 to 10 minutes, respectively.

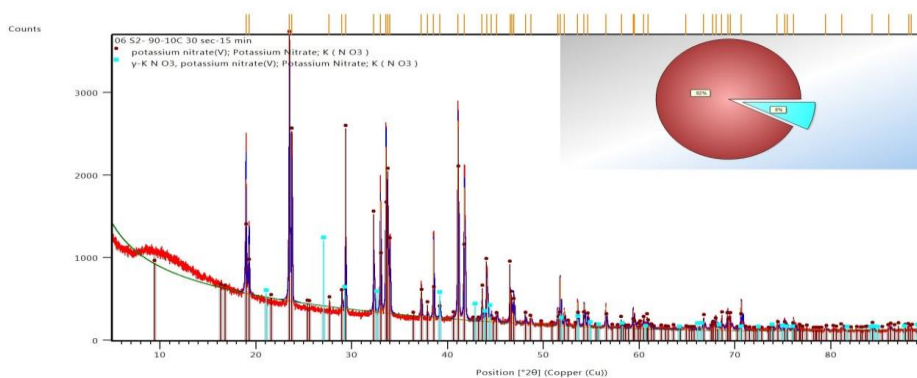
The moisture content of the products after filtration is 8.87-12.87%, the chlorine content in the dry unwashed product ranges from 1.7-30%. These indicators primarily depend on the granulometric composition and structure of crystals.

Analytical sieving machines of the AS 200 series, controlled by an electromagnetic drive EP 0642844, have been used to determine the particle size distribution of the products. It was found that all samples contained particles with average diameters from 45 to 1000 μm . Prevailing is the presence of particles with a diameter of 250 μm in the product (Fig. 2), where the proportion of these particles at the KCl: NH_4NO_3 ratios of 1.09: 1 and 1: 1 is 40 and 50%, respectively.

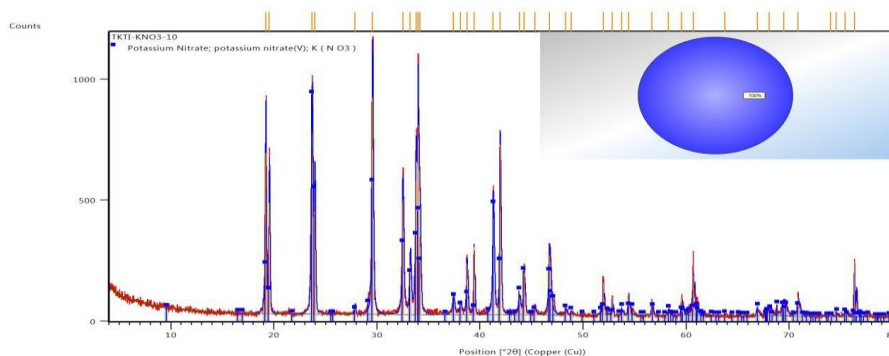
At a cooling temperature of 5 oC and a decrease in the cooling rate of the product from 7.1 to 2 $^{\circ}\text{C} / \text{min}$ (Fig. 2a), the content of particles with a diameter of 500 μm increases simultaneously with a decrease in the proportion of particles with a size of 125 μm from 32 to 22%.



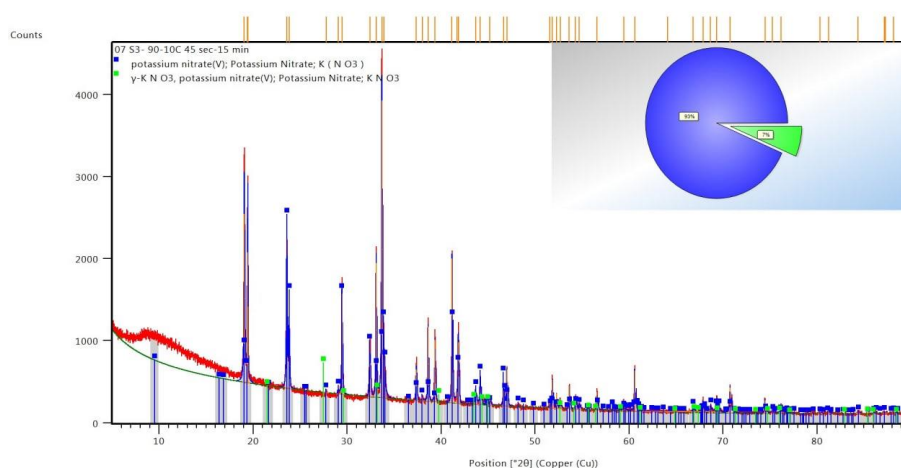
a)



b)



B)



г)

Fig. 1. X-ray diffraction patterns of potassium nitrate obtained with the duration of the conversion process, (sec): a-15; b-30; в-30; g-60.

At 10 °C, the same regularity is observed, i.e. the proportion of particles with a size of 500 μm increases to no more than 30%, and the proportion of particles with a size of 125 μm decreases to 21% by cooling to 20 °C (Fig. 2b).

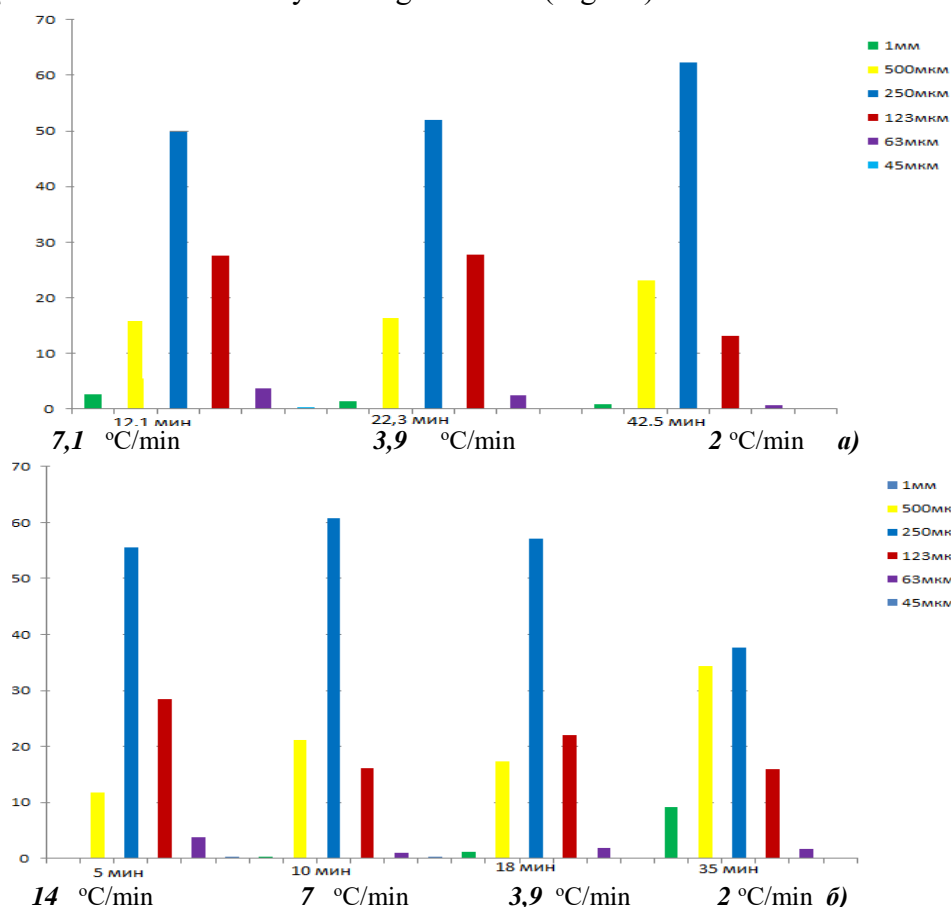


Fig2. Influence of technological parameters of the crystallization process on the granulometric composition of potassium nitrate crystals at KCl: NH₄NO₃ = 1: 1, and temperature, °C: a-5; b-20 °C.

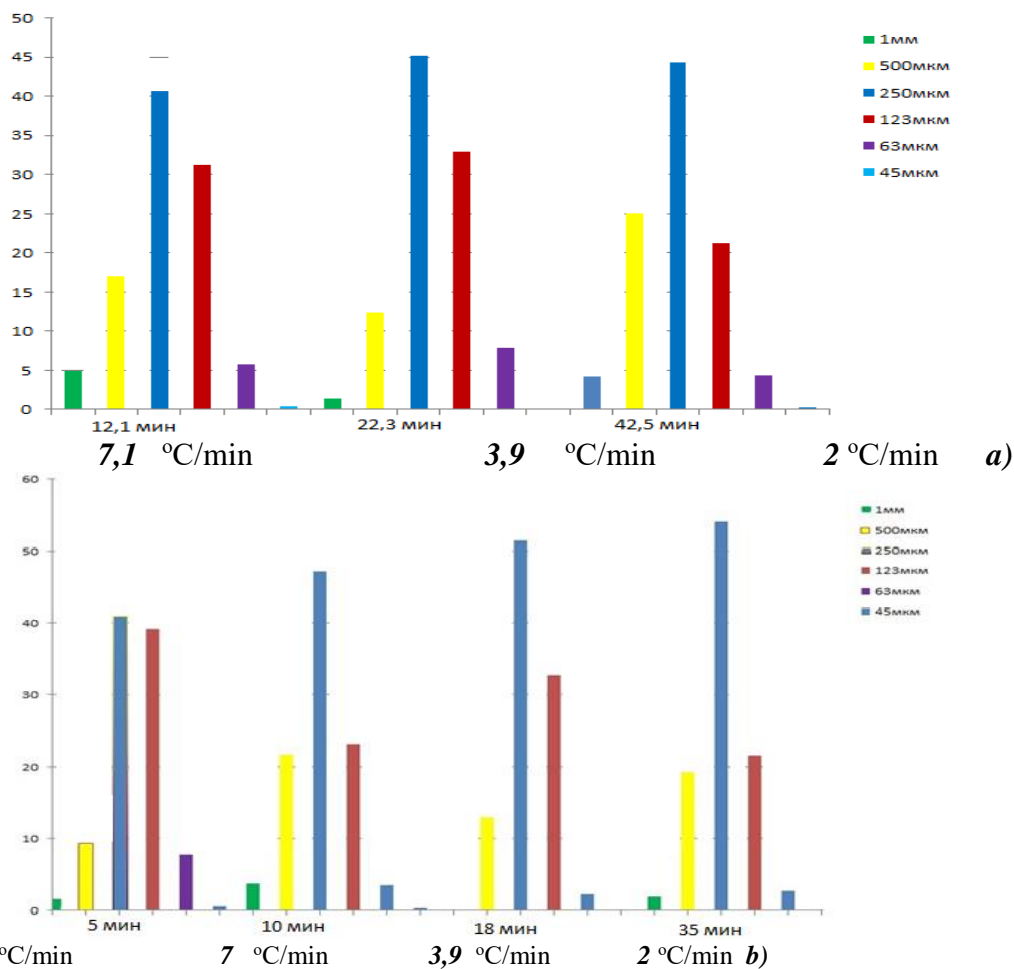


Fig 3. Influence of technological parameters of the crystallization process on the granulometric composition of potassium nitrate crystals at $KCl: NH_4NO_3 = 1.09: 1$ and temperature, °C: a-5; b-20 °C.

With an increase in the duration of the process, the fraction of particles with a size of 500 mcm practically does not change with a continuous increase in the content of a particle with an average diameter of 250 μm .

In all experiments, large crystals were formed and therefore the filtration rate was at least 814.97 kg / m² * h, which provides a high degree of crystal washing from chlorine to its content of less than 0.3%.

Conclusion. The results of the conducted studies show that it turns out that the temperature in the range of 5-20 ° C practically does not affect the duration of the conversion of potassium chloride by ammonium nitrate. At a cooling rate of 2.0-7.1 ° C / min, to temperatures of 5-10 ° C, large prismatic crystals are formed within no more than 30 minutes, providing a high filtration rate of 1064.3-1561.2 kg / m²h with a product yield of more than 54,53% with a content of not more than 0.3% chlorine.

References

1. Normamatov F.KH.,Kucharov B.KH.,Toirov Z.K.,Erkayev A.U. Issledovaniye osnovnykh stadiy polucheniya nitrata kaliya konversionnym sposobom. Uzbekskiy khimicheskiy zhurnal. 2021. №1. –S.9–15. (02.00.00. №6)
2. Normamatov F.KH.,Kucharov B.KH.,Toirov Z.K.,Erkayev A.U Izucheniye protsessa uparki matochnykh rastvorov pri poluchenii nitrata kaliya. Kompozitsion materiallar zhurnal. 2022g. –№1. 6–10 s. (02.00.00; №4).

3. Normamatov F.Kh., Erkaev A.U., Dadakhodzhayev A.T., Toirov Z.K., Kucharov B.Kh. Issledovaniye protsessa polucheniya nitrata kaliya. «Universum: tekhnicheskiye nauki». Moskva. 2019. Vypusk: 9(66). 71–76 s. (02.00.00; №1).

4. Normamatov F.H. Влияние технологических параметров при получении кристаллов хлорида калия. // CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED SCIENCES. Volume: 04, Issue: 10 / Oct 2023 ISSN: 2660-5317 Ст191-194 . sajotas.centralasianstudies.org.

5. Normamatov F.H. Получение нитрата калия конверсионным методом. // Узбекский научно-технический и производственный журнал. Композиционные материалы, – №4, 2023. – С. 113–117.

6. Zhovlieva M.A., Erkaev A.U., Kucharov B.Kh., Ismoilov D., Eshmetova D. Study of the process of obtaining potassium sulfate. Materials of the republican distance online conference on the topic "Scientific and practical research in Uzbekistan" part-16. –Toshkent, 2020. Art 38–40.

7. Normamatov F.Kh., Erkaev A.U., Toirov Z.K., Sharipova Kh.T. Investigation of the process of obtaining potassium chloride from sylvinit in the presence of ammonia // Uzbek chemical journal, 2009. – №2. – P.26–28

8. Pozin M.E. Mineral fertilizer technology. –L.: Chemistry, 1983. – 336 p.

9. Inventor's certificate 1248650, MPKS01D9 / 10, V01J47 / 02. A method of obtaining potassium nitrate. Publ. 07.08.86 // Bul. No. 29.

10. A.S. 1572997, IPC S01D9 / 08. Method for producing potassium nitrate. - Publ. 06.23.90 // Bul. No. 23, 1990.

11. Vinnik M.M., Erbanova L.N., Zaitsev P.M. and other Methods of analysis of phosphate raw materials, phosphoric and complex fertilizers, feed phosphates. M.: Chemistry, 1975.218p.

12. GOST 30181.4-94. Mineral fertilizers. Method for determining the total mass fraction of nitrogen contained in complex fertilizers and nitrate in ammonium and nitrate forms (Devard's method)

13. Crystal structures/ Ed. R.W.G.Wyckoff.2nd ed.Interscience Publ.,N.Y.(1964).V.2.588 p.

14. Bousfield, B. Surface preparation and microscopy of materials. Wiley, New York., 1992

15. Patrick Echlin Handbook of Sample Preparation for Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis, Cambridge Analytical Microscopy, UK, Springer, 2009, 330p.

ИЗОТЕРМЫ АДСОРБЦИИ ПАРОВ ВОДЫ И БЕНЗОЛА НА СЕЛЕКТИВНОМ СОРБЕНТЕ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЛИТИЯ

Ахмаджанов Иброхим Акрам угли
докторант,

Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии
Джалилов Абдулахат Турапович.

акад. Ан РУз, д-р хим. наук, профессор,

Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии
Каримов Масъуд Убайдулла угли.

д-р техн. наук (DSc), профессор,
Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии.

Ортиков Носир Тожимуродович
к-т техн. наук (PhD), м.н.с.,

Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии.

ibroximaxmadjanov1994@gmail.com

ORCID: 0009-0008-6548-7688

УДК 66.091

Аннотация: В статье рассмотрены результаты анализа изотермы адсорбции паров воды и бензола на синтезированном селективном сорбенте для извлечения

лития. Изотерма адсорбции паров воды и бензола на синтезированном селективном сорбенте проводилась на основе весового метода на высоковакуумном приборе Мак-Бен-Бакра. На основе полученных результатов анализа рассчитаны удельная поверхность, величина адсорбции, емкость монослоя, средняя ширина пор и другие адсорбционные параметры синтезированного сорбента. По стандартному методу БЭТ выполнены расчеты по определению удельной поверхности адсорбента. Установлено, что кривые изотермы адсорбции паров воды и бензола соответствуют международному стандарту по определению удельной поверхности твердых тел методом адсорбции.

Ключевые слова: Адсорбция, селективный сорбент, удельная поверхность, монослой, метод БЭТ, литий.

LITIYNI SELEKTIV SORBSIYALOVCHI SORBENTDA BENZOL VA SUV BUG'I ADSORPSIYASI IZOTERMALARI TAHLILI

Annotatsiya. Ushbu maqolada litiy sorbsiyasi uchun sintez qilingan selektiv sorbentda benzol va suv bug'i adsorbsiyasi izotermasini tahlil qilish natijalari muhokama qilingan. Sintez qilingan sorbentda benzol va suv bug'i adsorbsiyasi izotermasi yuqori vakuumli Mak Ben-Bakr qurilmasida, gravimetrik usul asosida amalga oshirilgan. Olingan tahlil natijalari asosida sintez qilingan sorbentning solishtirma sirt yuzasi, adsorbsiya qiymati, monoqatlam sig'imi, g'ovaklarning o'rtacha radiusi va boshqa adsorbsion parametrlari hisoblab chiqilgan. Sorbentning o'ziga xos sirt yuzasini aniqlashda standart BET usuli yordamida hisob-kitoblar amalga oshirilgan. Olingan adsorbsiya izotermasi egri chiziqlari qattiq moddalar solishtirma yuzasini adsorbsiya orqali aniqlash xalqaro standartga mos kelishi aniqlangan.

Kalit so'zlar: adsorbsiya, selektiv sorbent, solishtirma sirt yuzasi, monoqatlam, BET usuli, litiy.

Введение. На сегодняшний день литий играет огромную роль в промышленности, он является химическим сырьем для электрической энергии. Развитие электромобилей и портативных электрических устройств привело к росту потребления лития в последние годы [1]. Геотермальные воды могут быть использованы в качестве источника экологически чистой энергии и в то же время могут стать потенциальным сырьем для извлечения ценных компонентов, в частности лития, рубидия, мышьяка, бора, цезия и др. Извлечение ценных компонентов, в том числе лития, является перспективным направлением в освоении геотермальных ресурсов. Исследования по извлечению ионов лития из растворов термальных вод сосредоточены на экстракции растворителем, сорбции и мембранных методах. Среди этих методов сорбция привлекает все большее внимание из-за своей сравнительно низкой стоимости и простоты эксплуатации технологического процесса [2].

С нашей точки зрения наиболее перспективными сорбентами в настоящее время являются соединения на основе гидроксида алюминия, как универсального поглотителя лития. Впервые возможность использования сорбента состава $\text{LiCl} \cdot 2\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (сокращенно ДГАЛ-Cl) при включении его в поры макропористой ионообменной смолы для извлечения лития из рассолов была показана в американских патентах еще в 70-х годах прошлого века [3].

Сотрудниками Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии синтезирован селективный сорбент на основе ДГАЛ-Cl и поливинилового спирта для извлечения лития из рассолов. По синтезу и примене-

нию данного типа сорбента имеются немало данных из разных источников, но о адсорбционных характеристиках данного типа сорбента известно очень мало. Поэтому изучение адсорбционных характеристик сорбентов на основе ДГАЛ-С1 является актуальным в связи увеличением спроса на данный тип сорбента.

Методология. Удельная поверхность синтезированного сорбента определена согласно методу БЭТ. В данном случае для определения удельной поверхности по методу БЭТ и нахождения его констант использована линейная форма уравнения:

$$\frac{P/P_0}{A(1-P/P_0)} = \frac{1}{A_0 \cdot C} + \frac{C-1}{A_0 \cdot C} \cdot \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

где, A - величина адсорбции, ммоль/г; P и P_0 – равновесное давление и давление насыщенных паров адсорбата при температуре адсорбции; A_0 - емкость монослоя, ммоль/г; C - константа БЭТ, которая характеризует энергию адсорбции первого адсорбируемого слоя, т.е. взаимодействие адсорбата и адсорбента.

Из емкости монослоя A_0 (выраженного в молях адсорбата, ммоль/г) в расчете на грамм адсорбента удельная поверхность $S_{уд}$ как поверхность 1 г твердого тела вычисляется по уравнению:

$$S_{уд} = A_0 \cdot N \cdot \omega \quad (2)$$

где N - число Авогадро ($6,022 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹); ω - площадь, занимаемая одной молекулой адсорбата.

Изотерма адсорбции паров воды и бензола на синтезированном селективном сорбенте проводилась на основе весового метода на высоковакуумном приборе Мак-Бен-Бакра [4]. Устройство оснащено высокочувствительной кварцевой спиралью с чувствительностью - $1,78 \cdot 10^{-3}$ кг/м. До начала эксперимента образцы адсорбентов выдерживают в водном термостате при температуре $20^\circ\text{C} \pm 0,1$. Структура устройства: колонны с кварцевыми пружинами (оснащены чашками для образцов адсорбентов, с точностью до 1 гр.); форвакуумный насос (марки ВН – 461М) и диффузионный насос для создания вакуума до $1 \cdot 10^{-5}$ мм.рт.ст. в адсорбционном устройстве; остаточное давление в системе составляет $1,33 \cdot 10^{-3}$ Па до тех пор, пока не будет создан вакуум, давление в системе контролируется с помощью винта термовакuumметра (марка ВИТ2); U-образные манометры, разность давлений в которых измеряется катетометром типа В630 с разрешением 0,05 мм; ловушка для улавливания различных газов и паров воды в системе с жидким азотом.

Условия проведения эксперимента. Образцы адсорбентов измельчают в агатовой ступке до состояния порошка и после тщательного перемешивания взвешивают и помещают в чашку. Давление в устройстве стабилизируют путем вакуумирования в течении 6-8 часов. Бензол и воду, полученные в качестве адсорбатов, очищают и сушат в вакуумных условиях перед использованием в адсорбции. Для этого под давлением пары воды и бензола замораживают, затем нагревают для выделения растворенных газов до тех пор, пока не станут соответствовать указанному в таблице давлению паров, для чистого бензола и воды. После этого проводят измерения адсорбции образцов.

Результаты и обсуждение. Все расчёты для вычисления удельной поверхности синтезированного сорбента проведены, принимая во внимание следующее: площадь, занимаемая одной молекулой воды $\omega = 10,8 \cdot 10^{-20}$ м², бензола - $\omega = 40 \cdot 10^{-20}$ м².

Таблица 1

Данные для нахождения величины адсорбции при изотерме адсорбции воды на синтезированном сорбенте

P/P_s	a	$\log(a)$	P_s/P	$\text{Log}(P_s/P)$	$(\log P_s/P)^2$
0,125	2,471	0,392941774	8	0,903089987	0,815571525
0,25	4,096	0,612404284	4	0,602059991	0,362476233
0,375	4,943	0,69397177	2,666666667	0,425968732	0,181449361
0,5	5,62	0,749727002	2	0,301029996	0,090619058
0,625	6,365	0,803776763	1,6	0,204119983	0,041664967
0,75	6,873	0,837114952	1,333333333	0,124938737	0,015609688
0,875	7,448	0,872041595	1,142857143	0,057991947	0,003363066
1	8,701	0,939552037	1	0	0

Из табл.1 видно, что при относительном давлении (P/P_s) равном 1 атм величина адсорбции воды на синтезированном сорбенте составляет 8,701 моль/кг. Из полученных данных табл.1 получаем следующий график (см. рис.1).

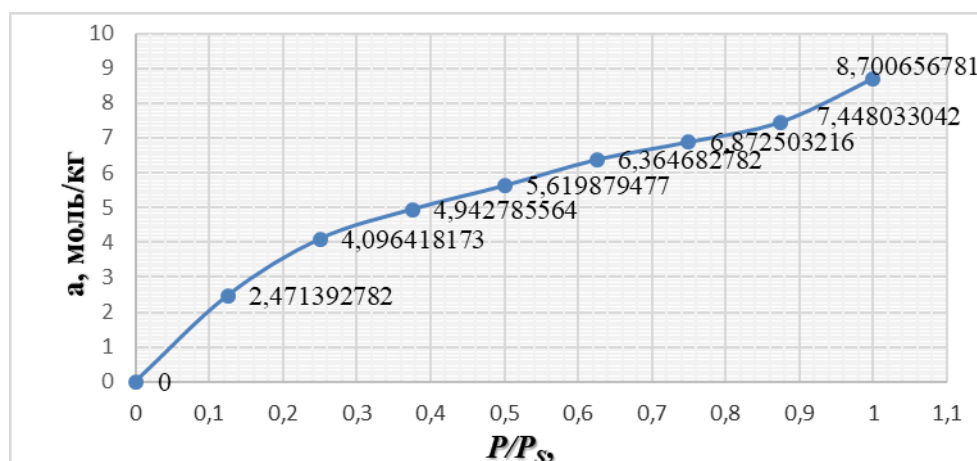


Рисунок-1. Изотерма адсорбции воды на синтезированном сорбенте

Как можно видеть, кривая на рис.1 соответствует ISO 9277:2022, по определению удельной поверхности твердых тел методом адсорбции газа – Метод БЭТ [5]. Пользуясь данными из рис.1 и табл.2, далее получаем изотерму адсорбции воды на синтезированном сорбенте в координатах линейной формы (см. рис.2).

Таблица 2

Данные для построения зависимости в координатах линейной формы (для адсорбции воды)

P/P_s	a	$1-P/P_s$	$a*(1-P/P_s)$	$(P/P_s)/a*(1-P/P_s)$
0	0			0
0,1	2	0,9	1,8	0,055555556
0,2	3,45	0,8	2,76	0,072463768
0,3	4,45	0,7	3,115	0,096308186
0,4	5,1	0,6	3,06	0,130718954

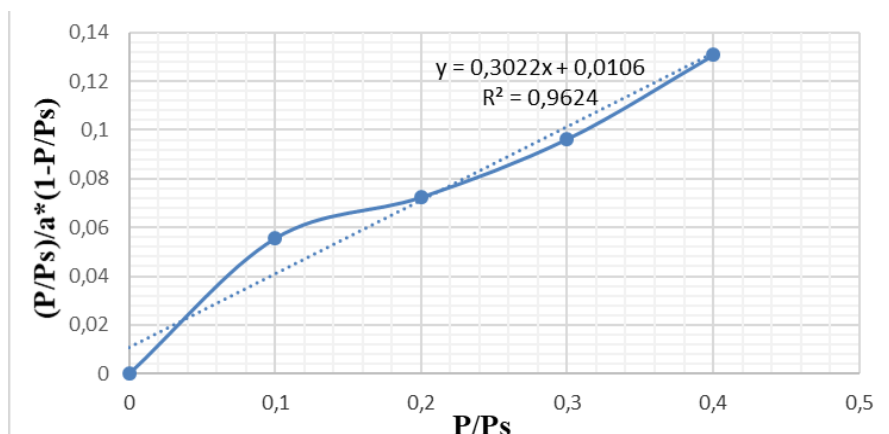


Рисунок-2. Изотерма адсорбции воды на синтезированном сорбенте линейной формы уравнения БЭТ
Как видно из рис.2, квадрат коэффициента корреляции составляет 0,9624. Из графика находим:

$$\frac{1}{A_0 \cdot C} = 0,0106$$

$$\frac{C-1}{A_0 \cdot C} = 0,3022$$

Отсюда рассчитываем величину $A_0 = 3,197$ моль/кг и значение удельной поверхности по уравнению (1):

$$S_{уд} = 3,197 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 10,8 \cdot 10^{-20} = 207,85 \text{ м}^2/\text{г}$$

Таблица 3

Результаты, полученные по изотерме адсорбции воды на синтезированном сорбенте по методу БЭТ

A_0 - (ёмкость монослоя), моль/кг	Микропора - W_0	Объем насыщения - V_S	Мезопора - W_{me}	Ширина пор, нм	$S_{уд}$, $\text{м}^2/\text{г}$
3,197	0,1273129	0,1566	0,03	1,63	207,85

Таблица 4

Данные для нахождения величины адсорбции при изотерме адсорбции бензола на синтезированном сорбенте

P/P_s	a	$\log(a)$	P_s/P	$\text{Log}(P_s/P)$	$(\log P_s/P)^2$
0,1	0,301	-0,521922245	10	1	1
0,2	0,347	-0,459774338	5	0,698970004	0,488559067
0,3	0,37	-0,431745615	3,333333333	0,522878745	0,273402182
0,4	0,401	-0,396983508	2,5	0,397940009	0,158356251
0,6	0,439	-0,357111996	1,666666667	0,22184875	0,049216868
0,8	0,486	-0,313646302	1,25	0,096910013	0,009391551
1	0,555	-0,255654355	1	0	0

Как видно из табл. 4, при относительном давлении (P/P_s) равном 1 атм величина адсорбции бензола на синтезированном сорбенте составляет 0,555 моль/кг. Из полученных данных табл.4 получаем следующий график (см. рис.3):

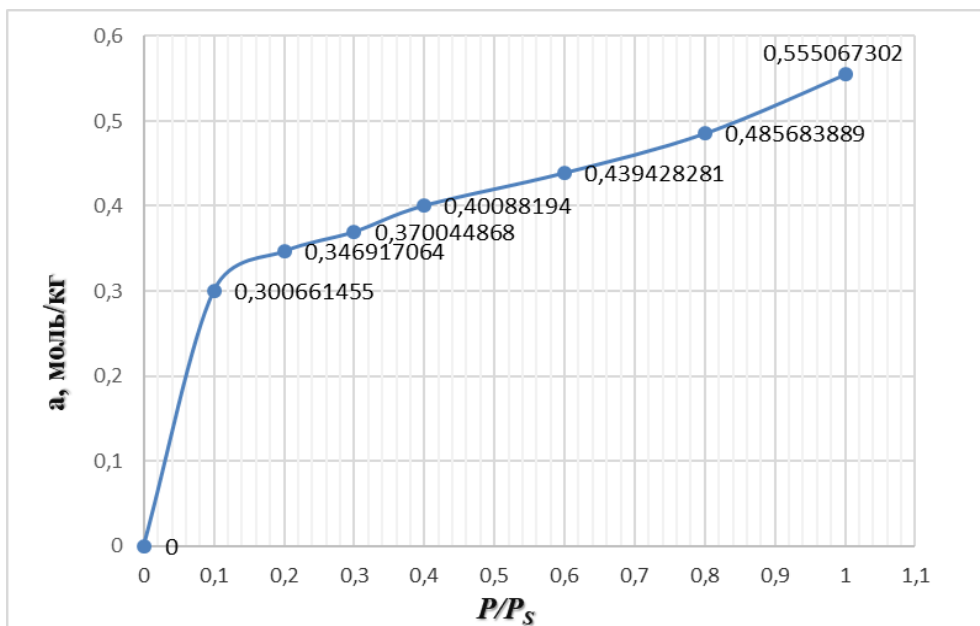


Рисунок-3. Изотерма адсорбции бензола на синтезированном сорбенте

Кривая на **рис.3** также соответствует ISO 9277:2022. Из данных на **рис.3** и **табл.5** далее получаем изотерму адсорбции воды на синтезированном сорбенте в координатах линейной формы (см. **рис.4**).

Таблица 5

Данные для построения зависимости в координатах линейной формы (для адсорбции бензола)

P/Ps	a	1-P/Ps	a*(1-P/Ps)	(P/Ps)/a*(1-P/Ps)
0	0			0
0,1	0,301	0,9	0,2705953	0,369555556
0,2	0,347	0,8	0,2775337	0,720633333
0,3	0,37	0,7	0,2590314	1,158160714
0,4	0,401	0,6	0,2405292	1,663

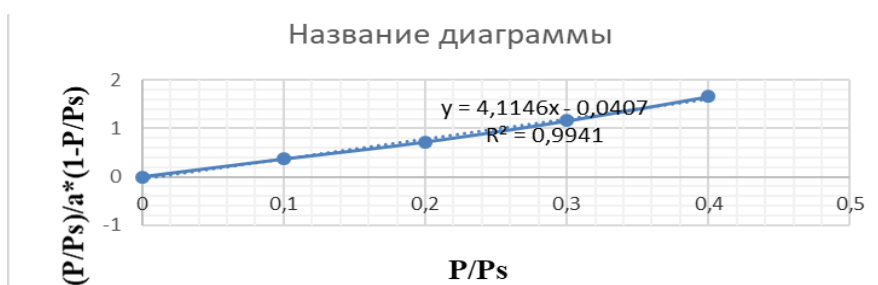


Рисунок-4. Изотерма адсорбции бензола на синтезированном сорбенте линейной формы уравнения БЭТ

Как видно из **рис.4**, квадрат коэффициента корреляции составляет 0,9624. Из графика находим:

$$\frac{1}{A_0 \cdot C} = -0,0407$$

$$\frac{C - 1}{A_0 \cdot C} = 4,1146$$

Отсюда рассчитываем величину $A_0 = 0,245$ моль/кг и значение удельной поверхности по уравнению (1):

$$S_{уд} = 0,245 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 40 \cdot 10^{-20} = 58,99 \text{ м}^2/\text{г}$$

Таблица 6

Результаты, полученные по изотерме адсорбции бензола на синтезированном сорбенте по методу БЭТ

A_0 - (емкость монослоя), моль/кг	Микропора - W_0	Объем насыщения - V_s	Мезопора - W_{me}	Ширина пор, нм	$S_{уд}$, м ² /г
0,245	0,0416593	0,0496364	0,01	1,64	58,99

Выводы: Определены адсорбционные характеристики синтезированного сорбента для селективного извлечения лития из рассолов, такие как удельная поверхность, емкость монослоя, ширина пор, объем насыщения и др. В качестве адсорбата были использованы вода и бензол. Все расчеты проведены с использованием метода БЭТ. Определено что, синтезированный сорбент имеет удельную поверхность - $S_{уд}=207,85$ м²/г при изотерме адсорбции воды и $S_{уд}=58,99$ м²/г по бензолу. Установлено соответствие полученных графиков изотерм адсорбции воды и бензола ГОСТу ISO 9277:2022.

Литература:

1. Martin G., Rentsch L., Hock M., Bertau M.//Energy Storage Materials, 2017. V. 6. P. 171–179.
2. Г.В. Попов. Изучение сорбции ионов лития из геотермальных растворов ионообменными смолами. // Вестник ТвГУ. Серия "Химия", 2019. – №1(35). – С. 199–206
3. Л.Т. Менжерес, А.Д. Рябцев, Е.В. Мамылова. Селективный сорбент для извлечения лития из хлоридных высокоминерализованных рассолов. // Известия Томского политехнического университета, 2004. – Т. 307. – №7.
4. Makarevich N.A., Bogdanovich N.I. Theoretical foundations of adsorption// Arkhangel'sk NArFU 2015, 362.
5. ISO 9277:2022. INTERNATIONAL STANDARD. Determination of the specific surface area of solids by gas adsorption — BET method.
6. Н. Н. Гаврилова, В. В. Назаров. Анализ пористой структуры на основе адсорбционных данных. Учебное пособие. – Москва, 2015. УДК 541.18; 544.72 (075).
7. Л.В. Адамова, А.П. Сафронов. Сорбционный метод исследования пористой структуры наноматериалов и удельной поверхности наноразмерных систем. Учебное пособие. – Екатеринбург, 2008.

FURAN HOSILALARI ASOSIDA TARKIBIDA FOSFOR SAQLAGAN IONITLARNING OLINISHI VA XOSSALARI TADQIQI

M.X.Zaripov

¹Buxoro muhandislik texnologiya instituti, 200100, Buxoro, O'zbekiston,
ORCID 0000-0003-2529-9777
gkqit.mz770@gmail.com

V.N.Axmedov

²Buxoro muhandislik texnologiya instituti, 200100, Buxoro, O'zbekiston,
ORCID 0000-0002-4634-7814
voxid7@mail.ru

B.B.Olimov

³Buxoro muhandislik texnologiya instituti, 200100, Buxoro, O'zbekiston,
ORCID 0000-0001-6562-1885
chemistry2927@mail.ru
UDK 541(64+127):678.70:01:139

Annotatsiya. Ushbu maqolada import tovarlar o'rnini bosa oladigan, yuqori kimyoviy va termik barqarorlikka ega bo'lgan, radiatsion hamda mexanik chidamliligi yuqori organik va noorganik gibridd ionitlarni sintez qilish bilan birga texnologiyasini ishlab chiqish, ionitlarning sintezi, xossalarning tadqiqi bayon etilgan. Shuningdek,

mazkur maqolada mahalliy xomashyolardan keng foydalangan holda vinillash jarayoni asosida ionitlar sintez qilish va ushbu jarayonlarni tadqiq etish kabi muammolarni bartaraf etishga qaratilgan takliflar yoritilgan. Yangi tarkibli ionitlarni sintez qilish uchun vinilfurfuril efiri, natriytripolifosfat, kolloid kremnizol va initsiator sifatida dinitril azobisimoy kislota (DAK) dan foydalanildi. Sintez jarayoni 85-120 haroratda 2 soat davomida olib borildi. Sintez jarayoni tugagach kolbada hosil bo'lgan qovushqoq, qora rangli va qotadigan polimer – divinilfurfuril-natriytripolifosfatni uch marta cho'ktirib olib tozalandi va doimiy massaga kelguncha quritildi. Sintezlangan ionitni sintez mahsulotlaridan ajratib olish maqsadida bir qator erituvchilar orqali ekstraksiyalash amalga oshirildi. So'ngra dimetilformamidda ekstraksiyalab toza polimer ajratib olindi va uning fizik-kimyoviy xossalari tadqiq etildi. Polidivinilfurfuril-natriytripolifosfatning qovushqoqligi viskozimetr (HAAKE viscotester 2 plus)da aniqlangan. Olingan modda IQ spektroskopiyada tekshirildi va olingan modda tarkibiga mos ekanligi aniqlangan.

Kalit so'zlar: polidivinilfurfuril-natriytripolifosfat, furan, vinilfurfuril efiri, natriytripolifosfat, kolloid kremnizol, dinitril azobisimoy kislota (DAK), ionitlar.

PREPARATION AND PROPERTIES OF PHOSPHORUS CONTAINING IONITES BASED ON FURAN DERIVATIVES

Abstract: This article describes the synthesis of organic and inorganic hybrid ionites, which can replace imported goods, have high chemical and thermal stability, high radiation and mechanical resistance, as well as the development of technology, the synthesis of ionites, and the study of their properties. Also, this article covers proposals aimed at eliminating problems such as synthesizing ionites based on the vinylation process with extensive use of local raw materials, and researching these processes. Vinyl furfuryl ether, sodium tripolyphosphate, colloidal cremnizol and dinitrile azobisimoic acid (DAK) were used to synthesize ionites with a new composition. The synthesis process was carried out at a temperature of 85-120 °C for 2 hours. At the end of the synthesis process, the viscous, black and hardenable polymer - divinylfurfuryl-sodium tripolyphosphate formed in the flask was washed three times and dried until it reached a constant mass. In order to separate the synthesized ionite from the synthesis products, extraction through a series of solvents was carried out. Then pure polymer was isolated by extraction in dimethylformamide and its physico-chemical properties were studied. The viscosity of polydivinylfurfuryl-sodium tripolyphosphate was determined on a viscometer (HAAKE viscotester 2 plus). The obtained substance was examined by IR spectroscopy and found to be consistent with the composition of the obtained substance.

Key words: polydivinylfurfuryl-sodium tripolyphosphate, furan, vinylfurfuryl ether, sodium tripolyphosphate, colloidal cremnizol, dinitrile azobisimoic acid (DAK), ionites.

Kirish. Hozirgi kunda dunyoda tarkibi turli kimyoviy xossaga ega, jumladan, mexanik, magnit, optik-elektron xususiyatlarini namoyon qiladigan, komponentlarning kombinatsiyasi natijasida shakllangan polimer kompozit materiallarning yangi sinfini yaratishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Yuqori kimyoviy va termik barqarorlikka ega bo'lgan, radiatsion va mexanik chidamliligi yuqori organik va noorganik gibrid ionitlarni sintez qilish va texnologiyani ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi [1-4].

Viniloksiguruhning kiritilishi polifunksional furan birikmalarining yo'naltirilgan organik sintezida divinilfurfuril efirlarini qo'llash uchun deyarli cheksiz imkoniyatlar yaratadi[5].

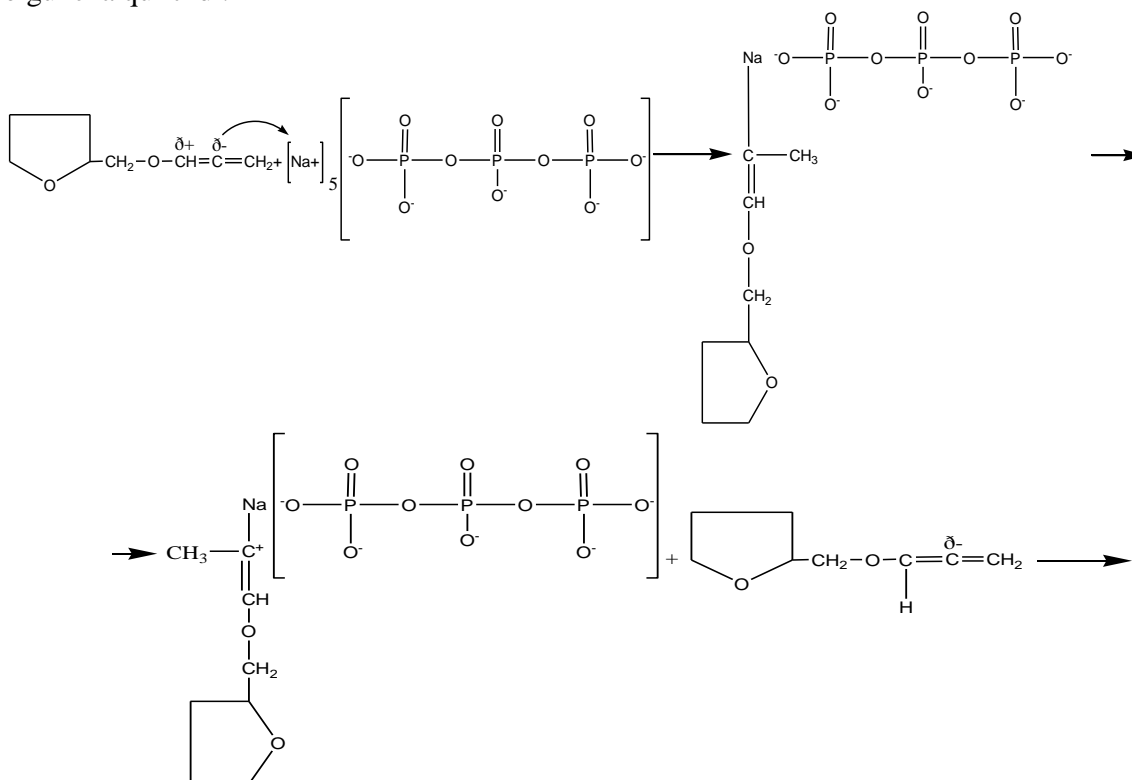
Ammo, divinilfurfuril efirlarini faol ishlatish ularni sintez qilish uchun oddiy va texnologik usullarning yo'qligi bilan cheklanadi. Alkilvinil efirlarga qaraganda ancha kamroq darajada, ularning kimyoviy xossalari ham o'rganilgan, masalan, qo'shimcha funksional guruh mavjudligi sababli o'ziga xoslikka ega bo'lgan elektrofil va radikal birikishga moyil bo'ladi

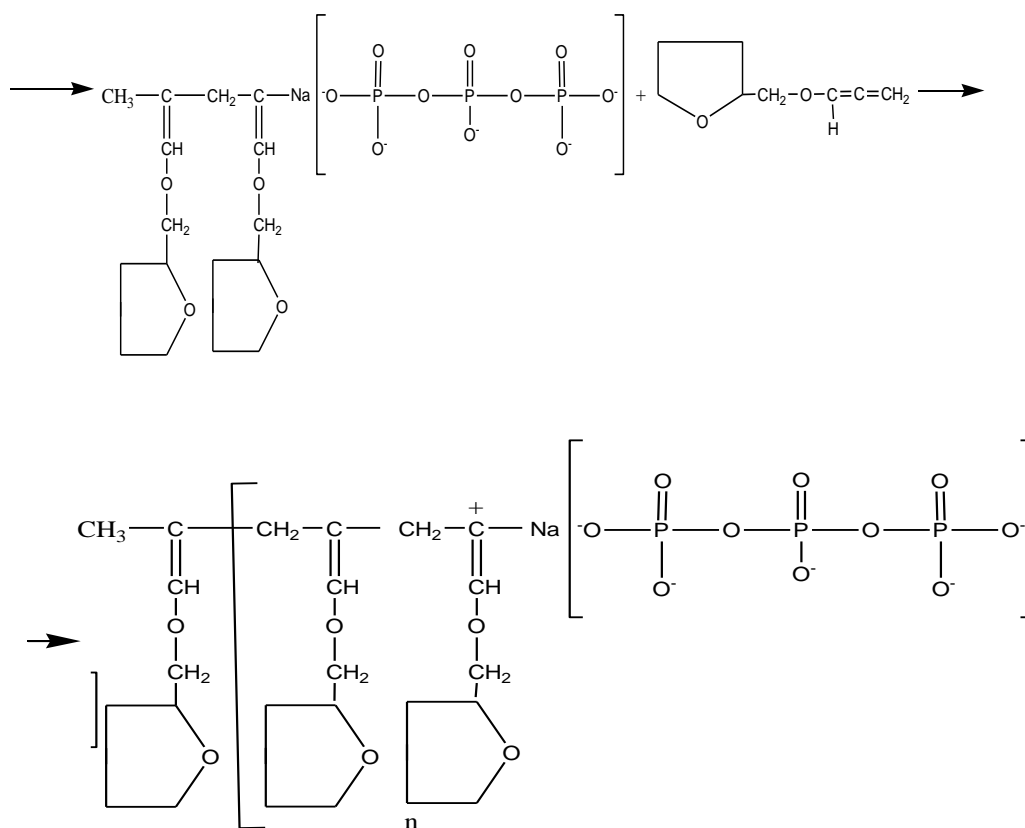
[6-10].

Respublikamizda gibridd organik-noorganik kompozit ionitlar olish, tarkibida azot saqlovchi geterosiklik birikmalar hosilalari asosida yuqori molekularli polimer kompozitlar yaratish, kompozitsion sorbentlarning mexanik mustahkamligini oshirishda organik matritsa, proton o'tkazuvchi membranalar, emulgatorlar, dorivor preparatlarni qo'llash bo'yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Shunga ko'ra, kompozitsiyalarning mexanik mustahkamligini hamda termik barqarorligini oshirish imkonini beruvchi kremnizol va (oligo) polimerlarni sintez qilish, xossalari o'rganish va u asosida ionit olish texnologiyasini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi [11; 12].

Geterosiklik birikmalarni vinil hosilalari sintezi, jarayonni atmosfera bosimida amalga oshirish texnologiyasini ishlab chiqish, reaksiya borishini muqobil sharoitini topish, sopolimerlarini sintez qilish va texnologiyasini yaratish zamonaviy organik kimyo va organik birikmalar kimyoviy texnologiyasining dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi. Mazkur maqola mahalliy xomashyolardan keng foydalangan holda vinillash jarayoni asosida ionitlar sintez qilish, shuningdek, ushbu jarayonlarni tadqiq etish kabi muammolarni yechishga qaratilgan [13; 14].

Tadqiqot metodologiyasi: reaksiyon kolbaga 50 mg vinilfurfuril efiri, 50 mg natriy tripolifosfat, 50 mg kolloid kremnizol va initsiator sifatida dinitril azobisimoy kislota (DAK) dan foydalanildi (monomerlar massasiga nisbatan 1%). Kolba termometr jihozlanib, magnitli aralastirgichda o'rnatildi va 85-120 C da 2 soat davomida qizdiriladi. Reaksiya tugagach, kolbada hosil bo'lgan qovushqoq, qora rangli va qotadigan polimer – polidivinilfurfurilnatriytripolifosfatni uch marta cho'ktirib olib tozalandi va doimiy massaga kelguncha quritildi.





Olingan oligomerni tozalash uchun turli xil erituvchilar ishtirokida ekstraksiyon usulda ish olib borildi. Ekstraksiyalash natijalari quyidagi jadvalga kiritildi. (1-jadval).

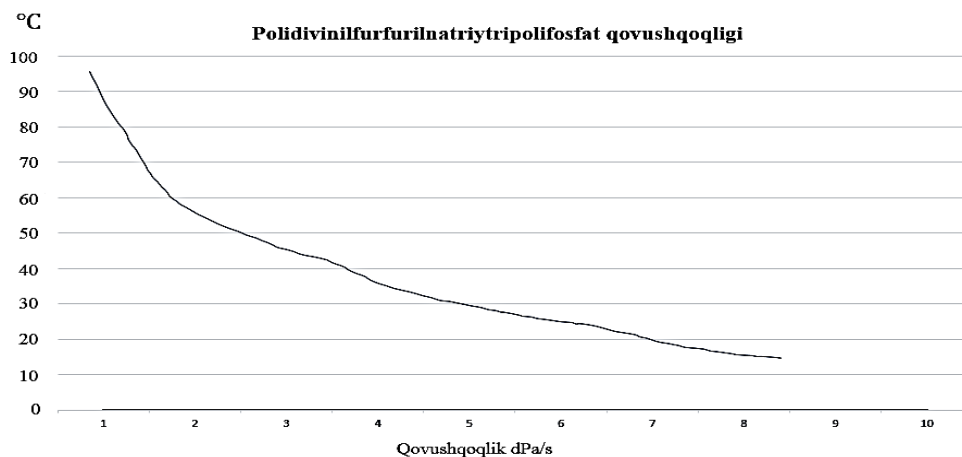
1 - jadval

Reaksiyaga kirishuvchi moddalar va mahsulotlarning erituvchilarda eruvchanligi

№	Erituvchilar	Dastlabki moddalar			Mahsulot
		Furfuril spirti	Vinilatsetilen	Natriytripo lifosfat	Polidivinilfurfuril natriytripolifosfat
1	Izopropil	eriydi	eriydi	eriydi	eriydi
2	Oktan	eriydi	eriydi	eriydi	eriydi
3	Izobutil	eriydi	eriydi	eriydi	eriydi
4	Geptan	eriydi	erimaydi	eriydi	erimaydi
5	Toluol	erimaydi	eriydi	eriydi	eriydi
6	Geksan	erimaydi	erimaydi	eriydi	erimaydi
7	Amil spirti	erimaydi	erimaydi	eriydi	erimaydi
8	Dekan	erimaydi	erimaydi	eriydi	erimaydi
9	Etil spirti	erimaydi	eriydi	eriydi	erimaydi
10	Dimetilformamid	erimaydi	erimaydi	erimaydi	erimaydi

Ekstraksiya natijalari asosida sintezdan keyingi aralashmani dastlab etil spirtida eritilganda furfuril spirt va polidivinilfurfurilnatriytripolifosfat erimasdan qoldi. Erimay qolgan qoldiq esa geptanda eritilganda furfuril spirt unda eridi, mahsulot polidivinilfurfurilnatriytripolifosfat erimay qoldi.

Natijalar va muhokama: dimetilformamidida ekstraksiyalab toza polimer ajratib olindi va uning fizik xossalari o'rganildi, polidivinilfurfurilnatriytripolifosfatning qovushqoqligi viskozimetr (HAAKE viscotester 2 plus) aniqlandi quyidagi grafik bilan ifodalash mumkin.



Olingan mahsulotning ionitlik xossasini tekshirish maqsadida turli xil tuzlarning (magniy xlorid, kalsiy xlorid, nikel (II) sulfat va mis (II) sulfat) eritmalari bilan tajribalar olib borildi. Natijalar esa 2-jadvalda o'z aksini topgan.

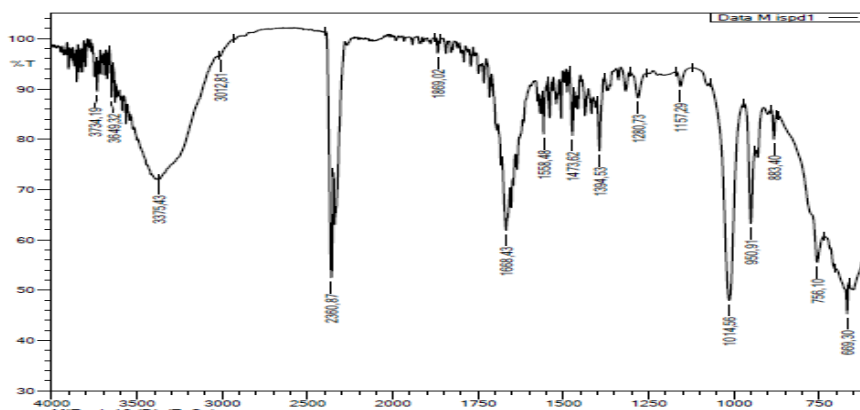
2-jadval

Polidivinilfurfurilnatriytripolifosfat ionitlik xossasining metallar bilan ionlarining sorbsiya sig'imi

№	O'rganilayotgan ionlarning eritmalarining dastlabki konsentratsiya, $C_{dast}=1$ g/l	R-H, almashinish sig'imi mg-ekv/g	R-Na, almashinish sig'imi mg-ekv/g
1.	Magniy xlorid	3,01 – 3,11	4,38 – 4,85
2.	Kalsiy xlorid	3,43 – 4,17	5,88 – 6,51
3.	Nikel (II) sulfat	1,91 – 2,19	2,32 – 2,52
4.	Mis (II) sulfat	2,35 – 2,81	3,42 – 3,93

Olingan tekshirish natijalari esa sintezlangan yangi ionitning turli xil metall ionlari eritmalari uchun sorbsiyasi sig'imi H-forma uchun Mg^{2+} kationiga 3.01-3.11 mg-ekv/g va Ca^{2+} kationi uchun esa 3.43-4.17 mg-ekv/g ligi aniqlandi. R-Na li tuz formasida esa sorbsiya sig'imi Mg^{2+} kationiga 4.38-4.85 mg-ekv/g va Ca^{2+} kationi uchun esa 5.88-6.51 mg-ekv/g ligi ushbu ionitni suvni tozalashda qo'llanilish imkoniyatini beradi.

Sintezlangan moddani tekshirish maqsadida infarqizil spektroskopiya usuli yordamida tekshirilganda quyidagi natijalar olindi (1-rasm). IQ-spektroskopiya fizik tadqiqot usuli asosida sintezlangan modda tarkibida qanday funksional guruhlar borligi tadqiq etilgan. Chunki IQ spektroskopiya asosida oligomer moddaning tuzilishi to'liq aniqlab bo'lmaydi. Ammo olingan polimerdagi R-H va R-Na formalarning mavjudligi haqida xulosa chiqarish mumkin.



1-rasm: Polidivinilfurfurilnatriytripolifosfatning IQ-spektri

950.91 cm^{-1} almashingan vinil guruhning tekis bo'lmagan, siljigan deformatsion tebranishlar, 1014.56 cm^{-1} furanlar, furan halqaning tebranishi kuchli, 1280.73 cm^{-1} oddiy efirlar, 1473.62 – 1558.48 cm^{-1} - CH_2 – guruh uchun, halqaning tebranishi kuchli qaychisimon, 1668.43 cm^{-1} $\text{C}=\text{C}$ uyg'unlashmagan makromolekulalardagi nosimmetrik tebranishlari, 2360.87 cm^{-1} $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ guruhga tegishli o'tkir cho'qqi, 3649.32 cm^{-1} $-\text{OH}$ da - H bo'g'lanish qoldig'idan hosil bo'lganligi sintez qilingan modda tarkibiga mos kelishini ifodalaydi.

Xulosa va takliflar: mazkur maqolada furan hosilalari asosida tarkibida fosfor saqlagan organik modda sintezlandi. Hosil bo'lgan aralashma tarkibidan sintezlangan moddani ajratib olish maqsadida turli organik qutbli va qutbsiz erituvchilardan foydalanildi. Sintezlangan mahsulot ajratib olingandan so'ng uning tarkibi va tuzilishini tadqiq qilish uchun IQ-spektroskopiya usulidan foydalanildi va modda tarkibidagi funksional guruhlar aniqlab olindi. Sintezlangan mahsulotning kationlarning sorbsiya xususiyatini o'rganish maqsadida turli tuzlarning eritmalari bilan tajriba-sinovlar amalga oshirildi. Natijada magniy va kalsiy kationlarni sorbsiyasi yuqori natija berganligi aniqlandi. Yuqorida olingan natijalar asosida olingan ionit suvni tozalashda samarali kationit sifatida taklif etildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Firuz O., Vohid A. Synthesis of ionites based on cremnisole //Universum: технические науки. – 2022. – №. 4-13 (97). – С. 19-21.
2. Abror o'g'li, A. A. (2023). IMPROVING THE PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF UREA FURFURAL RESIN. American Journal of Pedagogical and Educational Research, 12, 268–271.
3. Davron o'g'li, N. D. (2023). APPLICATION OF UREA-FORMALDEHYDE AND UREA-FURFURAL RESINS IN DIFFERENT SOLVENTS. American Journal of Pedagogical and Educational Research, 12, 265–267.
4. Firuz O., Vokhid A. SYNTHESIS AND PROPERTIES OF COMPLEX FORMING IONITES //Universum: технические науки.–2023.–№ 2-6 (107). – С. 38–40.
5. Ostonov F., Akhmedov V., Olimov B. PREPARATION OF HYBRID COMPOSITES BY SOL-GEL METHOD AND ANALYSIS OF ITS PROPERTIES //Scientific Collection «InterConf». – 2022. – №. 123. – С. 256-259.
6. Zuhridin, R., & Niginabonu, J. (2022). Production of polyethylene terephthalate. Universum: технические науки, (5-11 (98)), –С. 58–62.
7. O'G'Li, R. Z. K., & Qizi, J. N. Q. (2022). Analysis of importance and methods of production of block copolymers based on polyetylenterephthalate. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 3(1), 51–55.
8. Zuhridin, R., Niginabonu, J., Aminjon, V., & Temurbek, D. (2022). Mechanisms of eterification of tereftalic acid with etylenglycol. Universum: технические науки, (5-11 (98)), 63–67.
9. Nigina J., Mizrob Z. PRODUCTION OF VINYL ETHERS OF FURFURYL ALCOHOL //Universum: химия и биология. – 2023. – № 9-2 (111). – С. 57–62.
10. Bobir, O., Vokhid, A., Gulnoz, G., & Sherzod, R. (2022). SYNTHESIS AND PROPERTIES OF NITROGEN-RETAINING CORROSION INHIBITORS. Universum: химия и биология, (4-2 (94)), 43–46.
11. Ostonov F. КРЕМНИЙОРГАНИК БИРИКМАЛАР БИЛАН МОДИФИКАЦИЯ-ЛАНГАН АКРИЛ БИРИКМАЛАРИНИНГ ОЛИНИШИ //ЦЕНТР НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ (buxdu. uz). – 2020. – Т. 1. – №. 1.
12. Olimov, B. B., & Rakhmatov, S. (2022). SYNTHESIS AND USE OF CORROSION INHIBITORS ON THE BASIS OF DIATOMIC PHENOLS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY. In Kimyo va tibbiyot: nazariyadan amaliyotgacha (pp. 141–143).

13. Садирова, С. Н., & Кувондиқов, В. Х. У. (2021). Исследование влияния молочной кислоты на разволокнение структуры кожной ткани каракулевых шкур. *Universum: технические науки*, (12-3 (93)), –С. 87–89.

14. Шодиев С. В., Остонов Ф. И., Ахмедов В. Н. ГЕТЕРОСИКЛИК БРИКМАЛАР-НИНГ ВИНИЛ ЭФИРЛАРИ АСОСИДА ГИБРИД КОМПОЗИТЛАР СИНТЕЗИ //Journal of Universal Science Research. – 2023. – Т.1. – №.9. – С. 362–366.

POLIURETAN SINTEZI VA XOSSALARI

I.A.Beshimov

¹Buxoro muhandislik texnologiya instituti, 200100, Buxoro, O‘zbekiston
ORCID 0009-0001-5430-649C
chemistry2927@mail.ru

V.N.Axmedov

²Buxoro muhandislik texnologiya instituti, 200100, Buxoro, O‘zbekiston
ORCID 0000-0002-4634-7814
voxid7@mail.ru

B.B.Olimov

³Buxoro muhandislik texnologiya instituti, 200100, Buxoro, O‘zbekiston
ORCID 0000-0001-6562-1885
chemistry2927@mail.ru
UDK 541(64+127):678.70:01:139

Annotatsiya: ushbu maqolada mochevina, malein kislota (buten-2 dikarbon kislota) va kroton aldegididan foydalanib oligomer sintez qilindi. Tadqiqot natijasida olingan oligomerdan termobarqaror qoplama olish uchun foydalanish ko‘zda tutildi. Mazkur termobarqaror qoplama olish jarayoni ikki bosqichda olib borildi. Reaksiyaning birinchi bosqichida 23.2 g malein kislota (buten-2 dikarbon kislota) va 6 g mochevina (karbamid) birgalikda qo‘shib aralashtirib turildi. Reaksiyaning harorati 57°C bo‘lganda moddalar suyuq holatga o‘tdi. Malein kislota va mochevina asosida rangsiz bir jinsli suyuq massa hosil bo‘ldi. Jarayon 75°C bo‘lganda qaynab, polimerlanib sariq rangli massa hosil bo‘ldi. Olingan oligomerning xossalari o‘rganilib chiqildi. Sintezlangan mahsulot tarkibidagi funksional guruhlar infraqizil spektroskopiya usulida tekshirildi. Shuningdek maqolada uretan guruhi saqlagan birikmalar sintezi va ularning modifikatsiyasi yo‘nalishida olib borilgan tadqiqot bo‘yicha olingan natijalar keltirilgan. Reaksiya yo‘nalishi bo‘yicha ta’sir etuvchi omillar o‘rganilib maqbul rejim tanlangan va reaksiyon muhit uchun kerakli optimal muhitlar tanlangan.

Kalit so‘zlar: mochevina, malein kislota, kroton aldegid, reaksiya, unum, bog‘, xossa.

SYNTHESIS AND PROPERTIES OF POLYURETHANE

Abstract: In this article, an oligomer was synthesized using urea, maleic acid (butene-2 dicarboxylic acid) and croton aldehyde. The oligomer obtained as a result of the research was intended to be used to obtain a thermostable coating. The process of obtaining this thermostable coating was carried out in two stages. At the purulent stage of the reaction, 23.2 g of maleic acid (butene-2 dicarboxylic acid) and 6 g of urea (carbamide) were mixed together. When the temperature of the reaction was 57°C, the substances became liquid. Based on maleic acid and urea, a colorless homogeneous liquid mass was formed. When the process was 75°C, it boiled and polymerized to form a yellow mass. The properties of the obtained oligomer were studied. The functional groups in the synthesized product were checked by infrared spectroscopy. The article also presents the

results obtained in the direction of the research conducted in the direction of the synthesis and modification of urethane-containing compounds. Factors affecting the direction of the reaction were studied, an optimal mode was selected, and the necessary optimal conditions for the reaction environment were selected.

Key words: urea, maleic acid, croton aldehyde, reaction, product, bond, property.

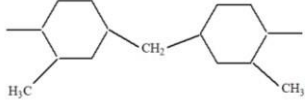
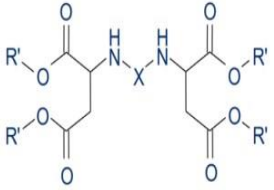
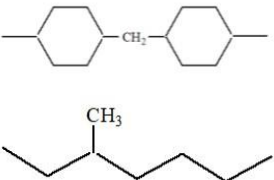
Kirish. Polimer sanoatida turli sanoat tarmoqlari uchun foydalaniladigan barcha asbob-uskunalar uchun materialning sifati va barqarorligini oshirish muhim yo'nalishlardan biridir. Buni hisobga olgan holda, ko'rsatilgan xususiyatlarga ega bo'lgan polimer birikmalari asosida yangi materiallarni ishlab chiqarish usullarini yaratish muhimdir. Jumladan, jahonda uretan polimerlarining xossalari yaxshilash va ulardan samarali foydalanish uchun quyidagi muammolarni ilmiy jihatdan asoslab berish zaruriyati mavjud: uretanlar asosidagi oligomerlarni sintez qilish usullarini ishlab chiqarish oliguretanlar va modifikatorlar asosida yangi modifikatsiyalangan uretan tizimlarini yaratish, uretan biriktiruvchi moddalar asosida polimer materiallar ishlab chiqarish; uretanlarning yopishtiruvchi, korroziyaga qarshi, termik barqaror yoki boshqa xususiyatlarini maqsadli ravishda o'zgartirishga qodir kompozitsiyalar yaratish. Ushbu yuqoridagilarni inobatga olgan holda mazkur tadqiqot ishida malein kislota, karbamid va kroton aldegid asosida oligomer sintezi amalga oshirildi. Sintezlangan oligomerlarning elastik va plastik xossalari tadqiq etilgan.

Hozirgi kungacha jahonda bir qator ilmiy – tadqiqot ishlari olib borilgan. Jumladan: S. I. Omelchenka N. Ahmed A. Kausar, G. H. Kwak, N. I. Kolsova, Y. G. Hsu, K.H. Lin, S. Oprea, , V. V. Mixeeva, W. Jiang, F. L. Jin, G. Rokicki, A. Dibenedetto, A. A. Berlina tadqiqotlarida uretanlardan avtomobilsozlik, qurilish, radioelektrotexnika, maishiy texnika va boshqa qator tarmoqlarda qo'llaniladigan qattiq termobarqaror polimerlar, poliuretan va epoksiuretanlar uchun poliaminlar, poliollar, poliizotsianatlar va turli epoksioligomerlarni sintez qilingan.

Tadqiqotlar asosida olingan adduktlar turli reaksiyon qobiliyatga ega. 1- jadvalda ushbu mahsulotlarning reaksiyon qobiliyati bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

1-jadval

Qo'llaniladigan adduktlarning reaksiyon qobiliyati

Aspartat tizilishi	Asosiy zanjir tuzilishi	Gel hosil bo'lish vaqti
	Metilenbis (2-metilsiklogeksan-4,1-diil (Desmophen NH 1520)	8 soat
	Metilendisiklogeksan-4,1-diil (Desmophen NH 1420)	1 soat
	2-metilpent-1,5- diil (Desmophen NH 1220)	~5 daqiqa

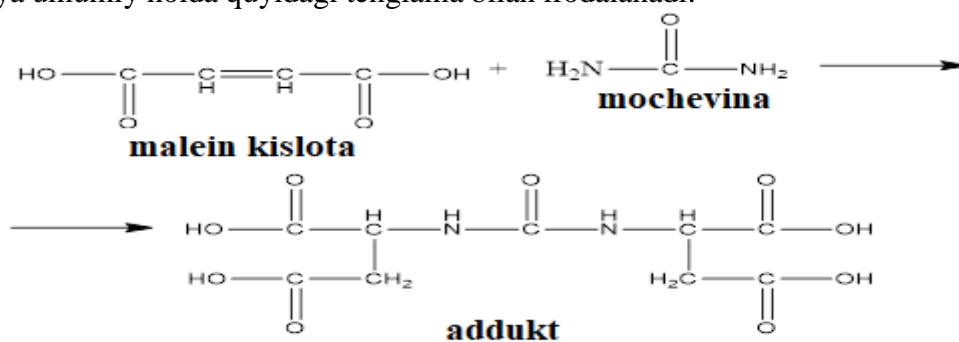
Tadqiqot metodologiyasi: Yuqoridagilardan kelib chiqib reaksiya quyidagi

yo'nalishda olib borildi.

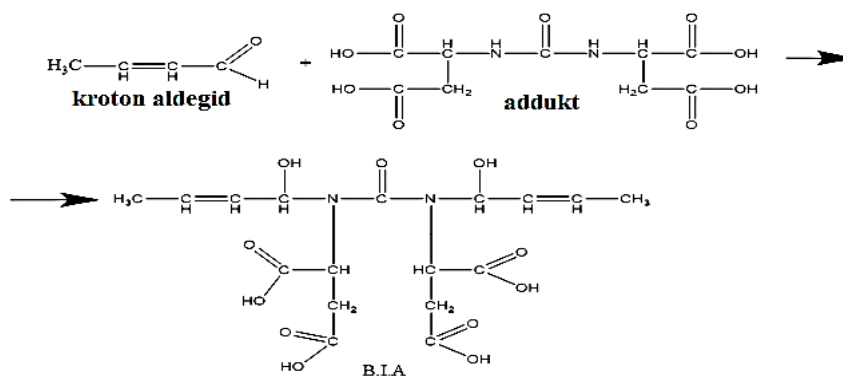
Uch bo'g'izli shlifli kolbaga reaksiya olib borildi. **Malein kislota** (1,2 di karbon kislota)ning suyuqlanish temperaturasi 140°C, zichligi 1,5 g/m³, suvda eruvchanligi 490 g/l (25°C), qaynash harorati 275°C. **Mochevina**ning suyuqlanish temperaturasi 132,7°C, qaynash harorati 174°C, zichligi 1,32 g/sm³. **Kroton aldegid** (C₄H₆O)ning suyuqlanish harorati 76,5°C, zichligi 0,846g/sm³, qaynash temperaturasi 104 °C.

BIA oligomerini sintez qilish va u asosda termobarqaror qoplama olish reaksiyasi ikki bosqichda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda 23.2 g malein kislota va 6 g mochevina birgalikda qo'shib aralashtirib turildi, reaksiya harorati 57°C da moddalar suyuq holatga o'tdi, malein kislota va mochevina asosida rangsiz suyuq massa va 75°C bo'lganda qaynab, polimerlanib sariq rangli massa hosil bo'ldi. Reaksiya mexanizmi malein kislota tarkibidagi qo'shbog' bilan bog'langan uglerod atomlari, mochevina tarkibidagi azot atomi tarkibidagi bitta vodorod qo'shbog'ni uzib azot atomi bilan bog'lanadi. Bunda addukt sariq massa hosil bo'ldi. Hosil bo'lgan addukt ikkinchi bosqichda 16,5 ml kroton aldegid bilan reaksiyasi olib borildi, harorat 75°C da aralashtirib turildi va kroton aldegid tomchilatib turildi. Reaksiya quyuuq massa hosil bo'lgunga qadar olib boriladi. Kroton aldegid tarkibidagi qo'sh bog' bilan bog'langan kislorod atomi addukt tarkibidagi azot bilan bog'langan vodorod qo'sh bog'ni uzub -OH guruh hosil bo'ladi va uglerod atomi azot bilan bog'lanadi.

Malein kislotaning mochevina bilan ta'sirlashishi an'anaviy usulda olib borildi va reaksiya umumiy holda quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



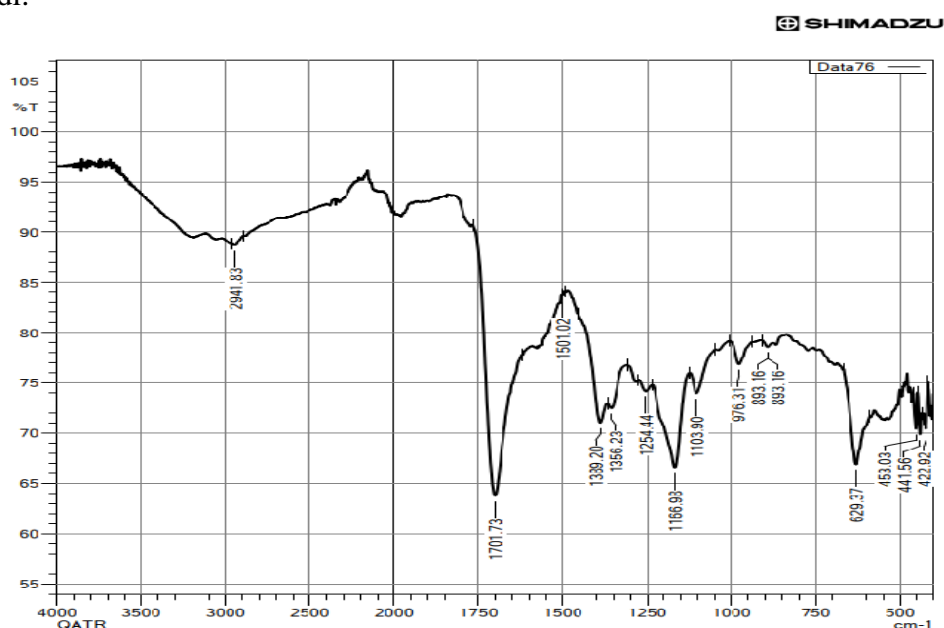
Olingan adduktning xossalari yaxshilash uchun uni modifikatsiyalash maqsadga muvofiq. Hozirgi kungacha turli xil modifikatorlar ishlatilgan. Shuningdek, epoksimolimerlar bilan berilgan xossalarga ega ikki komponentli sistemalar yaratilgan. Tadqiqotlarda esa modifikator sifatida sanoat chiqindisi kroton aldegiddan foydalanildi. Adduktning kroton aldegid bilan ta'sir tenglamasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi.



Gibrid polikarbamid – poliuretan tizimlar eng keng tarqalgan. Gibrid poliuretan – polikarbamid tizimlarini ishlab chiqarish uchun xomashyo arzonroq, ammo bunday mahsulotlar sof polikarbamididan foydalanishga qaraganda bir qator kamchiliklarga ega va tashqi omillarga nisbatan yuqori sezuvchanlikka ega, bu izotsianatlarning suv bilan raqobatbardosh reaksiyasi bilan bog‘liq. Gibrid polikarbamidlar poliuretan purkaladigan tizimlar kabi havo namligi va foydalanish haroratiga sezgir emas, ammo kompozitsiyada poliefirpoliolning mavjudligi gel hosil bo‘lishini sekinlashtiradi, qotib qolish vaqtini oshiradi va izotsianatning suv bilan qo‘shimcha reaksiyasini karbonat anhidrid hosil bo‘lishiga yordam beradi, uning pufakchalari polimerning xususiyatlariga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi. Gibrid polikarbamidlar sof polikarbamidlardan mumkin bo‘lgan xossalarning ko‘proq o‘zgaruvchanligi bilan farqlanadi. Bu savdoda mavjud bo‘lgan poliollar va izotsianatlarning juda ko‘p miqdori bilan izohlanadi.

Natijalar va muhokama: Gel vaqtini oshirish izotsianat komponentini o‘zgartirish orqali amalga oshiriladi. Gellanish vaqtining ko‘payishi substratning polimer bilan yaxshi namlanishiga va natijada yopishishning kuchayishiga yordam beradi. Gellanish tufayli materialni qo‘llash imkonsiz bo‘lgan zahoti sekundomer o‘chiriladi. Kompozitsiyani aralashtirish boshlanishidan gellanish vaqtigacha bo‘lgan vaqt kompozitsiyaning ishlash muddati hisoblanadi.

Sintez qilingan oligomerning tuzilishi IQ spektroskopiya bilan tahlil qilindi. Bunda oligomerning tuzilishiga xos bo‘lgan tegishli yutilish cho‘qqilari mavjudligi bilan farqlanadi.



1-rasm. Sintez qilingan BIA oligomerining IQ spektr tasviri.

BIA ning IQ- spektridagi xarakterli yutilish sohalari quyidagicha: $1725-1700\text{ cm}^{-1}$ - $\text{CH}_2\text{-COOH}$ to‘yingan alifatik, $2975-2950$; $2885-2860$; $1470-1435$; $1385-1370\text{ cm}^{-1}$, R-COOR $1200-1170$; $1250-1160\text{ cm}^{-1}$, $-\text{H}_2\text{C-CO-CH}_2-$ $1725-1700\text{ cm}^{-1}$, RNH-CO-NHR 1660 cm^{-1} uchlamchi amin, $(\text{RCH}_2)_3\text{N-}$ $1250-1180\text{ cm}^{-1}$, CH=C-CO- $1695-1660\text{ cm}^{-1}$, C=O $1650-1860\text{ cm}^{-1}$ karboksil guruhdagi karbonil guruh, RRN-COOR $1735-1700$; $1710-1690\text{ cm}^{-1}$ sohada kuzatiladi. Ushbu tadqiqot usuli asosida sintezlangan modda tarkibida qanday funksional guruhlar borligi tadqiq etilgan. Chunki IQ spektroskopiya asosida oligomer moddaning tuzilishi to‘liq tasvirlab bo‘lmaydi. Ammo oligomerga elastiklik va plastiklik xossalarni beruvchi funksional guruhlar haqida ma‘lumot olish mumkin.

Sintez qilingan (oligo)polimerlarning fizik holati, tuzilishi va kimyoviy tarkibi, kristallanish harorati, gel hosil bo'lish vaqti va kimyoviy reagentlarni ta'sir qilib o'tga chidamli tarkiblarining belgilangan termik va fizik ko'rsatkichlarga erishildi. Yaratilgan tarkiblar yordamida yog'och va noorganik qurilish konstruksiyalarning yong'indan himoya qilish mexanizmlarini ishlab chiqish; uretan asosida o'tga chidamli samarali qoplamalar yaratildi, ular yordamida yog'och va noorganik qurilish konstruksiyalarining o'tga chidamliligini oshirish hamda ko'p bosqichli yong'indan himoya qilish usullarini ishlab chiqildi. O'rnatish tezligi, rekord quvvat va yuqori yorug'lik barqarorligi bunday qoplamalarni o'rnatish jarayonining yuqori tezligi va yuqori dekorativ xususiyatlar talab qilinadigan joylarda pol sohasida juda samarali foyda berishiga erishildi.

Xulosa va takliflar: Uretan guruhini o'z ichiga olgan oligomerlarni mahalliy xomashyolar asosida izotsianatsiz usulda olish texnologiyasi ishlab chiqildi va ularni modifikatsiyalash usuli bilan polimerini ishlab chiqarish uchun asosiy komponent sifatida ishlatildi. Yuqori deformatsion-mustahkamlik, antikorrozion, va antifriksion xususiyatlarga ega polimer kompozit materiallar ishlab chiqish uchun yangi komponent tavsiya etildi. Uretan polimerlari va ular asosidagi polimer kompozitsion materiallarning teplofizik xususiyatlari aniqlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Raximov F.F., Axmedov V.N. Kremniyorganik birikmalar bilan qurilish materiallarini gidrofoblash texnologiyasi // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. –Buxoro muhandislik texnologiya instituti ilmiy-texnik jurnali. 2019. №3 – B. 57–63. (02.00.00. №14)

2. Рахимов Ф.Ф., Ахмедов В.Н., Смирнов Ф.Ф. Способ получения гидрофобных композиций // UNIVERSUM: Технические науки (научный журнал), 2020, – №4 (70) – С. 63–65. (02.00.00; №1).

[3] Raximov F.F., Axmedov V.N. Gidrofob qurilish materiallarining olinish texnologiyasi. "Kompozitsion materiallar" Ilmiy-texnikaviy amaliy jurnali. –Toshkent –2020. –№3. (02.00.00. № 04)

4. Raximov F.F., Axmedov V.N. Sementga kimyoviy qo'shimchalar qo'shishning ba'zi aspektlari // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. –Buxoro muhandislik texnologiya instituti ilmiy-texnik jurnali. –2020. –№7 – B. 25–30 (02.00.00. №14)

5. V.N.Axmedov, F.F.Raximov, B.Sh.Fazliddinov. Vliyanie kremniyorganicheskix polimerov na plynkoobrazovanie// "Neft va gaz kompleksida burg'ilash, qazib olish va qayta ishlash jarayonlarining zamonaviy texnologiyalari". Respublika ilmiy-texnik anjumani. –Qarshi, –2018. –B. 782–787.

6. Рахимов Ф.Ф., Ахмедов В.Н., Махмуджонов С. Синтез и исследование основных свойств кремниевых органических полимеров // XXII Всероссийская конференция молодых ученых-химиков (с международным участием) тезисы докладов. – Нижний Новгород, 23-25 апреля 2019 г. –163 с.

7. Ахмедов В.Н., Ниязов Л.Н., Рахимов Ф.Ф., Панов Н.Ш. Метод получения кремниевых органических соединений // Научно–технический журнал "Новости науки Казахстана", –№ 3 (141). – Алматы, 2019 – С. 35–43

8. V. N. Akhmedov, L. N. Niyazov, F. F. Rakhimov, N. SH. Panoev. The method of producing hydrophobic organosilicon polymers based on hydrolyzed polyacrylonitrile // Химический журнал Казахстана –№ 2 (66). – Алматы, 2019 – С. 90–96.

9. Рахимов Ф.Ф., Ахмедов В.Н., Аминов Ф.Ф. Гидрофобизатор на основе мочевино-формальдегида и тетраэтоксисилана // D o desenvolvimento mundial como resultado de realizacoes en cinecia e investigacao cientifica 9 de outubro de 2020. –Lisboa, Portugal –С. 69–71.

10. Raximov F.F., Axmedov V.N., Jumaev J. Qurilish materiallariga gidrofob modda sarfi bilan suvning singishi orasidagi bog'liqlikning matematik modeli// Matematik modellashirish, hisoblash matematikasi va dasturiy ta'minot injeneriyasining dolzarb muammolari. Respublika ilmiy-amaliy anjumani. –Qarshi shahri, 2020-yil. –B. 138–140.

11. Bobir, O., Vokhid, A., Gulnoz, G., & Sherzod, R. (2022). SYNTHESIS AND PROPERTIES OF NITROGEN-RETAINING CORROSION INHIBITORS. Universum: ximiya i biologiya, (4-2 (94)), 43–46.

12. Raxmatov, S. (2023). Synthesis of corrosion inhibitor based on local raw materials. Scientific Collection «InterConf», (142), 431–434.

13. Olimov, B. B., & Rakhmatov, S. (2022). SYNTHESIS AND USE OF CORROSION INHIBITORS ON THE BASIS OF DIATOMIC PHENOLS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY. In Kimyo va tibbiyot: nazariyadan amaliyotgacha (pp. 141-143).

14. TECHNOLOGY OF OBTAINING EFFECTIVE CORROSION INHIBITORS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY. Universum: texnicheskie nauki. – 2022. – №.1-3(94).–S. 85–87 bet

15. B.B. Olimov, V.N. Ahmedov, Z.Sh. Rahmatov. Synthesis of resorcinol vinyl ether in the mono-position, influence of the catalyst, temperature and solvent on the reaction yield. Special issue on application of science for sustainable development to overcome covid-19 pandemic published by novateur publication india's journalnx- a multidisciplinary peer reviewed journal issn: 2581-4230, website: journalnx.com, 7th aug. 2020. 44–51 pp.

16. B.B. Olimov, V.N. Ahmedov, E.D. Niyozov. Influence of Temperature on the Synthesis of the Monovinyl Ether of 1,4 – Dihydroxybenzol (Hydroquinone). International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 8, Issue 1 , January 2021

17. B.B. Olimov, V.N. Akhmedov, G.A. Gafurova. Production and use of corrosion inhibitors on the basis of two-atomic phenols and local raw materials. Universum: ximiya i biologiya : elektron. nauchn. jurn. 2021. 11(89).

URL: 7universum.com/ru/nature/archive/item/12473 (02.00.00; №1).

GAZLARNI NORDON KOMPONENTLARDAN TOZALASH QURILMALARIDA KO‘PIKLANISH SABABLARI VA UNI OLDINI OLISH

S.O‘.Toshboyev

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti, 200100, Buxoro, O‘zbekiston
ORCID 0009-0007-2042-087X

A.R.Xafizov

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti, 200100, Buxoro, O‘zbekiston
ORCID 0009-0007-3636-4382

V.N.Axmedov

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti, 200100, Buxoro, O‘zbekiston
ORCID 0000-0002-4634-7814

voxid7@mail.ru

E.R.Panoyev⁴

Buxoro muhandislik-texnologiya instituti, 200100, Buxoro, O‘zbekiston
UDK 541(64+127):678.70:01:139

Annotatsiya: mazkur maqolada gazlarni nordon komponentlardan (H_2S va CO_2) aminli tozalash jarayonlarida absorberlarda hosil bo‘ladigan ko‘piklanishni kamaytirish uchun sintezlangan yangi tarkibli ko‘pik so‘ndiruvchi moddaning xossalari haqida ma‘lumotlar berilgan. Shuningdek ko‘piklanishning kelib chiqish sabablari, ko‘piklarning yashash davri, ko‘pikni kelib chiqishiga sabab bo‘luvchi omillarning absorbent xossalari ta‘siriga ta‘sir haqida to‘xtalib o‘tilgan. Ko‘piklanishning absorbsiya jarayoniga ta‘sir va absorbsiya jarayonini sekinlashtirishi haqida aytib o‘tilgan. Ko‘piklanish jarayonida absorbent, ya‘ni amin eritmasining gaz bilan chiqib ketishi bug‘ fazasida yoki tomchi holatida bo‘ladi. Ushbu holatda amin bug‘larini bosimi nisbatan katta bo‘lmasa ham tozalanayotgan gaz hajmining kattaligi uchun bug‘lanishdan kelayotgan yo‘qotilishlar sezilarli darajada bo‘ladi. Ushbu yo‘qotishlarning oldini olish uchun absorbentga ko‘pik so‘ndiruvchi moddalar qo‘shish talab etiladi. Ko‘piklanish qarshi moddalarning ta‘siriga 25% li amin eritmasida tadqiqotlar olib borildi va natijalar grafik tarzida tasvirlandi. Bunda ko‘pikning balandligiga qarab ko‘pik so‘ndiruvchilarning minimal miqdori aniqlab olindi.

Kalit so‘zlar: absorber, absorbent, ko‘pik, amin, tuz, nordon komponent, ko‘piklanish, vodorod sulfid, karbonat anhidrid.

CAUSES AND PREVENTION OF FOAMING IN DEVICES FOR CLEANING GASES FROM NORMIC COMPONENTS

Abstract: this article provides information on the properties of a foam suppressant with a new composition, synthesized to reduce foaming in absorbers during the amine purification of gases from sour components (H₂S and CO₂). Also, the causes of foaming, the lifetime of foams, and the effect of factors that cause foaming on absorbent properties are discussed. It was mentioned about the effect of foaming on the absorption process and how it slows down the absorption process. In the process of foaming, the absorbent, i.e. amine solution, escapes with gas in the vapor phase or in the droplet state. In this case, even if the pressure of amine vapors is relatively small, the losses from evaporation will be significant due to the large volume of the gas being cleaned. To prevent these losses, it is necessary to add foam suppressants to the absorbent. The effects of antifoaming agents were studied in 25% amine solution and the results were graphically depicted. In this case, the minimum amount of foam suppressants was determined depending on the height of the foam.

Key words: absorber, absorbent, foam, amine, salt, sour component, foaming, hydrogen sulfide, carbon dioxide

Kirish: Tabiiy gaz boshqa qazib olinadigan yoqilg'ilarga qaraganda, dunyoda yetakchi o'rinlarda turadi. Shunga qaramay tabiiy gaz zaxiralari juda katta bo'lsa-da, uning uchdan bir qismi nordon komponentlar bo'lgan konlardan keladi. O'zbekistonning eng yirik neft gaz kompaniyasi – "O'zbekneftgaz" AJ ning aniqlangan zaxiralari ulushi vodorod sulfidi bo'lgan konlarning 12 foizdan ortig'ini tashkil etadi, ulardan eng yiriklari Ustyurt va Buxorodir. Bular esa o'z navbatida gazni tozalash jarayonida ko'piklanishni hamda korroziyani keltirib chiqarmoqda. Uglevodorod xomashyosining roli, unga bo'lgan talabning ortib borishi tufayli ortib bormoqda. Hozirgi kunda gazni qayta ishlash zavodlaridagi gazni tozalash qurilmalarida ko'pik paydo bo'lishi iqtisodiy samaradorlikni kamaytirmoqda, shuning uchun ko'pik yo'qotuvchi ko'pik so'ndirgichlar ishlab chiqarish masalasini qo'yadi. Ko'pincha ko'piklanishni absorber qurilmasida sodir bo'lishini kuzatish mumkin. Ko'piklangan eritma o'zi bilan birgalikda toza gaz mahsulotini regeneratsiyalashga qo'shib olib ketishi mumkin. Shuningdek, boshqa qurilmalarda ham bu holat kuzatiladi. Har bir ifloslantiruvchi ko'piklanish tendensiyasiga va ko'pikning barqarorligiga ta'sir qiladi.

Amin eritmasining gaz bilan chiqib ketishi bug' fazasida yoki tomchi holatida belgilanadi. Birinchisining kattaligi suv aralashmasi ustidagi amin bug'larning bosimi bilan aniqlanadi va haroratga bog'liq bo'ladi, aminning aralashma konsentratsiyasi va turiga bog'liqdir. Amin bug'larini bosimi nisbatan katta bo'lmasa ham tozalanayotgan gaz hajmining kattaligi uchun bug'lanishdan kelayotgan yo'qotilishlar sezilarli darajada bo'ladi.

Hozirgi kunda jahonda gazlarni tozalash jarayonida ko'plab ko'pikka qarshi eritmalar ishlab chiqarilgan bo'lib, biz bu eritmalarini chet mamlakatlardan import qilib olib kelamiz.

Respublikamizda amin sistemalaridagi ko'piklanishga qarshi eritmalar ishlab chiqish bo'yicha muhim natijalarga erishilmoqda. Shu maqsadda, mamlakatimizda ko'pikni so'ndirishda turli eritmalarining ta'sirini o'rganish orqali ularni yangi tarkibga ega bo'lgan turli navlarini yaratish hamda amaliyotga joriy etish bo'yicha ko'pgina ilmiy-tadqiqot ishlari amalga oshirilmoqda. Gazlarni aminli tozalash jarayonida eritmalarining ko'piklanishiga sabab, gaz pufakchalari sirt faol moddalarni ifloslantiruvchi ko'pikka aylanishi oqibatida kuzatiladi. Ko'piklanishni nazorat qilishning eng keng tarqalgan usuli bu ko'pikni buzadigan aylanma eritma darajasiga ko'pikka qarshi kimyoviy moddalarni kiritish hisoblanadi. Shuni inobatga olib tadqiqot ishlari olib borildi [1,3].

Tadqiqot metodologiyasi: Gazni nordon komponentlardan tozalash qurilmalarini ishlatishda yuzaga keladigan jiddiy muammolardan biri ko'piklanishdir, uning sabablari quyidagilar bo'lishi mumkin:

- texnologik qurilmalarda korroziyaning kelib chiqishi;

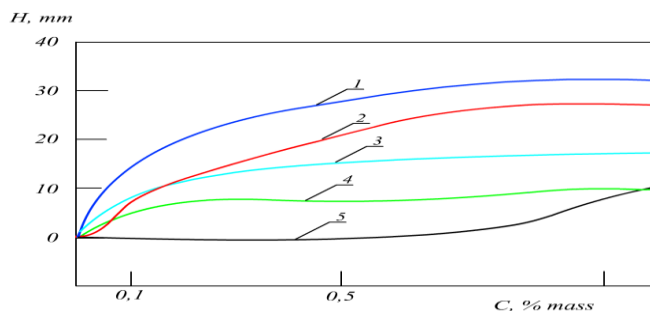
- yuqori harorat ta'sirida aminlarning parchalanishi;
- amin eritmasida yon reaksiya mahsulotlarining to'planishi;
- absorber qurilmasida og'ir uglevodorod tomchilarining kirishi;
- absorberga kirishda gazda minerallashgan tomchi suv mavjudligi;
- nordon komponentlarga qarshi absorbentlarni tayyorlash uchun ishlatiladigan texnologik suv bilan mineral tuzlarni tizimga bo'lishi;
- absorberda bosimning oshishi.

Amalda, ushbu omillarning har biri mavjud bo'lishi mumkin, ko'pincha bir vaqtning o'zida bir nechta omillar ishtirok etadi va ko'pik bilan kurashish bo'yicha tavsiyalar berish qiyin vazifaga aylanadi. Ko'pincha bu tavsiyalar ko'pik paydo bo'lishining sabablariga emas, balki oqibatlariga qarshi kurashishga qaratilgan. Tizimda kuchli ko'piklanish mavjudligi absorbentdagi yo'qotishlarining ko'payishiga va tovar gaz sifatining yomonlashishiga olib keladi.

Shu jumladan, ko'piklanishning intensivligi absorbentning sirt tarangligiga ham bog'liq. Eritmaning sirt tarangligi s qanchalik past bo'lsa, bu jarayon osonroq amalga oshiriladi. Shuning uchun sirt faol moddalarning absorberlarga kirib borishi s qiymatini pasaytiradi va iqtisodiy samaradorlikka erishish mumkin [2,6,7].

Yomon namlanadigan moddalar (mexanik aralashmalar, korroziya mahsulotlari va boshqalar), gaz pufakchalari yuzasiga yopishib, ularning birlashishini oldini oladi va ular bilan birga ko'pikka aylanib, uning barqarorlashishiga yordam beradi.

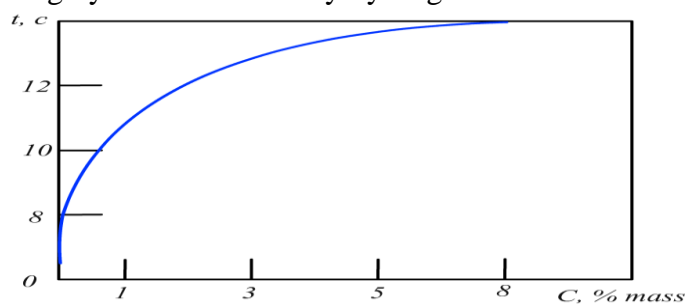
Natijalar va muhokama: Uglevodorodlar va MDEA eritmasining ko'piklanishiga ta'siri 1-rasmdagi egri chiziqlar bilan tavsiflanadi. Uglevodorodlarning qaynash harorati oshishi bilan eritmaning ko'piklanishiga ta'siri kuchayadi. Parafin uglevodorodlari eng katta ta'sirga ega [4,5,8].



1-rasm. Har xil C qo'shimchalari tarkibining 25 % MDEA eritmasining ko'piklanish qobiliyatiga ta'siri (H – ko'pik balandligi).

1 – undekan; 2 – yo'q; 3 – kondensat fraksiyasi K.K. - 150 °C; 4 – gaz kondensati; 5 – siklogeksan.

$MgCO_3$, $CaCO_3$, KCl , K_2SO_4 tuzlari aralashmasining MDEA eritmasining ko'piklanishiga ta'siri 1-rasmda ko'rsatilgan. Bunda ta'kidlanishicha, eng katta ko'piklanish kalsiy va magniy karbonatlari tufayli yuzaga keladi.



2-rasm. Ko'pikning ishlash muddati t ning MDEA eritmasidagi tuzlari konsentratsiyasiga (C) bog'liqligi.

Gazni nordon komponentlardan tozalash qurilmalarida ko'piklanishga qarshi kurashishda asosan ikki xil usulda amalga oshirish mumkin:

- ko'pikni so'ndirish uchun maxsus reagentlardan foydalanish;
- gazlarni qo'shimcha komponentlar va eritmalardan tozalash.

Gazlarni nordon komponentlardan tozalashda ishlab chiqarishni kuchaytirish va korroziyaga qarshi kurashish uchun reagentlarni tanlashga ham katta ahamiyat beriladi, shunda ularning nordon komponentlarning absorberlariga kirishi kuchli ko'piklanishni keltirib chiqarmaydi [9,10,12].

Hozirgi vaqtda polimetilsiloksanlar yoki ularning aralashmalari, kremniy organopolimerlari asosidagi moddalar "AC ko'piklanishga qarshi", yuqori molekulyar spirtlar (polialkilen glikol, oktilfenoksietanol, stearik spirt, oleyl spirti va boshqalar) ko'pikni yo'qotuvchi moddalar sifatida ishlatilib kelinmoqda. Amaldagi siloksan birikmalari orasida DC antifoam A, plastmassa, birikma (AQSh), antifron (GDR), Rodorsil-426R (Fransiya) mavjud. Rossiyaning antifoam reagentlari orasida emulsiyalangan VNIPIGAZ-1, KE-10-12, KE-10-21, I-1-A ni qayd etish mumkin. Ular fizik-kimyoviy xususiyatlaridan kelib chiqib zaharli emas, portlamaydi, yonmaydi, faol moddalarining qaynash harorati 300 °C dan yuqori. Polisiloksanlar $(\text{RE}_2\text{SiO}_3)_n$ turli xil molekulyar og'irlik va yopishqoqlikka ega bo'lgan rangsiz moyli suyuqliklardir. Siloksan suyuqliklari yuqori termik barqarorlikka ega. Ularning ko'pikni yo'qotish qobiliyati kislotali, ishqoriy va neytral muhitda eng kichik massa ulushlarida (0,0001-0,001%) namoyon bo'ladi. Ko'pikni yo'qotuvchi moddalar gaz pufakchalari va suyuqlik fazasini ajratuvchi plyonkalar yuzasining mustahkamligini pasaytiradi. Ko'pik so'ndiruvchilarning ko'pikka qarshi xususiyatlari faqat plyonkada eruvchanlik chegarasidan oshib ketadigan konsentratsiyalarda namoyon bo'ladi. Gazni qayta ishlash zavodlarida ko'pikni so'ndirish uchun maxsus idish va bosim beruvchi diafragmali turidagi nasoslar o'rnatilgan. Agar ko'pik so'ndiruvchi zarur bo'lganda, diafragmali nasoslar yordamida absorberga kirishdan oldin regeneratsiya qilingan eritma oqimiga haydaladi. Ko'pik so'ndiruvchini quvur liniyasiga yetkazib berish orqali uning absorbentda bir xil taqsimlanishi ta'minlanadi [11,13,15].

Xulosa va takliflar. Ushbu maqolada shuni xulosa qilish mumkinki, gazlarni nordon komponentlardan tozalash zavodidagi qurilmalarda ko'piklanish jarayonining kelib chiqish sabablari va ularni bartaraf etish yo'llari, hamda texnologik tizimda kuchli ko'piklanish mavjudligi yoritildi. Shuningdek, absorbent yo'qotishlarining ko'payishiga va toza gaz sifatining yomonlashish jarayonlariga qarshi turli siloksan birikmalari orasida DC antifoam, antifron Rodorsil-426R, VNIPIGAZ-1, KE-10-12, KE-10-21, I-1-A va boshqa ko'pik so'ndiruvchi eritmalar haqida ma'lumotlar keltirildi. Yangi tarkibli ko'pik so'ndiruvchilarning sinov natijalari va ularning minimal konsentratsiyalari haqida ma'lumot keltirilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Мурин В.И. и др. Технология переработки природного газа и конденсата. Справочник: В 2 ч. – М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2002. – Ч. 1. – 517 с.

2. Тошбоев С. У., Ахмедов В. Н., Паноев, Э. Р. Исследование процессов пенообразования при аминной очистке газов. Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science (CAJOTAS) ISSN: 2660-5317. Table of Content - Volume 4 No 10 (Oct 2023) cajotas.centralasianstudies.org/index.php/CAJOTAS/article/view/1313., 163-169.

3. Паноев Эрали Ражаббоевич, Дустов Хамро Бозорович, & Ахмедов Вохид Низомович (2021). ПРОБЛЕМЫ КОРРОЗИИ В КИСЛЫХ КОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМАХ И СПОСОБЫ ЕЕ УМЕНЬШЕНИЯ. //Universum: технические науки, (12-5 (93)), 47–50.

4. Toshboev S, Akhmedov V, Panoev E. Synthesis of higher fatty acid compound esters of higher fatty alcohols // Mejdunarodnaya nauchno-texnicheskaya konferensii «Problemy, innovatsionnye predlozheniya i resheniya v neftegazoximii i tehnologii» provedennoy 14-15 dekabrya 2023 goda v Buxarskom injenerno – texnologicheskom institute. 2023.–P. 71–74

5. Toshboev S. U, Axmedov V. N, Panoev, E. R. Issledovanie Protsessov Penobrazovaniya Pri Aminnoy Ochistke Gazov Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science (CAJOTAS) ISSN: 2660-5317. Table of Content -Volume 4 No 10 (Oct 2023)

6. Toshboev S, Panoev E. Foaming processes in amine gas purification // models and methods for increasing the efficiency of innovative research: a collection scientific works of the international scientific conference (11 october 2023) – berlin: 2023. part 27 – 215 p. <https://interonconf.org/index.php/ger/article/view/7314/6317>.

7. Panoev, E., & Dustov, K. (2023). Methods for determining the rate of corrosion with the application of a corrosion inhibitor produced on the basis of secondary raw materials. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 390). EDP Sciences. <https://drive.google.com/file/d/1rzdVp311MsRVMRkpSMXrsxpgZohkvKw/view?usp=sharing>.

8. Хайитова, Д. Ф., Жамолов, Ж. Ж., Паноев, Э. Р., & Мирзаев, Э. Э. (2023). Юқори хароратта чидамли коррозия ингибиторини олиш усули. *Innovative Development in Educational Activities*, 2(1), 9–13.

9. Паноев Э.Р., Мирзаев Э.Э., Хайитова Д.Ф. Жамолов Ж.Ж. Виды коррозионных процессов, причины их классификации и происхождения, методы защиты от них. In France international scientific-online conference: “Scientific approach to the modern education system” collections of scientific works. Part (Vol. 3, pp. 74–78).

10. Erali Rajabboyevich Panoyev, Muhriddin Sadriddinovich Savriyev, Mirvohid Olimovich Sattorov TABIIY GAZNI NORDON KOMPONENTLARDAN TOZALASHDA ABSORBENTNING YO‘QOTILISHI // Scientific progress. 2021. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tabiiy-gazni-nordon-komponentlardan-tozalashda-absorbentning-yo-qotilishi> (дата обращения: 17.11.2023).

11. E Panoev, M Murodov, D Xayitova, J Jamolov A Method for Reducing Corrosion During Gas Purification from Sulfur Components- –Texas Journal of Engineering and Technology, –2022.

12. Паноев Э.Р., Дустов Х.Б., Хайитова Д.Ф., Жамолов Ж.Ж. (2023). Исследование эффективности применения различных ингибиторов на нефтеперерабатывающих заводах.

13. Panoev Erali, Murodov Malikjon, Bozorov Gayrat, & Usmonov Safar (2022). A METHOD FOR REDUCING CORROSION DURING GAS PURIFICATION FROM SULFUR COMPONENTS. *Universum: технические науки*, (10-7 (103)), 9–13.

14. Toshboyev S.O‘, Do‘stov H.B, Axmedov V.N, Panoyev E.R, Ostonov F.I. Gazlarni absorbsion tozalashda ko‘piklanish jarayonini tadqiq qilish. “Fan va Texnologiyalar taraqqiyoti” Ilmiy Texnikaviy jurnal. –№1/2024 115 ISSN 2181-8193

**KATTA VA KICHIK O'RADARYO HAVZASI FLORA VA O'SIMLIKLAR
QOPLAMINING O'RGANILISH TARIXI****O.E.Omonov**

QarDU Botanika kafedrası tayanch doktoranti

omonovoybek1985@inbox.ru

ORCID: 0009-0000-7145-3419

УДК: 581,93

Annotatsiya. Maqolada Katta O'radaryo va Kichik O'radaryo havzasi va unga yaqin hududlarda flora va o'simliklar qoplami o'rganishga qaratilgan tadqiqotlarning tahlili yoritilgan. Adabiyotlar tahliliga ko'ra, mazkur hududga yaqin hududlarda ko'plab tadqiqotlar olib borilgan bo'lsa-da, ushbu daryolar havzalari maqsadli ravishda flora tarkibi o'rganilmaganligini ko'rsatdi. Katta va Kichik O'radaryo havzasi flora tarkibi shakllantirilmagan.

Floraning zamonaviy konspektini shakllantirishda hamda ularni tahlilini amalga oshirishda, kollektorlar tomonidan terilgan materiallar tahlili muhim ahamiyatga ega. O'zbekiston Milliy gerbariysi (TASH) fondida saqlanayotgan namunalar shuni ko'rsatadiki, Katta va Kichik O'radaryolari hududida qator geobotanik tadqiqotlar olib borilgan. Yuqoridagilarni inobatga olib floraning inventarizatsiya qilishga qaratilgan maqsadli tadqiqotlar olib borilmoqda. Mazkur tadqiqot Botanika institutining Janubi-G'arbiy Hisor, Hisor-Darvoz va Panjoldi okruglari florasining to'r tizimli xaritalash (Surxondaryo viloyati qismi) davlat dasturi hamda tadqiqotchining dissertatsiya mavzusi doirasida bajarildi.

Kalit so'zlar: gerbariy, G'arbiy Hisor, botanik-geografik rayon, endem, Qizil kitob, inventarizatsiya.

**ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ БАСЕЙНА
РЕКИ КАТТА И КИЧИК УРАДАРЬЯ**

Аннотация. В статье представлен анализ исследований, направленных на изучение флоры и растительного покрова бассейнов рек Катта Урадарья и Кичик Урадарья, а также близлежащих территорий. Согласно анализу литературы, хотя на прилегающих к данному региону территориях были проведены множество исследований, целенаправленное изучение состава флоры бассейнов этих рек не проводилось. Состав флоры бассейнов рек Катта Урадарья и Кичик Урадарья не сформирован.

Анализ материалов, собранных коллекционерами, важен для формирования современных конспектов флоры и проведения их анализа. Образцы, хранящиеся в фонде Национального гербария Узбекистана (ТАШ), свидетельствуют о том, что на территории Большой и Малой Урадарьи проводился ряд геоботанических исследований. Учитывая вышеизложенное, проводятся целевые исследования, направленные на инвентаризацию флоры. Данное исследование выполнено в рамках государственной программы Национального института ботаники по сетевому картированию флоры Юго-Западного Хисарского, Хисар-Дарвазского и Панджолдинского районов (входит в состав Сурхандарьинской области) и темы диссертации исследователя.

Ключевые слова: гербарий, Западный Гиссар, ботанико-географический район, эндемик, Красная книга, инвентаризация.

Kirish. So'nggi yillarda O'rta Osiyo florasini o'rganishda zamonaviy tadqiqot metodlaridan foydalanib kelinmoqda. Xususan, O'zbekiston hududining to'r tizimli xaritalash orqali ayrim botanik-geografik hamda tabiiy geografiy hududlar flora inventarizatsiyasini amalga oshirishda yangi bosqichga ko'tarildi [3; 70-91-б.]. Xususan,

to‘r tizimli xaritalash bo‘yicha bir nechta ilmiy ishlar amalga oshirildi [24; 279., 9; 266., 5; 315., 8; 271.].

Quyida tadqiqot hududi sifatida tanlab olingan Katta va Kichik O‘radaryo havzalari florasini o‘rganish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlarning tahlili keltirilgan.

Kichik O‘radaryo – Qashqadaryo viloyatidagi daryo. U G‘uzordaryoning chap irmog‘i hisoblanadi. Hisor tizmasining g‘arbiy qismidagi O‘lmas tog‘idan (2500–2700 m) boshlanadi. Uzunligi 93 km, havzasining maydoni 1588 m². Yirik irmoqlari Shirindaryo (17 km), Qoradahana (25 km), Go‘rota (20 km) va boshqalar. Qor, mavsumiy yomg‘ir va buloq suvlaridan to‘yinadi. O‘rtacha yillik suv sarfi 2,4 m³/sek. Mart-mayda suvi ko‘payadi. Asosan, sug‘orishga sarflanadi [21; 47-247-b.].

Katta O‘radaryo – Qashqadaryo viloyatidagi daryo. U G‘uzordaryoning o‘ng irmog‘i. Hisor tizmasining g‘arbiy qismidagi Harkush dovonidan (3448 m) Igrisu nomi bilan boshlanadi. Uzunligi 113 km, havzasi 1410 km². Daryo, asosan, tog‘lar orasida oqadi. Yirik irmoqlari: Qizilsoy, Almatsoy, Zarangbuloq, SHO‘rsuv va boshqalar. O‘rtacha yillik suv sarfi 4,6 m³/sek, yillik oqimi 140 mln. m³. Qor, yomg‘ir va buloq suvlaridan to‘yinadi. Mart-may oylarida suvi ko‘payadi. Pachkamar suv omboriga quyiladi. Atrofdagi qishloq xo‘jaligi yerlarini va shu yerdagi qishloqlarni suv bilan ta‘minlaydi [21; 47-247-b.]. (1-rasm)

Tadqiqot materiallari. Tadqiqot materiallari mazkur tadqiqot hududi va unga yaqin hududlarda olib borilgan dissertatsiyalar va ilmiy manbalardan iborat. Shuningdek, 11 jildli “Определитель растений Средней Азии” [19; 1963-2015], 6 jildli “Флора Узбекистана” [23; 1941-1962.] va 30 jildli “Флора СССР” [22; 1934-1964] asarlaridan foydalanildi. O‘zbekiston Miiliy gerbariysi (TASH) fondida saqlanayotlan gerbariylar.

Olingan natijalar va ularning muhokamasi. Qashqadaryo viloyati va unga yondosh bo‘lgan hududlarning o‘simliklar qoplami o‘ziga xosligi bilan alohida ajralib turadi. Arxeolog olimlarning fikricha, O‘zbekistonning janubiy viloyatlarida insoniyat taraqqiyoti va ularning o‘simliklardan foydalanishi pastki paleolit davridanoq boshlangan [12; 279-b., 18; 230-b].

O‘rta Osiyo o‘simliklarini, xususan, Katta va Kichik O‘radaryo havzasi va unga yondosh bo‘lgan hududlar florasini ilmiy jihatdan o‘rganish dastlab A.E. Regel tomonidan amalga oshirilgan. 1881-yilda o‘zining O‘rta Osiyodagi uzoq muddatli safari davomida respublikamizning janubiy qismlarini, xususan, Termizdan Boysun orqali Dehqonobod, G‘uzor hududlaridagi o‘simliklar qoplamini o‘rgangan. A.E. Regel o‘simliklar qoplamini o‘rganish bo‘yicha olib borgan tadqiqot natijalarini “Как источник декоративных фондов” (1884) nomli asarida keltirib o‘tgan. [5; 14-b.].



1-rasm. Kichik O‘radaryo havzasi. Dehqonobod tumani: Dug‘ob qishlog‘i (chapda), Qo‘g‘a qishlog‘i Qoplondara (o‘ngda)

Aynan shu yillarda fransuz olimlari G. Kapyu va G. Bonvalot (1880, 1881, 1887) O‘rta Osiyo, jumladan, Sherobodan Samarqandgacha bo‘lgan hududlarning o‘simliklar

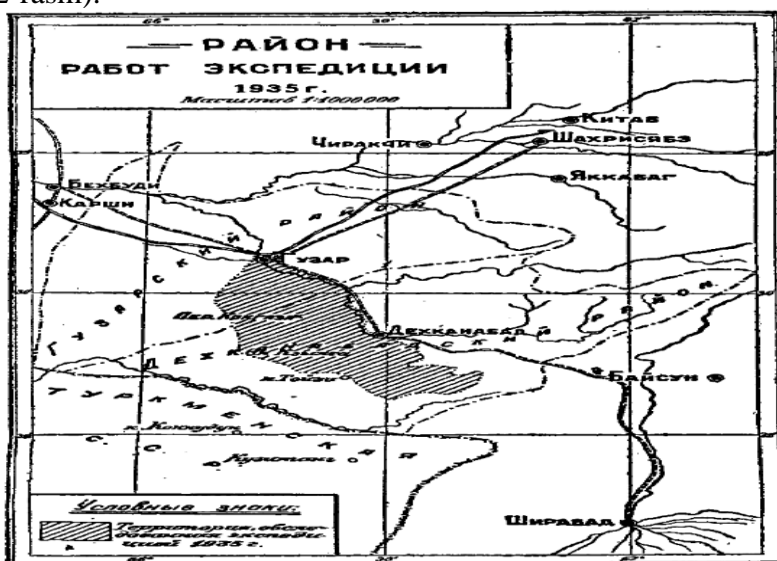
qoplarni o'rganish mobaynida mazkur hududlardan ko'plab gerbariy namunalari yig'ishgan. O.A. Turdiboyev va boshqalar (2022) ma'lumotlariga ko'ra, G. Kapus tomonidan to'plangan 1387 ta sanalgan o'simliklar 87 oila, 375 turkum va 851 turdan (jumladan, Franchet tomonidan tasvirlangan 74 ta yangi tur va 21 ta yangi turdan) iborat ekanligi aniqlangan [4; 229-301-b-b.].

Navbatdagi tadqiqotlar akademik S.I. Korjinskiy (1897) tomonidan olib borilgan bo'lib, muallif o'z izlanishlarini O'rta Osiyo janubiy qismining tabiatini o'rganishga, xususan, Dehqonobod va G'uzor tog'laridan Sho'rob hududigacha bo'lgan o'simliklar qoplarni o'rgangan. Bundan tashqari mazkur xildagi tadqiqotlar Kronenburg (1903) tomonidan olib borilgan. Muallif o'zining tadqiqot natijalarini o'sha davrning nufuzli bo'lgan "Allgemeine Botanische Zeitschrift" jurnalida nashr ettirgan [1; 93-b.].

Qashqadaryo havzasi o'simliklarini ilmiy jihatdan keng o'rganilishi V.I. Lipskiy tomonidan boshlab berilgan. 1887–1903-yillar mobaynida Markaziy Osiyoda izlanishlar olib borgan va fan uchun ko'plab yangi turlarni fanga kiritgan [15; 6-b., 16; 432-436-b., 6; 11-b.]. Shuningdek, olimning "Материалы для флоры Средней Азии" (1900, 1905) asari hamda B.D. Fedchenko "Материалы для флоры Памира и Алайского хребта" (1902) nomli asarlari Qashqadaryo havzasi o'simliklari to'g'risida qimmatli ma'lumotlar beruvchi muhim manbalardan biri sanaladi. 1904–1913-yillar davomida O.A. Fedchenko va B.A. Fedchenkoning Turkiston pududida olib borgan ilmiy izlanishlari asosida yaratilgan "Turkiston florasining konspekti" asarida ham janubiy viloyatlarning o'simliklari haqida qimmatli ma'lumotlar qoldirgan [20; 98-b.].

R.Y. Rojevets (1905) G'arbiy Pomir-Oloyni o'rganish davomida Boysun tog'lari orqali o'tib, Dehqonobod, G'uzor va Yakkabog' tog'larining o'simliklar qoplarni qisman o'rgangan. Shu bilan birga Qashqadaryo havzasi o'simliklar qoplami va yondosh bo'lgan hududlarda V.M. Kultiasov (1914), M.G. Popov (1915), I.I. Granitov va A.D. Pyatayevalar (1956, 1962) tomonidan tadqiqotlar olib borilgan. 1914-yilda aynan G'uzor atrofida M.V. Kultiasov tomonidan fan uchun yangi bo'lgan Cousinia sprygini yangi turi aniqlangan [5; 15-b.].

Aynan Katta va Kichik O'radyolari havzasi va unga yondosh bo'lgan chegaralarda olib borilgan dastlabki tadqiqotlar S.N. Kudryashev (1941) tomonidan amalga oshirilgan. Muallif o'zining "Растительность Гузара" (1941) asarlarida hududda tarqalgan 399 turni qayd etgan. Mazkur tadqiqotlar 1935–1940-yillarda olib borilgan bo'lib, tadqiqot asosan hududning o'simliklar qoplarni o'rganishga bag'ishlangan [10; 168-173-b.]. (2-rasm).



2-rasm. S.N. Kudryashev tomonidan olib borilgan ekspeditsiya hududi (Kudryashev, 1941)

S.M. Mustafayev (1966) tomonidan Qashqadaryo havzasida olib borilgan o‘simliklarning xomashyo resurslariga bag‘ishlangan mazkur tadqiqot ishida, 73 oila, 473 turkum va 1184 tur yuksak o‘simliklarni qayd etib o‘tgan. Mazkur turlarning 74 tasi endem o‘simliklar sifatida e‘tirof etilgan.

Katta va Kichik O‘radaryo havzalariga yaqin bo‘lgan hududlarda olib borilgan navbatdagi tadqiqotlar Y.V. Abramov (1975) tomonidan Qashqadaryoning chap irmog‘i Langar havzasi atrofi hududlarida olib borilgan. Tadqiqotlar natijasida Langardaryo havzasi florasiga uchun 786 turni keltirib o‘tgan.

Janubi-G‘arbiy Hisor turlarning kelib chiqish markazi hamda endemizm fraksiyalarining ulushi yuqori bo‘lgan hududlardan sanaladi. Bu borada dastlabki qimmatli ma‘lumotlarga boy bo‘lgan tadqiqotlardan biri I.T. Vasilchenko va L.I. Vasilyeva (1985) tomonidan amalga oshirilgan bo‘lsa, navbatdagi tadqiqotlar F.O. Xasanov (1991) ishlarida aks ettirilgan. I.T. Vasilchenko va L.I. Vasilyeva (1985) ma‘lumotlariga ko‘ra, Hisor tizmasining O‘zbekistonga taalluqli qismida 2100 ga yaqin tur tarqalganligi qayd etilgan. Mazkur ro‘yxatdagi turlarning 203 tasi endem va 60 tasi subendem ekanligi aniqlagan.

Yuqorida qayd etib o‘tilganidek, Katta va Kichik O‘radaryo havzalari va unga yondosh bo‘lgan hududlarda olib borilgan tadqiqotlarning aksariyati hududning o‘simliklar qoplami va ularning xo‘jalikdagi ahamiyatini o‘rganishga qaratilgan. [13; 123-131-b., 14; 123-129-b., 17; 193-274-b., 18; 230-b., 6; 20-b.].



3-rasm. O‘zbekiston Qizil kitobiga kiritilgan turlar: *Ferula tadshikorum* Pimenov (Kichik O‘radaryo Dug‘ob qishlog‘i), *Tulipa micheliana* T.M.Hoog (Katta O‘radaryo Obod qishlog‘i)

Xususan, O‘.A. Allanazarova (1969) tomonidan Qashqadaryo havzasi lalmikor yerlaridagi ekinlar orasida uchraydigan begona o‘tlar o‘rganilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra 39 oila, 182 turkumga mansub 283 tur aniqlangan. Mazkur turlar asosan havza adirlarida tarqalgan tabiiy o‘simlik qoplamlarida uchraydigan o‘simliklar hisoblanadi [7; 16-b.].

H.I. Azimov (1984) tomonidan olib borilgan tadqiqotlar natijasida, Qashqadaryo havzasi dendroflorasiga uchun ilk bor 39 oila, 182 turkumga mansub 283 turni keltirib o‘tgan. Mazkur turlar orasida *astragalus komarovii* Lipsky, *calligonum mattheianum* Drobow kabi kamyob turlar ham bor [6; 20.].

T.V. Ovchinnikova (1995) Qashqadaryo havza o‘simlik qoplamlari 54 assotsiatsiya, 34 formatsiya, 27 senotip, 16 kenja tip va 6 tipdan tashkil topganligini qayd etgan va ulardan keng tarqalgan turlarga alohida e‘tibor qaratgan.

B.E. Xo‘jamqulov (1998) Qashqadaryo havza archazorlarining floristik tarkibini o‘rganib, archazorlar tarkibida 68 oila, 267 turkum 525 turga mansub o‘simliklar o‘rishini qayd etgan. Archazorlar tasnifida 1 tip, 2 formatsiya, 24 assotsiatsiyalari ko‘rsatilib, shundan 15 tasi birinchi marotaba aniqlanganligi keltirilgan.

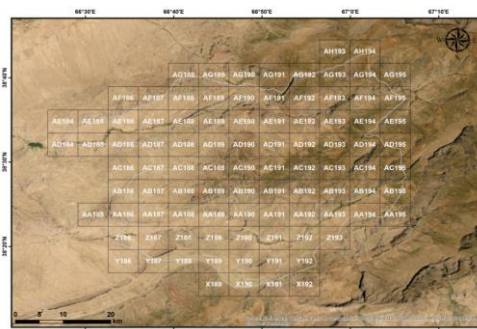
Hisor tog' tizmasining xo'jalik ahamiyatiga molik turlari, Sattarov va boshqalar (2018) tomonidan Hisor tizmasining Gulobod va Sarpedchashma (Tojikiston) havzalarida, dorivor o'simliklarni tadqiq etishga bag'ishlangan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, hududda 79 turning biologik zaxiralari aniqlangan.

Oxirgi yillarda to'r tizimli xaritalash borasida qator tadqiqotlar amalga oshirilmoqda. Bu yo'nalishda Markaziy Osiyodagi dastlabki tadqiqotlar U.H.Qodirov (2020) tomonidan amalga oshirilgan.

Navbatdagi tadqiqot ishi A.S.Abduraimov tomonidan amalga oshirilgan. Muallif o'z ilmiy izlanishlarini 2018–2021-yillarda Torqopchig'ay botanik-geografik rayoni florasini mavzusida olib borgan. Unga ko'ra, hududda 74 oila, 384 turkumga mansub 964 turdan iborat. Uning tarkibida O'zbekiston florasini uchun 3 tur, G'arbiy Hisor florasini uchun 3 yangi tur ilk bor keltirildi.

T.B.Aromov (2023) tomonidan 2017–2023-yillarda amalga oshirilgan ilmiy izlanishlari natijasida Hisor davlat qo'riqxonasining florasining floristik tarkibini aniqlagan. Qo'riqxonaga florasini uchun 71 oila, 457 turkumga mansub 1298 tur keltirilgan. O'zbekiston Qizil kitobiga (2019) kiritilgan 13 oila, 20 turkumga mansub 34 tur tarqalganligi aniqlangan hamda ilk marotaba O'zbekistondagi qo'riqxonalar orasida, Hisor davlat qo'riqxonasi florasida tarqalgan yuksak gulli o'simliklarning fotoalbomi yaratilgan.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar hudud florasini to'g'risida to'liq ma'lumot bermaydi. Bu esa tadqiqot hududining to'liq inventarizatsiya qilishni taqozo etadi. Hususan, O'zbekistonning botanik–geografik rayonlashtirish sxemasida G'arbiy Hisor okrugi tarkibida Qashqadaryo botanik-geografik rayoni sifatida [2; 250-b.] ajratilgan bo'lib, Katta va Kichik O'radaryolari havzasi shu botanik-geografik rayon tarkibiga kiradi. (4-rasm).



4-rasm. Katta va Kichik O'radaryolari havzasining to'r tizimli xaritasi

Floraning zamonaviy konspektini shakllantirishda hamda ularni tahlilini amalga oshirishda, kollektorlar tomonidan terilgan materiallar tahlili muhim ahamiyatga ega. O'zbekiston Milliy gerbariysi (TASH) fondida saqlanayotgan namunalari shuni ko'rsatadiki, Katta va Kichik O'radaryolari hududida qator geobotanik tadqiqotlar olib borilgan. Quyida, tadqiqot hududidagi asosiy kollektorlar tahlili keltirilgan (1- jadval).

1- jadval

Tadqiqot hududidan terilgan gerbariylar tahliliga ko'ra asosiy kollektorlar (TASH)

№	Kollektor	Yillar	Tur soni	Gerbariy soni
1	A.Pyatayeva	1942-1980	201	495
2	E.Korotkova	1935-1972	85	143
3	A.Arnold	1942	85	114
4	S.N.Kudryashev	1935-1941	53	67
5	M.G.Popov	1914-1916	49	62
6	A. Li, B. Niyazov	1950-1959	39	62
7	A. Gnezdillo	1935	42	61
8	N.Koshurnikova	1941-1956	37	43
9	O.Turginov	2011-2022	28	42

Jadvaldagi gerbariy ma'lumotlaridan shuni aytish mumkinki, hudud bo'yicha dastlabki (Lipskiy, 1897) va so'nggi (Turginov, 2022) tadqiqotlar 125 yilni o'z ichiga oladi. Bu vaqtda eng ko'p tur va gerbariy namunalarini tergan olimlardan A.Pyatayeva (1942-1980) 201 tur 495 ta namuna, E.Korotkova (1935-1972) 85 tur 143 namuna, A.Arnold (1942) 85 tur 114 namuna, S.N.Kudryashev (1935-941) 53 tur 67 namuna, M.G.Popov (1914-1916) 49 tur 62 namuna, A. Gnezdillo (1935) 42 tur 61 namuna, A. Li, B. Niyazov (1950-1959) 39 tur 62 namuna, N.Koshurnikova (1941-1956) 37 tur 43 namuna, O.Turginovlar (2011-2022) tomonidan 28 turga mansub 42 ta gerbariy namunalarini tergan.

Xulosa. Tadqiqot hududi va unga yaqin hududlarda ko'plab olimlar tomonidan flora va o'simliklar qoplamini o'rganishga qaratilgan ishlar ko'pchilikni tashkil qilsa-da, aynan hudud uchun maqsadli tadqiqot ishlari olib borilmagan. Tadqiqot hududi bo'yicha chop etilgan ilmiy nashrlar ko'p emas. Yuqoridagilarni inobatga olib floraning inventarizatsiya qilishga qaratilgan maqsadli tadqiqotlar olib borilmoqda. Mazkur tadqiqot Botanika institutining Janubi-G'arbiy Hisor, Hisor-Darvoz va Panjoldi okruglari florasining to'r tizimli xaritalash (Surxondaryo viloyati qismi) davlat dasturi hamda tadqiqotchining dissertatsiya mavzusi doirasida bajarildi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Tojibaev et al., 2020. Diversity and distribution of the genus *Scrophularia* L. (Scrophulariaceae) in Uzbekistan» Journal of Asia-Pacific Biodiversity 13 (2020) 70–91.
2. Қодиров У.Х. Ургут ботаник-географик райони флораси Автореф. Дисс...PhD доктор – Тошкент, 2021. – 279 б.
3. Ачилова. Н.Т. Сурхон-Шеробод ботаник-географик райони флораси Дисс...PhD доктор – Тошкент, 2021. – 266 б.
4. Абдураимов А.С. Торқопчиғай ботаник-географик райони флораси: Дис., биология фанлари фалсафа доктори. – Тошкент: 2021. – 315 б.
5. Аромов Т.Б. Ҳисор давлат кўриқхонаси флораси: Дис. ...канд биол наук. – Қарши: 2023. – 271 б.
6. Ўзбекистон Миллий Энциклопедияси. I-жилд. Тошкент, 2000-йил. – Б. 47–247.
7. Определитель растений Средней Азии. Критический конспект флоры. В I-X. Т. – Ташкент: Фан, 1968–2016.
8. Флора Узбекистана. В 6 т. – Ташкент: изд. АН УзССР, 1941–1963.
9. Флора ССР. В 30 т. –М.Л.: изд. АН СССР, 1934–1960 г.
10. Географические науки, кн. 14. – Ташкент: Изд-во САГУ, 1959. –279 с.
11. Норбобоева Т. Жанубий Ўзбекистон доминант ўсимликлари ва уларни муҳофаза қилиш. –Тошкент. Фан. 1995. –230 б.
12. Turdiboev O. A., Rouhan G., Allamurotov A. L., Madaminov F. M., Akbarov F. I. & Tojibaev K. Sh. 2022. Contribution of French explorers to the study of Middle Asian flora: the herbarium collections by Guillaume Capus (1857-1931). *Adansonia*, sér. 3, 44 (22): 229–301.
13. Kronenburg A. 1903. Buchara und Schugnan-Reise. "Allgemeine Botanische Zeitschrift. N.12. 193 p.
14. Кудряшов С.Н. Растительность. – Гузар–Ташкент: Комитета наук УзФАН, 1941. – С. 5–237.
15. Липский В.И. Флора Средней Азии. Руссаго Туркестана ханствъ Бухары и Хивы. Часть III. Ботаническая колекция из Средней Азии. – С.-Петербург: Горольд, 1905. – №3. – С. 342–840
16. Азимов Р.Х. Деревесная и кустарниковая растительность бассейна реки Кашкадарьи. Автореф. Дисс. Канд. Биол.наук. – Ташкент, 1984 – 20 с.
17. Отчет в рамках государственных прикладных проектов И5-ФА-Т001 «Кадастр редких и исчезающих видов сосудистых растений и позвоночных животных Кашкадарьинской области» – Ташкент, 2017 – 218 с.

18. Байкова Е.В., Турдибоев О.А. Серафим Николаевич Кудряшев (к 114-летию со дня рождения). Раст. мир Азиатской России, 2021;14(2):168-173.

19. Закиров П.К., Хамидов Г.Х., Ташмухамедов Р.И., Ашуров Э., Норбобоева Т. Растительность и растительные ресурсы Кашкадарьинской области УзССР // Раст. Респ. Узбекистан, 1983 – №4 – С. 123–131.

20. Закиров П.К. и др. Растительность и растительные ресурсы Кашкадарьинской области // Интродукция и акклиматизация растений. – Ташкент: Фан, 1990. – С. 123–129.

21. Момотов И.Ф., Ли А.Д., Пятаева А.Д., Демурина Е.М. Растительность. В сб. “Природные условия и ресурсы Юго Западного Узбекистана” – Ташкент, 1965. – С. 193–274.

22. Алланазарова У. Сорная растительность богарных посевов бассейна реки Кашкадарья // Автореф. дис. канд. биол.наук – Ташкент, 1969. – 16 с.

23. Tojibaev K. Sh., Beshko N. Yu., Popov V. A., Jang, C. G., Chang, K. S. 2017. Botanical - geographical regionalization of Uzbekistan. Republic of Korea: Korea National Arboretum, Pocheon, 250.

JANUBI-G‘ARBIY QIZILQUM SHAROITIDA *SALSOLA SCLERANTHA* CAM. TURI ASSIMILYATSIYALOVCHI ORGANLARINING MORFO-ANATOMIK TUZILISHI

G.M. Duschanova

Nizomiy nomidagi Toshkent davlat pedagogika universiteti

G.A. Ibrohimova

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti

guljon.duschanova@mail.ru, gugushana@mail.ru

ORCID: 0000-0001-7783-2049

UDK: 581.4+45.451:581.8:582.66.662

Annotatsiya. *Salsola sclerantha* turi assimilyatsiyalovchi organlari – urug‘pallabargi va bargining morfo-anatomik tuzilishini o‘rganish asosida turga xos bo‘lgandiyagnostik va adaptiv belgilar aniqlandi. Urug‘pallabarg mezofillinging dorsiventral (Aksiroid) tipliligi, barg mezofillinging krans-sentrik (*Salsoloid*) va krans-ventro-dorsal tipliligi, shuningdek, *Salsoloid* tipli barg mezofillida periferik o‘tkazuvchi bog‘lamlar krans-hujayraga qo‘shilib ketganligi bilan izohlanadi. Urug‘pallabarg va barglari amfistomatik tuzilishga ega bo‘lib, urug‘pallabarg epidermasida gemiparatsit tipli og‘izchalarning ustunlik qilishi va ko‘p sonliligi, paratsit tipli og‘izchalarning kam sonliligi; barg epidermasida anomatsit tipli barg og‘izchasining ustunlik qilishi va ko‘p sonliligi, gemiparatsit tipli barg og‘izchalarining kam sonliligi hamda ko‘p hujayrali chigalsimon va pufaksimon trixomalar mavjudligi aniqlangan. Urug‘pallabarg mezofillida galomorf belgilarning ustunlik qilishi, barg mezofillida esa kseromorf belgilarning ustunlik qilishi aniqlangan. Mazkur diagnostik va strukturaviy moslashgan belgilar turning qurg‘oqchil sharoitga yaxshi moslashganligidan dalolat beradi.

Kalit so‘zlari: morfologiya, anatomiya, urug‘pallabarg va barg mezofilli, *Salsola sclerantha*, Qizilqum.

MORPHO-ANATOMICAL STRUCTURE OF THE ASSIMILATIVE ORGANS OF *SALSOLA SCLERANTHA* CAM. IN THE CONDITION OF THE SOUTH-WEST KYZYLKUM

Abstract: Based on the study of the morfo-anatomical structure of the assimilating organs of the species *Salsola sclerantha*, specific diagnostic and adaptive characteristics were determined. A dorsiventral (*Aksiroid*) type of the cotyledon mesophyll, kranz-centric (*Salsoloid*) and kranz-ventro-dorsal types of the leaf mesophyll have been identified, as well as in the *Salsoloid* type of leaf mesophyll, peripheral vascular bundles are attached to the kranz-cell. The cotyledons and leaves have an

amphistomatic structure, a predominance and a large number of stomata of the hemiparacytic type in the epidermis of the cotyledons and a small number of stomata of the paracytic type; In the epidermis of the leaf, a predominance and a large number of stomata of the anomacytic type, a small number of stomata of the hemiparacytic type, and the presence of multicellular confused and vesicular trichomes were established. It has been established that halomorphic characters predominate in the cotyledon mesophyll, and xeromorphic characters predominate in the leaf mesophyll. The identified diagnostic and structural features indicate that this species is adapted to arid conditions.

Key words: morphology, anatomy, cotyledon and leaf mesophyll, *Salsola sclerantha*, Kyzylkum.

Kirish. Mavzuga oid adabiyotlar tahlili (Literature reviyew). So'nggi yillargacha *Salsola* turkumi, mavjud ma'lumotlarga ko'ra, 120 dan 170 gacha turlarni o'z ichiga olgan bo'lib, ularning katta qismi Evroosiyo va Afrikaning cho'l hududlarida tarqalgan [1: 20; 2: 257; 3: 241-254]. Chenopodiaceae Vent. oilasiga mansub *Salsola* turkumi ayrim turlarining qurg'oqchil sharoitlarga moslashishi assimilyatsiyalovchi organlarida – barg mezofillining markaziy qismlari turli xil tipda modifikatsiyalanganligi: skleromorf va sukkulent barg mezofillarining ustunlik qilishi aniqlangan [4: 67-74]. M.M. Ilin [2: 257] tomonidan SSSR florasida Janubi-g'arbiy Qizilqum sharoitida o'suvchi *S. sclerantha* turi *Aleuranthus* Ilin seksiyasiga, keyinchalik esa V.P. Bochansev [1: 20] tomonidan *Cardiandra* Aellin seksiyasiga kiritilgan. H. Akhani, G. Edwards, E.H. Roalson [5: 931-956] tomonidan *Salsola* turkumiga mansub bir yillik *S. sclerantha* turi *Caroxylon* Thunb. turkumiga mansub *Caroxylon scleranthum* (C.A. Mey.) Akhani & E.H. Roalson turi sifatida keltirilgan. Ularning tadqiqot ishlari *Caroxylon scleranthum* (C.A. Mey.) Akhani & E.H. Roalson turi barglarining tarkibiy miqdoriy ko'rsatkichlarini, uning ekologiyasi va naslining evolyutsiyasini chuqur o'rganishga qaratilgan.

Kserofitlar o'simliklarda barg epidermasining tuklanganligi, kutikulaning qalinligi va mumsimon qoplama, tashqi hujayra devorining qalinlashishi, hujayralarning maydaligi va barg og'izchalarining chuqur joylashganligi klassik belgilari hisoblanadi [6: 105-138; 7-65-87; 8-60-104]. Sukkulent kserofitlarning, shu jumladan, Chenopodiaceae oilasiga mansub turlarining barg epidermasi ko'pincha yirik hujayrali, qalin yoki yupqa devorli kutikulaga ega bo'lib, suvni saqlash vazifasini bajaradi [9:1021-1030; 10:53-66]. A.A. Butnik, G.M. Dushanova, D.M. Yusupova va boshqalar [11: 13-21] Markaziy Osiyoda tarqalgan Chenopodiaceae Vent. oilasiga mansub turlarning barg mezofilli anatomik tuzilishini o'rganish asosida ularning cho'llanish monitoringidagi rolini aniqlagan. *Salsola* turkumi ayrim turlarida Salsaloid tipli barg mezofilli aniqlangan. Barg mezofillida bir qator ustunsimon parenxima va krans-hujayralar halqasimon holatda joylashgan. Periferik o'tkazuvchi bog'lam krans-hujayralariga qo'shib ketganligi aniqlangan.

Yuqorida keltirilgan adabiyot manbalarining ma'lumotlari asosida Janubi-g'arbiy Qizilqum sharoitida tarqalgan *S. sclerantha* o'simligi urug'pallabargi va barglarining anatomik tuzilishi qisman o'rganilgan bo'lib, bargning serial holda anatomik tuzilishini o'rganish mazkur tur uchun xos bo'lgan diagnostik belgilarini aniqlash tadqiqotimizning dolzarbligi va ilmiy yangiligini ko'rsatadi.

Tadqiqot obyekti Amaranthaceae oilasi *Cardiandra* Aellin seksiyasiga mansub bir yillik o'tsimon o'simlik – *S. sclerantha* CAM. turi hisoblanadi.

Tadqiqotlar 2022–2023-yillarda Buxoro viloyati Janubi-g'arbiy Qizilqum hududida olib borildi va *S. sclerantha* gerbariy namunalari hamda fiksatsiya materiallari cho'lining sho'rlangan qum-shag'alli tuproqlaridan terildi.

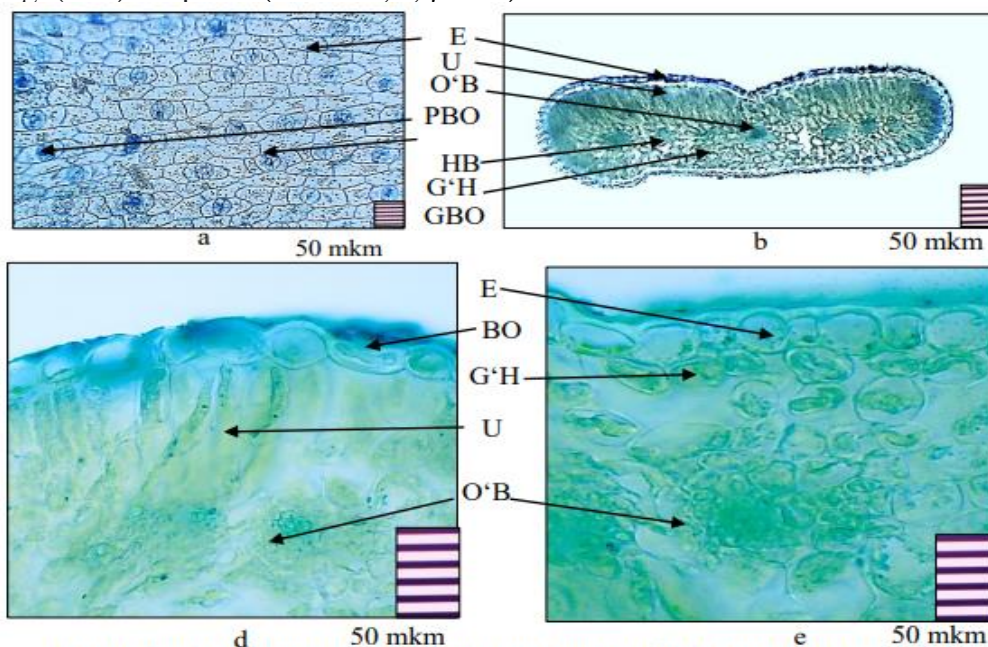
K.Sh. Tojibaev, N.Yu. Beshko, V.A. Popovlar [12: 1105-1132] tomonidan Janubi-G'arbiy Qizilqum O'zbekistonning botanik-geografik rayonlashtirish sxemasida Turon

provinsiyasi tarkibiga kiritilib Qizilqum okrugi (Qizilqum va Qizilqum qoldiq tog‘lari rayoni) va Buxoro okrugi (Quyi Zaravshon va Qarshi-Qarnabcho‘l rayoni) dan tashkil topganligi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan.

Tadqiqot metodologiyasi. Tabiiy sharoitda tarqalgan *Salsola sclerantha* turi assimilyatsiyalovchi organlarining morfologik va anatomik tuzilishini o‘rganish umumqabul qilingan metodlar asosida amalga oshirildi. O‘simlik barg va urug‘pallabargining morfologik tavsifi bilan bir vaqtda o‘simlikning vegetativ organlarining anatomik tuzilishini o‘rganish uchun 70 % etanol spirtiga fiksatsiya qilindi. Barg va urug‘pallabarglarning epidermasi paradermal va ko‘ndalang kesiklar asosida o‘rganildi. Asosiy poyadagi barglardan ko‘ndalang serial kesiklar (bargning uchki qismidan asos qismigacha) asosida tayyorlandi. Kesiklar metilen ko‘ki bo‘yog‘i yordamida bo‘yalib, glitserin bilan yopishtirildi [13: 6-68]. O‘simlikning assimilyatsiyalovchi organlaridagi to‘qima va hujayralar A.A. Butnik va boshqalar [14: 42], barg og‘izchalarining tiplari M.A. Baranova [15: 179-188] larning uslublari bo‘yicha tavsiflandi.

Natijalar va muhokama. *S. sclerantha* turi qum-shag‘alli tuproqlarda o‘sovchi o‘simlik bo‘lib, Janubi-g‘arbiy Qizilqumda tarqalgan. *S. sclerantha* assimilyatsiyalovchi organlari morfologik jihatdan o‘rganilganda, urug‘pallabargi sklerofit, bandsiz, chiziqsimon, halqasimon, yarimdoirasimon bo‘lib, uzunligi 5 mm gacha, eni 1 mm gacha bo‘lishi aniqlandi.

S. sclerantha urug‘pallabargining paradermal kesigida epiderma hujayralari to‘g‘ri chizikli, proyeksiyasi ko‘pqirralidir. 1 mm² epiderma hujayralarining soni 861,97±2,46 ni tashkil etadi. Urug‘pallabarglari amfistomatik tuzilishga ega bo‘lib, yumaloq-ovalsimon shakldagi og‘izchani uzunligi 24,58±0,25 mkm, eni 19,5±0,20 mkm bo‘lib, 1 mm² og‘izchalarning soni 226,2±0,74 ni tashkil etib, ulardagi tutashuvchi hujayralari deyarli bir xil uzunlikka egaligi aniqlandi. Epidermada hujayrasida og‘izchalar chuqur joylashgan bo‘lib, 7,06±0,068 mkm ni tashkil etib, urug‘pallabarg epidermasida gemiparatsit tipli og‘izchasining ustunlik qilishi va ko‘p sonliligi (95 %), paratsit tipli og‘izchalarining kam sonliligi (5 %) aniqlandi (1 – rasm, a, jadval).



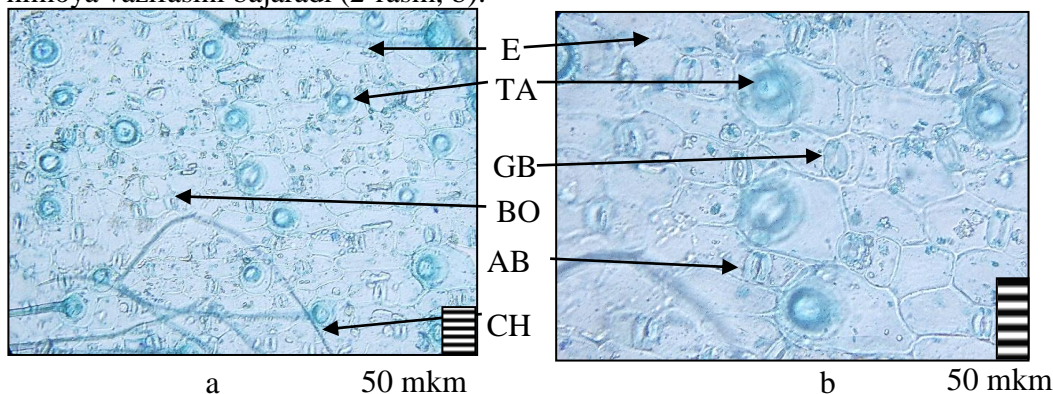
1-rasm. *S. sclerantha* urug‘pallabarg epidermasi va mezofilling paradermal va ko‘ndalang kesiklarda anatomik tuzilishi: a – epiderma, barg og‘izchalari: anomatsit va gemiparatsit tipli barg og‘izchalari; b-e – epiderma, barg og‘izchalari, ustunsimon, g‘amlovchi saqlovchi hujayralar va o‘tkazuvchi bog‘lam. Shartli belgilar: ABO – anomatsit tipli barg og‘izchalari, BO – barg og‘izchalari, GBO – gemiparatsit tipli barg og‘izchalari, G‘H – g‘amlovchi hujayra, HB – hujayralararo bo‘shiq, O‘B – o‘tkazuvchi bog‘lam, E – epiderma.

S. sclerantha turi urug'pallabarg mezofilli dorsiventral (Aksiroid) tipliligi aniqlandi. Urug'pallabarg mezofillida ustunsimon, g'ovaksimon hujayralar va o'tkazuvchi bog'lamlar joylashgan bo'lib, ustunsimon va g'ovaksimon hujayralarida C₃-tipli fotosintez amalga oshishi aniqlandi. Dorsiventral (Aksiroid) tipli mezofillida urug'pallabarg yarimdoirasimon tuzilishga ega. Barg mezofillining markaziy qismida 1 ta asosiy, 5-6 ta yon o'tkazuvchi bog'lamlar ustunsimon va g'ovaksimon parenxima hujayralarining orasida joylashgan (1-rasm, b).

Epiderma hujayralari – bir qator yumaloq-ovalsimon shakldagi hujayralarning balandligi $12,2 \pm 0,13$ mkm bo'lib, bargga nisbatan yupqa devorli kutikuladan ($3,2 \pm 0,058$ mkm) iborat. Ustunsimon parenxima 2-3 qator cho'zinchoq shaklda, hujayralarning uzunligi $22,45 \pm 0,12$ mkm, eni $10,27 \pm 0,07$ mkm bo'lib, epiderma va g'ovaksimon hujayralarining orasida joylashgan (1-rasm, b,d, jadval). G'ovaksimon hujayralar yupqa devorli, yumaloq, ovalsimon, izodermik shakldagi hujayralarining diametri $18,23 \pm 0,23$ mkm bo'lib, 5-6 qator hujayralar urug'pallabargning markaziy qismini egallagan. Asosiy o'tkazuvchi bog'lamlar yopiq kollateral tipli bo'lib, floema va ksilemadan iborat bo'lib, ksilemalarning asosiy o'tkazuvchi bog'lamdagi soni 8-9 ta, uning diametri $3,37 \pm 0,037$ mkm ni tashkil etadi. O'tkazuvchi bog'lam nisbatan yog'ochlashgan bo'lib, ularda mexanik to'qima – sklerenxima yaxshi rivojlangan. Mazkur o'tkazuvchi bog'lamlar urug'pallabarg mezofillidagi g'ovaksimon va ustunsimon hujayralar orasida joylashgan (1-rasm, jadval).

S. sclerantha barglari sklerofit, bandsiz, chiziqsimon, halqasimon, yarimdoirasimon bo'lib, uzunligi 0,7-0,8 sm gacha, eni 1 mm gacha, qalinligi 1-1,2 mm gacha, asosidan barg uzunligining 1/3 qismigacha kengaygan, uzun 3-4 hujayrali chigalsimon va pufaksimon tuklar bilan qoplangan va poyada navbatma-navbat joylashishi hamda virginil davrining immatur bosqichida barglari poyada qurib, to'kilib ketishi aniqlandi.

S. sclerantha bargining paradermal kesigida epiderma hujayralari to'g'ri chizikli, proektsiyasi ko'pqirrali bo'lib, uning balandligi $13,81 \pm 0,13$ mkm ni tashkil etadi. Epiderma hujayralarida ko'p sonli ko'p hujayrali chigalsimon va pufaksimon trixomalar mavjud bo'lib, trixomalarning uzunligi $733,12 \pm 0,651$ mkm ga to'g'ri keldi hamda mazkur trixomalar qurg'oqchil sharoitda o'simlik barglarida suvni kam bug'latish va himoya vazifasini bajaradi (2-rasm, b).



2– rasm. *Salsola sclerantha* turi barg epidermasining paradermal kesikda anatomik tuzilishi: a

– epiderma, barg og'izchalari, ko'p hujayrali chigalsimon trixomalar va trixomalarning asos qismi; b

– barg epidermasida anomatsit va gemiparatsit tipli barg og'izchalar. **Shartli belgilar:** ABO – anomatsit tipli barg og'izchalari, BO – barg og'izchalari, GBO – gemiparatsit tipli barg og'izchalari,

E – epiderma, CHT – chigalsimon trixomalar, TA – trixomalarning asos qismi.

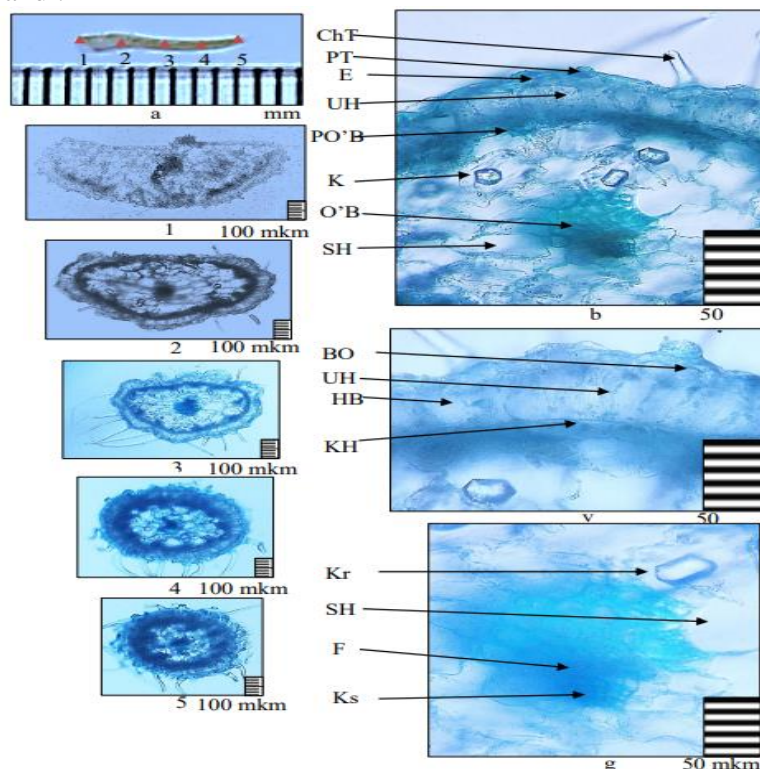
S. sclerantha barglari amfistomatik tuzilishga ega. Barg og'izchalari yumaloq-ovalsimon shakldagi hujayralarning uzunligi $18,74 \pm 0,15$ mkm, eni $15,72 \pm 0,10$ mkm ni tashkil etdi va og'izchalarning tutashuvchi hujayralari bargning har ikkala tomonida ham deyarli bir xil uzunlikka egaligi aniqlandi. Anomatsit va gemiparatsit tipli barg og'izchalar epidermada chuqur joylashgan bo'lib, barg epidermasida anomatsit tipli barg og'izchalsining ustunlik qilishi va ko'p sonliligi – 92,3 %, gemiparatsit tipli – 8,7 % barg

og'izchalarining kam sonliligi aniqlandi (2 – rasm, jadval).

S. sclerantha turi barg mezofillining anatomik tuzilishini o'rganish bargdan ko'ndalang serial kesiklar tayyorlash orqali amalga oshirildi va 2 xil tipli barg mezofilli aniqlandi. Barg mezofillining asos qismidan o'rta qismigacha krans-ventro-dorsal tipli barg mezofilli, bargning uchki qismidan o'rta qismigacha krans-sentrik (Salsoloid) tipli barg mezofilli aniqlandi. Mazkur aniqlangan barg mezofillarida ustunsimon va krans hujayralarida C₄-tipli fotosintez amalga oshishi aniqlandi.

Krans-ventro-dorsal tipli barg mezofilli bargning ostki (abaksial) tomonidan bir qator ustunsimon, krans hujayralar va periferik o'tkazuvchi bog'lamlar, bargning ustki (adaksial) qismida suv salovchi hujayralar va 3 ta asosiy o'tkazuvchi bog'lamlar joylashgan (3-rasm, a: 1-2). Krans-sentrik (Salsoloid) tipli barg mezofillida barg halqasimon tuzilishga ega bo'lib, bargning markaziy qismida 1 ta asosiy o'tkazuvchi bog'lam va suv saqlovchi parenxima hujayralari joylashgan (3-rasm, a: 3-5). Shuningdek, krans-sentrik (Salsoloid) tipli barg mezofillida yon (periferik) o'tkazuvchi bog'lamlar suv saqlovchi to'qimaning perimetrida joylashib, krans-hujayraga tegib turadi, undan keyin bir qator ustunsimon parenxima joylashgan. Epiderma hujayrasining balandligi $13,81 \pm 0,13$ mkm bo'lib, bir qator joylashgan va yupqa devorli kutikula $4,64 \pm 0,047$ mkm dan iborat (3-rasm, 1-3, jadval).

Adaksial epiderma hujayralari abaksial epiderma hujayralariga nisbatan yirikroqdir. Adaksial va abaksial epiderma hujayralari orasida ustunsimon, krans, suv saqlovchi hujayralar va o'tkazuvchi bog'lamlar joylashgan. Ustunsimon parenxima hujayralari nisbatan xlorofill donachalariga ega bo'lib, ularning orasida hujayralararo bo'shliqlar mavjud. Ustunsimon parenxima 1 qator cho'zinchoq shakldagi hujayralarning uzunligi $21,94 \pm 0,13$ mkm ni, eni $3,21 \pm 0,05$ mkm ni, indeks palisadi – $6,83$ mkm ni tashkil qildi. Ustunsimon parenxima hujayralari adaksial epiderma va krans hujayralarining orasida joylashgan (3-rasm, jadval). Krans-hujayralar kubsimon shakldagi hujayralardan iborat bo'lib, diametri $13,63 \pm 0,15$ mkm ni tashkil qildi. Krans-hujayralarida ustunsimon hujayralarga nisbatan xlorofill donachalari ko'pligi aniqlandi.



3 – rasm. *Salsola sclerantha* turi barg mezofillining ko'ndalang kesikda anatomik tuzilishi: a – halqasimon bargning umumiy ko'rinishi; b – barg mezofillining detali; v – bargning qovurg'asimon qismidagi barg og'izchalari, ustunsimon hujayralar va krans hujayralar, g – kristallar, suv saqlovchi hujayra va o'tkazuvchi bog'lam. **Shartli belgilar:** BO – barg og'izchalari, HB – hujayralararo bo'shliq, KH – krans hujayralar, Kr – kristallar, Ks – ksilema, E – epiderma, PO'B – periferik o'tkazuvchi bog'lam, PT – pufaksimon trixoma SH – suv saqlovchi hujayra, ChT – chigalsimon trixoma, UH – ustunsimon hujayralar, F – floema.

1-jadval

Salsola sclerantha turi assimilyatsiyalovchi organlarining miqdoriy ko'rsatkichlari (n=30)

Ko'rsatkichlar		Assimilyatsiyalovchi organlar	
		Urug'pallabarg	Barg
Mezofill qalinligi, mkm		259,68±0,48	534,65±1,35
Epiderma, mkm:			
balandligi		12,2±0,138	13,81±0,13
tashqi devor qalinligi		3,2±0,058	4,64 ±0,047
epiderma soni, 1 mm ²		861,97±2,46	911,24±2,27
Barg og'izchalari, mkm:			
uzunligi		24,58±0,25 19,5±0,20	18,74±0,15
eni		221,79±1,31	15,72±0,10
barg og'izchalari soni		7,06±0,07	299,69±2,07
barg og'izchalari chuqur joylashganligi		-	5,54±0,04
anomatsit tip		95 %	92,3 %
gemiparatsit tip		5%	8,7%
paratsit tip		-	-
Trixomaning uzunligi, mkm		-	733,12±0,651
Ustunsimon parenxima, mkm:	balandligi	22,45±0,11	21,94±0,135
	eni	10,27±0,07	3,21±0,05
	indeks palisadi	2,18	6,83
Suv saqlovchi hujayralar, mkm:	qalinligi	-	334,1±1,014
	diametr	-	29,62± 0,26
	qatorlar soni	-	6-7
	barg mezofillidagi %	-	62
G'ovaksimon hujayralar, mkm:	qalinligi	161,2±1,24	-
	diametr	18,23±0,23	-
	qalinligi	5-6	-
	urug'pallabarg mezofillidagi %	62%	-
Krans hujayralar diametri, mkm		-	13,63±0,05
O'tkazuvchi bog'lamlar	asosiy va yon o'tkazuvchi bog'lamlar	1 (5-6)	1
	periferik o'tkazuvchi bog'lamlar	-	19-20
O'tkazuvchi bog'lamda ksilemalarning soni		8-9	8-9
Ksilemalar diametri, mkm		3,37± 0,037	4,25±0,035

Bargdagi asosiy o'tkazuvchi bog'lamlar yopiq kollateral tipli bo'lib, floema va ksilemadan iborat. Asosiy o'tkazuvchi bog'lamda 8-9 ta ksilema bo'lib, diametri 4,25±0,035 mkm ga to'g'ri keldi. O'tkazuvchi bog'lam nisbatan yog'ochlashgan bo'lib, mexanik to'qima – sklerenxima yaxshi rivojlangan. Mazkur o'tkazuvchi bog'lamlar barg mezofillidagi suv saqlovchi hujayralar orasida joylashganligi aniqlandi (3-rasm). Shuningdek, 19-20 ta yon (periferik) o'tkazuvchi bog'lamlar krans-hujayraga tutashgan bo'lib, krans va suv saqlovchi hujayralarning orasida joylashgan. Suv saqlovchi hujayralar yupqa devorli, yumaloq, ovalsimon, izodermik shakldagi hujayralarning diametri

29,62±0,26 mkm. Barg mezofillida suv saqlovchi hujayralar 6-7 qator joylashgan, ularning qalinligi 334,1±1,014 mkm bo'lib, 62 % ni tashkil qiladi va barg mezofillining asosiy qismini egallagan. Shuningdek, barg mezofillining periferik qismidagi suv saqlovchi hujayralarida ko'p sonli kristallarning mavjudligi aniqlandi.

Salsola sclerantha turi assimilyatsiyalovchi organlari anatomik belgilarining miqdoriy ko'rsatkichlari solishtirma biometrik tahlili asosida quyidagi anatomik xususiyatlar aniqlandi. Urug'pallabarg mezofillida epiderma hujayralarining mayda va ko'p sonliligi, gemiparatsit va paratsit tipli og'izchalarining ko'p sonliligi; urug'pallabarg mezofillining yupqaligi; g'ovaksimon hujayralarning kichik va ko'p sonliligi; ustunsimon hujayralarning yirikligi; kollateral tipli yon o'tkazuvchi bog'lamlarning kam sonliligi aniqlandi. Mazkur aniqlangan anatomik belgilar urug'pallabarg mezofillida galomorf belgilarning ustunlik qilishi bilan izohlanadi.

Barg mezofillida epiderma hujayralarining yirik va kam sonliligi; anomatsit va gemiparatsit tipli barg og'izchalarining ko'p sonliligi; barg mezofillining sukkulentligi; suv saqlovchi hujayralarning mayda va ko'p sonliligi; ustunsimon hujayralarning maydaligi va indeksining yuqoriligi; kollateral tipli periferik o'tkazuvchi bog'lamlarning ko'p sonliligi va ksilema hujayralarining kichik diametrliligi aniqlandi. Mazkur aniqlangan anatomik belgilar barg mezofillida kseromorf belgilarning ustunlik qilishi bilan izohlanadi.

Xulosa va takliflar. Xulosa qilib aytganda, Janubi-g'arbiy Qizilqum sharoitida tarqalgan *Salsola sclerantha* o'simliklarining assimilyatsiyalovchi organlarining anatomik tuzilishi o'rganish asosida diagnostik strukturaviy adaptiv belgilar aniqlandi. *Salsola sclerantha* turi urug'pallabarg mezofillining dorsiventral (Aksiroid) tipli, barg mezofillida esa krans-sentrik (Salsoloid) va krans-ventro-dorsal tipli mezofillarning mavjudligi, epiderma hujayra devorining to'g'ri chiziqchilik va ko'p qirraliligi, barg epidermasida oddiy, ko'p hujayrali chigalsimon va pufaksimon trixomalarning mavjudligi va ko'p sonliligi, urug'pallabarg va barg mezofillining amfistomatik tipliligi, urug'pallabarg epidermasida gemiparatsit va paratsit tipli urug'pallabarg og'izchalari, bargda esa anomatsit va gemiparatsit tipli barg og'izchalarining mavjudligi, urug'pallabarg va barg mezofillida o'tkazuvchi bog'larning yopiq kollateral tipliligi, barg mezofillining suv saqlovchi hujayralarida ko'p sonli kristallarning mavjudligi aniqlandi. *Salsola sclerantha* o'simligi urug'pallabarg mezofillida galomorf belgilarning ustunlik qilishi, barg mezofillida esa kseromorf belgilarning ustunlik qilishi aniqlanib, Janubi-g'arbiy Qizilqum sharoitiga yaxshi moslashganligidan dalolat beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati (References):

1. Бочанцев В.П. Род *Salsola* L.: состав история развития и расселения. – Л., 1969. – С. 20.
2. Ильин М.М. – Род *Salsola*. Флора СССР. В 30-х т. – М. – Л.: АН СССР, 1936. Т. 6. – 257 с.
3. Freitag H., Rilke S. *Chenopodiaceae*. Flora Iranica // Graz –Austria: Akademische druck- und verlagsanstalt. 1997. – V. 173. – P. 241–254.
4. Бутник А.А. Структурная организация и функциональная устойчивость кормовых и сырьевых растений аридной зоны. Заключительный отчет. – Ташкент, 1975. – С. 67-74.
5. Akhani H., Edwards G., Roalson E.H. Diversification of the Old World *Salsoleae* s.l. (*Chenopodiaceae*): Molecular Phylogenetic Analysis of Nuclear and Chloroplast Data Sets and Revised Classification // Int. J. Plant Sci. 2007. – Vol. 168. – N 6. P. 931–956.
6. Oppenheimer H.R. Adaptation to drought – xerophytism // Plant-water relationships in arid and semiarid conditions. – Paris: UNESCO, 1960. – V. 15. – P. 105–138.
7. Seddon G. Xerophytes, xeromorphus and sclerophyls: the history of some concepts in ecology // Biological Journal Linnean Society. – London, 1974. – N 1 (6). – P. 65–87.
8. Stocker O. Physiological and morphological changes in plants due to water deficiency // Plant-water

relationships in arid and semiarid conditions. – Paris: UNESCO, 1960. – V. 15. – P. 60–104.

9. Бутник А.А., Тимченко О.В. Строение эпидермы видов семейства *Chenopodiaceae* // Ботанический журнал. – Ленинград, 1987. – № 8 (72). – С. 1021–1030.

10. Sundberg M.D. A comparison of stomatal distribution and length in succulent and non – succulent desert plants // *Phytomorphology*. – Oxford, 1986. – N 1-2 (36). – P. 53–66.

11. Butnik A.A., Duschanova G.M., Yusupova D.M., Abdullaeva A.T., Abdinazarov S.H. Types leaf mesophyll species of *Chenopodiaceae* Vent. Central Asia and their role in the monitoring of desertification // *Journal of Novel Applied Sciences*, 2017. – Vol. 6(1). – P. 13–21.

12. Тожибаев К.Ш., Бешко Н.Ю., Попов В.А. Ботанико-географическое районирование Узбекистана // Ботанический журнал. – Санкт-Петербург: Наука, 2016. – №10 (101). – С. 1105–1132.

13. Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятков А.Г. и др., Справочник по ботанической микротехнике (основы и методы). – Москва: МГУ. – 2004. – С. 6–68.

14. Бутник А.А., Турсунбаева Г.С., Дусчанова Г.М. Мезофилл листа двудольных растений (учебно-методическая пособия). – Т.: ТГПУ имени Низами, – 2015. – 42 с.

15. Баранова М.А. О латероцином типе устьичного аппарата у цветковых // Ботанический журнал. – 1981. – Т. 66. – № 2. – С. 179–188.

OQ OSTONA SUV HAVZASI QIRG‘OQ BO‘YI XARA O‘SIMLIGI NEMATODALAR FAUNASI

Raxmatullayev Baxodir Amanovich

Termiz davlat universiteti, b.f.f.d.

bakhodirrahmatullayev65@gmail.com

0009-0008-7052-53511

UDK 591.69 (575.151)

Annotatsiya. Maqolada Oq Ostona suv havzasida uchrovchi xara o‘simligi nematodalari haqida ma‘lumot berilgan. Aniqlangan nematodalar 6 ta turkumga va 18 turga mansubligi qayd etildi. Turkumlar orasida turlar soni bo‘yicha Dorylaimida va Rhabditida turkumi vakillari hamda ekologik guruhlar bo‘yicha pararizobiontlarning ko‘p sonda uchrashi aniqlandi.

Suv havzalaridagi qirg‘oq bo‘yi suv o‘tlari, suvda organik moddalar hosil qilishda, fotosintez natijasida suv o‘tlari chiqaradigan kislorod suvdagi organik mahsulotlarning oksidlanishini va oxirgi mineralizatsiyasini kuchaytirishda, tibbiyotda shifobaxsh balchiq paydo bo‘lishida, loyli vannalarda turli xil, asosan, surunkali kasalliklarni davolashdagi ahamiyati va suv o‘tlari tuproqni samarali va juda tez boyitib, uning madaniy o‘simliklarning o‘sishi va to‘g‘ri rivojlanishi uchun imkoniyat yaratadigan sapropel muhit hosil qilishidagi ahamiyati haqida ma‘lumot berilgan. Bundan tashqari, suv omborlardagi qirg‘oq bo‘yi o‘simliklarini parazit nematodalardan himoya qilish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: nematoda, suv ombori, sistematik tahlil, dominant, subdominant, ekologik guruhlar.

НЕМАТОДНАЯ ФАУНА ВОДБАССЕЙНА АКЫ АСТАНИНСКОГО БЕРЕГА КАРИНСКОГО ЗАВОДА

Аннотация. В статье приведены сведения о нематодах растения хага, обнаруженных в водохранилище Ак-Астана. Отмечено, что выявленные нематоды относятся к 6 отрядам и 18 видам. Среди групп по числу видов в большом количестве встречены представители семейств Dorylaimida и Rhabditi и параризобионты по экологическим группам.

В статье дана информация и рассматривается роль кислорода в образовании органических веществ в воде. Кислород, выделяемый водорослями в результате

фотосинтеза, приводит к усилению окисления и конечной минерализации органических продуктов в воде, к образованию лечебных грязей применяемых в медицине для лечения различных, в основном хронических, заболеваний. Кроме того, водоросли эффективно и очень быстро обогащают почву, обеспечивая ее сапротелевую среду, которая дает возможность для роста и правильного развития культурных растений. Также разработаны рекомендации по защите прибрежных растений водоемов от паразитических нематод.

Ключевые слова: нематода, водохранилище, систематический анализ, доминант, субдоминант, экологические группы.

Kirish. Nematodalar suv havzalarida uchrovchi mikrosvuvtlar, bakteriyalar va detritlar iste'molchisi sifatida hamda suvni filtrlash jarayonida ham o'z o'rniga ega. Bundan tashqari makrobentos komponentlari uchun muhim ozuqa sifatida, suvning ifloslanish darajasini ko'rsatuvchi indikator sifatida foydalanish va suv havzalarining unumdorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega.

Keyingi vaqtlarda fitogelmintologik tadqiqot usullari yordamida erkin yashovchi va fitoparazit nematodalarning morfo-anatomik belgilari bo'yicha klassifikatsiyasini, turlarning aniq taksonomik o'rnini, populyatsion tuzilishi va funksiyasini aniqlash hamda parazit turlarga qarshi kurashga e'tibor qaratilmoqda.

Surxondaryo viloyatida 2010–2022-yillarda Uchqizil va Janubiy-Surxon suv omborida ilk bor tadqiqot ishlari olib borilib, 119 turdagi erkin yashovchi va fitoparazit nematodalar suv omborlar tuproqlarida, xara, toron suv o'simliklari, qirg'oq bo'yi qamish va qo'g'a o'simliklarida aniqlangan bo'lib, ular 3 kenja sinf, 9 turkum, 18 kenja turkum, 10 katta oila, 42 oila, 41 kenja oila va 64 avlodga mansubdir [7;8].

Xorijiy olimlar tomonidan suv havzalarida uchraydigan nematodalarning faunasi, tizimli tarkibi, sistematik va morfoanatomik tuzilishi, ularning populyatsiyasiga abiotik va biotik omillarning ta'siri va o'zaro munosabatlari yuzasidan ko'plab ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan [1;2;3;4].

Surxondaryo viloyati sharoitida suv omborlarda erkin yashovchi va fitoparazit nematodalar turlarining tarkibini aniqlash, fitonematodalar faunasini sistematik va ekologik tahlil qilish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Material va metodika. Tadqiqot ishlari Oq Ostona suv havzasida 2022–2023-yillarda 25-apreldan 25-sentabrgacha o'tkazildi. Suv omborlardan namunalar yig'ish gorizontal ravishda, ularning maydoniga qarab har 100 m da olindi.

To'plangan namunalar Termiz davlat universiteti Zoologiya kafedrasida qoshidagi fitogelmintologiya muammoli laboratoriyasiga olib kelindi va fitogelmintologiya usullar orqali ajratib olinib, eritmalar orqali ishlov beriladi. Eritmalar nematodalarning uzoq yillar davomida saqlanishiga, uning tarkibidagi glitserin esa nematodaning kutikuladan tozalanishiga yordam beradi [5]. Doimiy preparatlar tayyorlashda Saynخورst [12] uslubidan foydalanildi.

Turni aniqlash uchun Micoletzky [10] tomonidan modifikatsiya qilingan de Man [9] formulasining morfometrik ko'rsatkichlaridan foydalanildi.

Tadkikot natijalari. Faunistik tadqiqotlar natijasiga ko'ra xara (*Chara fragilis*) o'simligidan 18 turga mansub 336 ta individ aniqlandi.

Tadqiqotlar davomida xara (*Ch. fragilis*) o'simligida aniqlangan nematodalarning ustunlik darajasini foiz holati bo'yicha aniqlashda Krogerus [5] klassifikatsiyasidan foydalanib, to'rt guruhga ajratildi: Oq Ostona suv havzasi xara o'simligida uchrovchi dominant nematodalar – 6 ta turni (*Mesodorylaimus bastiani*, *Paradorylaimus filiformis*, *Proteroplectus tenuis*, *Panagrolaimus rigidus*, *Diplogaster rivalis*), subdominantlar – 6

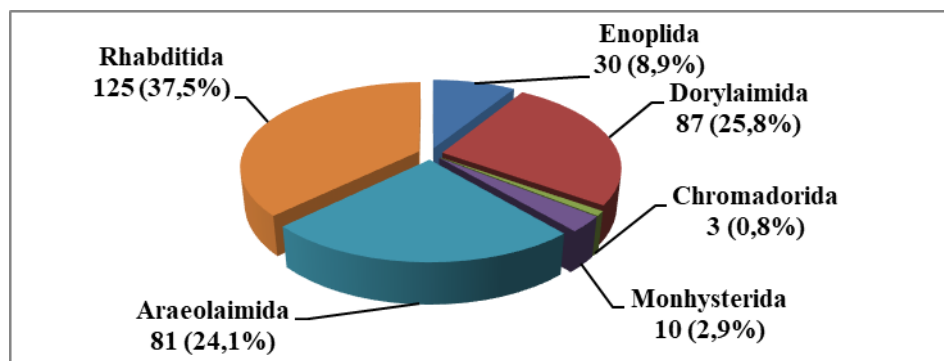
turni (*Tobrilus gracilis*, *T. medius*, *Laimydorus agilis*, *Aporcelaimellus obtusicaudatus*, *Acrobeloides buetschlii*, *Monhystera africana*), retsedentlar – 5 ta turni (*Tobrilus pellucidus*, *Laimydorus pseudostagnalis*, *Panagrolaimus rigidus*, *Mesorhabditis szunyoghyi*, *Eusephalobus mucronatus*), subretsedentlar – 1 ta turni (*Achromadora terricola*) tashkil qiladi.

Xara o'simligida aniqlangan nematodalar 6 ta turkumga mansub bo'lib, ular orasida turlar soni bo'yicha Dorylaimida turkumi (5 tur) jami aniqlangan turlarning 27,8% ini va Rhabditida turkumi vakillari (5; 27,8%) yetakchi o'rinlarni egalladilar. Keyingi o'rinlarda Enoplida (3; 16,7%), Araeolaimida (3; 16,7%) turkumlari qayd etildi. Chromadorida (1; 5,5%) va Monhysterida (1; 5,5%) turkumlari vakillari kam sonda uchradi.

Individlar soni bo'yicha yetakchi o'rinni Rhabditida turkumi vakillari egallab, umumiy aniqlangan individlarning 37,5% ini tashkil etdi. Keyingi o'rinlarda Dorylaimida turkumi (25,8%), Araeolaimida turkumi (24,1%) va Enoplida turkumlari (8,9%) qayd etildi. Chromadorida (0,8%) va Monhysterida (2,9%) turkumlari vakillari kam sonda uchradi.

Xara o'simligida aniqlangan nematodalar oilalar bo'yicha quyidagicha taqsimlandi: Tobrilidae oilasi (3 tur) jami aniqlangan turlarning 16,5% ini, Dorylaimidae (3; 16,5%), Rhabditidae (3; 16,5%), Plectidae (2; 11,1%), Cephalobidae (2; 11,1%), Aporcelaimidae (1; 5,5%), Paradorylaimidae (1; 5,5%), Cyatholaimidae (1; 5,5%), Monhysteridae (1; 5,5%), Rabdolaimidae (1; 5,5%), Panagrolaimidae (1; 5,5%).

Xara o'simligida aniqlangan nematodalar 6 ta turkumga mansub bo'lib, ular quyidagilardan iborat (1-rasm).



1-rasm. Aniqlangan nematoda individlarining turkumlar bo'yicha taqsimlanishi (individlar soni va ularning % ko'rsatkichi).

Enoplida turkumi 1 ta kenja turkum - Tripyloidina; 1 ta oila - Tobrilidae; 1 ta kenja oila - Tobrilinae; 1 ta avlod - Tobrilus; va 3 turni (aniqlangan turlar sonining 16,7%) va jami 30 ta (jami aniqlangan nematodalar sonining 8,9%) nematodadan iborat.

Dorylaimida turkumi 1 ta kenja turkum-Dorylaimina; 1 ta katta oila- Dorylaimoidea; 3 ta oila- Dorylaimidae, Aporcelaimidae, Paradorylaimidae; 4 ta kenja oila: Aporcelaiminae, Paradorylaiminae, Laimydorinae, Mesodorylaiminae; 4 ta avlod: *Laimydorus*, *Mesodorylaimus*, *Aporcelaimellus*, *Paradorylaimus* va 5 turdan (27,8%) iborat. Jami 87 ta (25,8%) nematodani o'z ichiga oladi.

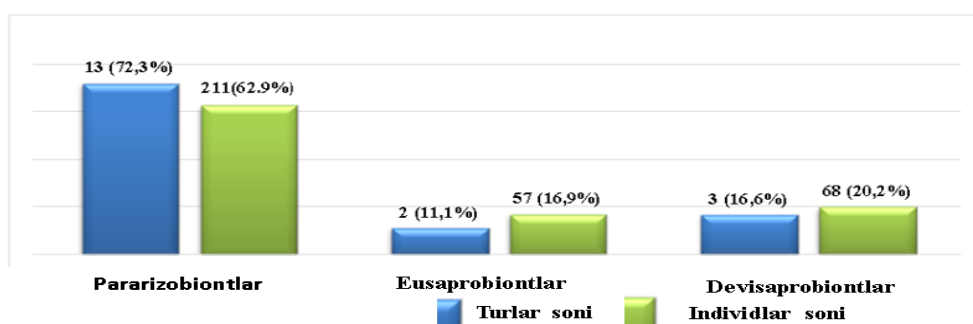
Chromadorida turkumi 1 ta kenja turkum - Chromadorina; 1 ta katta oila - Syatholamoidea; 1 ta oila- Syatholamidae; 1 ta kenja oila: Cyatholaminae; 1 ta avlod: *Achromadora* va 1 ta turdan (5,5%) iborat. Jami 3 ta (0,8%) nematodadan iborat.

Monhysterida turkumi 1 ta kenja turkum - Monhysterina; 1 ta oila-Monhysteridae; 1 ta kenja oila- Monhysterinae; 1 ta avlod- *Monhystera* va 1 ta turdan (5,5%) tashkil topgan. Jami 10 ta (2,9%) individdan iborat.

Araeolaimida turkumi 1 ta kenja turkum - Araeolaimina; 2 ta oila- Rabdolaimidae, Plectidae; 2 ta kenja oila - Rabdolaiminae, Plectinae; 2 ta avlod- *Rabdolaimus*, *Plectus* va 3 turni (umumiy turlar sonining 16,7%) va jami 81 ta (umumiy aniqlangan nematodalarning 24,1%) nusxadan iborat.

Rhabditida turkumi 2 ta kenja turkum- Rhabditina, Cephalobina; 2 ta katta oila - Panagrolaimoidea, Cephaloboidea; 3 ta oila - Rhabditidae, Panagrolaimidae, Sephalobidae; 4 ta kenja oila- Mesorhabditinae, Panagrolaiminae, Cephalobinae, Acrobelinae; 5 ta avlod- *Mesorhabditis*, *Panagrolaimus*, *Diplogaster*, *Eucephalobus*, *Acrobeloides*; 5 ta turdan (27,8%) iborat. Jami 125 ta (37,5%) individ aniqlandi.

Xara o'simligida aniqlangan nematodalar A.A.Paramonovning ekologik klassifikatsiyasi bo'yicha 3 ta ekologik guruhga mansub bo'lib, pararizobiontlar – 13 turni (umumiy aniqlangan turlar sonining 72,3%), 211 ta individ (umumiy aniqlangan nematodlar sonining 62,9%); eusaprobiontlar – 2 tur (11,1%), 57 ta individ (16,9%); devisaprobiontlar – 3 turni (16,6%), 68 ta individlarni (20,2%); o'z ichiga oladi (2-rasm).



2-rasm. Aniqlangan nematoda turlarining ekologik guruhlar bo'yicha taqsimlanishi (turlar va individlar soni va ularning % ko'rsatkichi).

Pararizobiontlar guruhi quyidagi turkumlarni: Enoplida, Dorylaimida, Chromadorida, Monhysterida, Araeolaimida va oilalarni Tobrilidae (3 ta tur; jami aniqlangan turlarning 16,5%), Dorylaimidae (3; 16,5%), Aporcelaimidae (1; 5,5%), Paradorylaimidae (1; 5,5%), Cyatholaimidae (1; 5,5%), Monhysteridae (1; 5,5%), Rabdolaimidae (1; 5,5%), Plectidae (2; 11,1%) o'z ichiga oladi.

Aniqlangan *P. cirratus*, *P. filiformis*, *M. bastiani*, *R. terrestris* turlari ko'p sonda va *P.tenuis*, *A. terricola*, *M. africana* turlarining esa kam sonda uchrashi qayd etildi.

Devisaprobiontlar guruhi Rhabditida turkumiga mansub 3 turni o'z ichiga oladi. Ular Panagrolaimidae (1; 5,5%), Cephalobidae (2; 11,1%) oilalariga mansubdir. *P. rigidus* turining ko'p sonda va *E.mucronatus* turining esa kam sonda uchrashi aniqlandi.

Eusaprobiontlar guruhi Rhabditida turkumiga oid 2 ta turni o'z ichiga olib, umumiy aniqlangan turlar sonining 11,1 % ini tashkil etdi. Ular Panagrolaimidae (1 tur), Rhabditidae (1 tur) oilalariga mansubdir. Ushbu guruhdagi *D. rivalis* turi ko'p sonda uchragan bo'lsa, *M. szunyoghyi* turining esa kam sonda uchrashi qayd etildi.

Xulosa. Suv omborlaridagi qirg'oq bo'yi suv o'tlari suvda organik moddalar hosil qilishda, fotosintez natijasida suv o'tlari chiqaradigan kislorod suvdagi organik mahsulotlarning oksidlanishini va oxirgi mineralizatsiyasini kuchaytirishda, tibbiyotda shifobaxsh balchiq paydo bo'lishida, loyli vannalarda turli xil, asosan, surunkali kasalliklar: revmatizm, podagra, asab tizimining ayrim kasalliklari va boshqalarni davolashda, o'g'it sifatida, atmosfera hisobiga tuproqni azot bilan boyitishda, suv hayvonlari uchun oziq sifatida hamda suv o'tlari tuproqni samarali va juda tez boyitib, uning madaniy o'simliklarning o'sishi va to'g'ri rivojlanishi uchun imkoniyat yaratadigan sapropel muhit hosil qilishi ahamiyatlidir. Sapropelning ta'sir doirasi juda keng bo'lib, ekologik xavfsiz universal o'g'it sifatida tayyor holda tavsiya qilinadi.

Fitoparazit nematodalarning qishloq xo'jalik ekinlarining sifat va miqdoriy xususiyatlariga bilvosita ijobiy ta'siri haqida dalillar mavjud. Masalan, *Paratylenchus* avlodi vakillarining oz sonda uchrashi natijasida o'sishi va hosildorlikni yaxshilanishi isbotlangan. Aytish lozimki, qishloq xo'jalik ekinlarini doimo muayyan bir maydonlarda yetishtirish, fitogelmintlarning shu ekinzorlarda populyatsiya zichligining ortishiga va o'choqlarining hosil bo'lishiga olib keladi.

ISHLAB CHIQRISHGA TAVSIYALAR

1. Suv omborining qirg'oq bo'yi zonasini haddan tashqari ifloslanishiga yo'l qo'ymaslik kerak.

2. Suv ombor qirg'oqlarining eroziyasini oldini olish uchun qirg'oq bo'yi (qamish) o'simliklar maydonini kengaytirish lozim.

3. Suv omborlarda fitogelmintologik kuzatuv ishlarini olib borish bilan birga suv omborlaridan foydalanish boshqarmasi xodimlariga malakali fitogelmintologlar ishtirokida seminar-treninglar tashkil etish zarur.

4. Sohil o'simliklarini ekish jarayoni mexanizatsiyalashtirilishi orqali suv omborlarning qirg'oq bo'yi o'simliklari (qamish) ko'p joylardan, ildizpoyali tuproq ekskavator yordamida olinib, oldindan chuqurligi 0,5 m gacha bo'lgan handaklar yotqiziladi va buldozer bilan tekislanishi kerak. Shu yo'l bilan qisqa vaqt davomida qirg'oq bo'yi o'simliklarini egallagan maydonini kengaytirish imkonini beradi. Bunda ularning parazit nematodalar bilan zararlanish darajasi kamayadi.

5. Suv o'tlarining biomassasini oshirishda organik o'g'itlar (masalan, go'ng) bilan mineral (superfosfat) o'g'itlar birgalikda ishlatilsa yaxshi natija beradi.

6. Organik va mineral o'g'itlar aralashmasini suv omborlarning butun tubiga emas, balki sohil hududlarida qo'llash maqsadga muvofiq.

7. O'simliklarni ektoparazit nematodalardan himoya qilishning fizik-mexanik usullariga ekish materiallarini termal dezinfeksiya qilish, begona o'tlarni yo'q qilish va keng maydonli yerlarni quyosh nurida qizdirish eng maqbul hisoblanadi. So'nggi paytlarda tuproqni qizdirish usuliga alohida e'tibor qaratilib, bunda shudgor paytida quyosh nuri uzoq vaqt tuproqning yuqori gorizontida aylanadi va ta'sir qiladi. Bu usul iqlimi issiq bo'lgan hududlar uchun qabul qilingan.

Qirg'oq bo'yi o'simliklari katta iqtisodiy ahamiyatga ega bo'lib, bioxilma-xillikni saqlashda, baliqlarning yashash makoni sifatida hamda ko'payib tuxum qo'yishida ahamiyatlidir. Shu sababli, ularni parazit nematodalardan himoya qilish muhim amaliy ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Гагарин В.Г., Наумова Т.В. Описание двух новых видов рода *Mononchus* sp. Baikal Bastian, 1865. (нематода, Mononchida) // Амурский зоологический журнал. – Москва, 2017. – №3. – С. 121–130.

2. Гагарин В.Г., Наумова Т.В. Общая информация о фауне нематод (Nematoda), свободноживущих в озере Байкал // Амурский зоологический журнал. – Москва, 2019. - №1. - С. 101–118.

3. Гурвич В.В. К познанию фауны микробентоса и придонного планктона Каховского водохранилищ. – В кн.: Збирник праць зоологичного музею. – Киев, 1961, – вып. 30. – С. 29–39.

4. Гусаков В.А., Гагарин В.Г. Два новых вида нематод (Nematoda) из высокоминерализованных рек бассейна озера Эльтон // Зоотаха. – Москва, 2016. – №2. – С. 261–270.

5. Кирьянова Е.С., Краль Э.Л. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. – М.: Наука, 1969. – Т.1. – 447 с.

6. Парамонов А.А. Опыты экологической классификации фитонематод // Сб. науч. трудов. ГЕЛАН СССР. – М., 1952. – Т.6. – С. 338–369.

7. Рахматуллаев Б.А., Бекмуродов А.С. Фауна свободноживущихся нематод Южно-Сурханского и Учкизильского водохранилищ // Путь науки. Международный научный журнал. – Волгоград, 2020. – №6. – С. 14–17.
8. Рахматуллаев Б. А. Фауна нематоды береговой растительности южносурхонского водохранилища // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2017. – №. 4–6. – С. 24–27.
9. de Man J.G. Die frei in der reinen Erde und suben Wasser lebenden Nematoden der niederländischen Fauna. - Eine syst.-faun. Monographie. Leiden, 1884. 206 p. 15.
10. Micoletzky H. Die freilebenden Erdnematoden. – Arch. Naturgesch., 1922, Bd Vol.87.- 650 p.
11. Krogerus R. Oekologische Studien nordis Mootarthropoden. - Comment boil. Soc. Sci. Fenn., 1960. - Vol.21. - No.3. - P. 1-239.
12. Seinhorst J.W. A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin // Nematologica. 1959. V. 4, № 1. P. 67-69.

QASHQADARYO VILOYATI SHAROITIDA TOVUQ QIZIL KANASI *DERMANYSUS GALLINAE* NING (REDI, 1674) MORFOBIOLOGIYASI

Bobonazarov G.Y.

Qarshi davlat universiteti, professor,
g.bobonazarov@qarshidu.uz;
ORCID 0000-0001-5704-0474

Omonova N.R.

Qarshi davlat universiteti o'qituvchisi
n.omonova@qarshidu.uz;
ORCID 0009-0006-0133-387x
UDK:576.895

Annotatsiya. Keyingi paytlarda ektoparazit bo'g'imoyoqlilar keltirib chiqaradigan mallofagoz, dermanissioz kabi kasalliklar tovuqlar va boshqa uy parrandalari orasida ko'p uchramoqda. Bular orasida tovuq qizil kanasi keng tarqalgan bo'lib, bu kana bilan tovuqlar zararlanganda, ularning tuxum qilishi, tirik vaznining ortishi kamayib ketadi, ayrim jo'jalari nobud bo'ladi. Ushbu maqolada Qashqadaryo viloyati sharoitida ilk bor tovuq qizil kanasini tarqalishi va morfobiologik xususiyatlari haqida ma'lumotlar beriladi. Tadqiqotlar 2022–2023-yillarda bahor va kuz mavsumlarida Qashqadaryo viloyati, Qarshi tumani Potron, Qovchin va Chorogil qishloqlarida 14 ta tovuqlar boqiladigan xo'jaliklarda olib borilgan. Akarologik tekshiruv o'tkazilgan 327 ta tovuqdan 260 tasi (79,51 %) *Dermanissus gallinae* kanasi bilan zararlanganligi aniqlangan. Tadqiqotlar davomida 871 dona *D.gallinae* kanalari yig'ib olindi. Olingan namunalar laboratoriya sharoitida umumqabul qilingan metodlar asosida o'rganilib, parazit tur aniqlangan. Tovuuq qizil kanasi *D.gallinae* morfobiologik tuzilishi (10x4,5:HC3 (HDCE-X5N trinokulyar mikroskopda) o'rganilgan va rasmi olingan. Tovuuq qizil kanasi *D. gallinae* rivojlanishining tuxum, lichinka, protonimfa, deytomimfa va imago stadiyalari o'rganilgan.

Kalit so'zlar: tovuqlar, ektoparazit, dermanissioz, *Dermanysus gallinae*, morfobiologiya, metamorfoz, lichinka, protonimfa, deytomimfa, imago.

The morphobiological characteristics of the chicken red mite *Dermanysus gallinae* (Redi, 1674) in the conditions of Qashqadaryo region

Annotation. In the near future, diseases such as mallophagosis, which can cause ectoparasites to appear, and dermatitis, are widespread among poultry and other domestic animals. Among these, poultry mites are a common problem, causing a wide range of issues. When poultry become infested with these mites, their egg production decreases,

their weight gain is reduced, and some birds may become unhealthy. This article provides information about the first occurrence of poultry mites and their morphobiological characteristics in the Qashqadaryo region. Research conducted in the spring and autumn seasons of 2022-2023 in the villages of Potron, Qovchin, and Chorogil in Qarshi district, Qashqadaryo region, focused on poultry farms where 14 flocks of poultry are raised. Acarological examination was carried out on 327 chickens, revealing that 260 (79.51%) were infested with *Dermanissus gallinae* mites. During the research, a total of 871 specimens of *Dermanissus gallinae* were collected. Samples were collected and examined in accordance with accepted laboratory methods, leading to the identification of the parasite species. The morphobiological structure of the poultry mite *Dermanysus gallinae* was studied and photographed at 10x magnification under an HDCE-X5N trinocular microscope. The developmental stages of the poultry mite *D. gallinae*, including egg, larva, protonymph, deutonymph, and adult stages, were identified.

Key words: *Poultry, ectoparasite, dermatitis, Dermanysus gallinae, morphobiology, metamorphosis, larva, protonymph, deutonymph, imago.*

Kirish. Dunyoda Gamazoid (Gamazina) kanalarining 20 ta oila, 300 dan ortiq avlodga tegishli 5000 dan ortiq turi tarqalgan, shundan *Dermanyssidae* oilasiga tegishli 26 ta tur uchraydi [3, 8]. Bular ichida tovuq qizil kanasi *Dermanysus gallinae* keng tarqalgan bo'lib, O'zbekistonda ham parrandachilik binolari, tovuqxonalarda, qushlar inlari va uyalarida yashab, yovvoyi qushlar va uy parrandalarida parazitlik qiladi.

D. gallinae kanalari parrandachilikka juda katta zarar yetkazadi. Parrandalar parvarish qilinadigan binolar va parrandachilik ishlab chiqarishiga parrandalar ektoparazitlari keltiriladigan iqtisodiy zarar, xususan, Yevropa Ittifoqi davlatlari tuxum ishlab chiqarish sanoatiga bir yilda 130 mln yevroda baholanadi [9, 10].

Xususan, tovuq qizil kanasi tovuqlarda doimiy anemiyani chaqirib, ularning tirik vazni va tuxum qilishini kamaytirib yuboradi. Kanalar hujumidan, asosan, jo'jalar katta aziyat chekadi. Ular o'sishdan qolib, ayrimlari nobud bo'ladi. Kanalar odamlarga ham hujum qilib har xil dermatit kasalliklarni qo'zg'aydi. Bundan tashqari kanalar tabiiy o'choqlarda bir qator yuqumli kasalliklar qo'zg'atuvchilarining tashuvchisi yoki aylanishida ishtirok etadi. Ular ensefalit, ensefalomielit, bezgak, tif va boshqa kasalliklarni tashuvchisi ham hisoblanadi [1, 5, 6].

Tadqiqotning maqsadi. Adabiyotlardagi ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, tadqiqotlar ko'proq parrandalar dermanissioziga qarshi kurash chora- tadbirlarini tashkil etishga bag'ishlangan. Lekin *D.gallinae* kanalari morfobiologik, ekologik xususiyatlari haqida ma'lumotlar kam uchraydi. O'zbekistonda bu kanalarning morfobiologik, ekologik xususiyatlari mutlaqo o'rganilmagan. Shuning uchun *D.gallinae* kanalarni O'zbekistonda, ayniqsa, issiq iqlim sharoitida tarqalishi, morfobiologik va ekologik xususiyatlarini o'rganish muhim masala hisoblanadi.

Material va metodlar. Tadqiqotlar 2022-2023-yillarda Qashqadaryo viloyati parrandachilik xo'jaliklari va shaxsiy xonadonlarda, asosan, bahor va kuz mavsumlarida olib borildi. Biz dermanissiozga tashxis qo'yish uchun joylardan kasallik gumon qilingan 5 tadan 10 tagacha tovuqlarni ajratib oldik va ularni akarologik tekshiruvdan o'tkazdik. Kanalarni yig'ish umum qabul qilingan metodlar orqali amalga oshirildi. Tanlab olingan tovuqlarga ular tanasidagi parazitlarni vaqtincha hushsizlantirish uchun sintetik peretroidlar gruppasidan (neostomazan) bo'lgan talk preparati bilan oldindan ishlov berdik. Tovuqlarni oq qog'oz ustiga patini taroqlab, tushgan ektoparazitlar yig'ib olindi va ichida 70 % li etil spirtli probirkalarga solindi. *D.gallinae* har xil substratlarda ham tarqalishi, individlarining soni va miqdorini aniqlash uchun tovuqlar saqlanadigan

inshootlar poli, devorlari, shiftlari, ozuqa beriladigan idishlari, go'nglari va boshqa joylaridan namunalar olindi. Namuna olish qiyin bo'lgan joylardan (devor va pol yoriqlari va h.k.) esa uchi glitserinli paxta bilan o'ralgan tayoqchalardan foydalandik. Kanalarning morfobiologik tuzilishi (10x4,5:HC3(HDCE-X5N trinokulyar mikroskopda) o'rganildi va rasmga olindi. *D.gallinae* turini va miqdorini (ekz/m²) aniqlashni tavsiya etilgan metodlardan foydalangan holda amalga oshirdik [1, 2, 7].

Natijalar va muhokamalar. *D. gallinae* kanasining tarqalishi va ular bilan tovuqlarning zararlanishi bo'yicha tadqiqotlar 2022-yilning 1-martidan 1-noyabrigacha bo'lgan muddatda Qarshi tumanining Potron, Qovchin va Chorog'il qishloqlarida 14 ta tovuqlar boqiladigan xo'jaliklardan, shundan 3 tasi parrandachilik chorva-fermer xo'jaligi, 11 tasi yakka tartibdagi parrandachilik bilan shug'ullanuvchi xonadonlarda olib borildi [4].

Tadqiqotlar, asosan, bahor va kuz oylarida dermanissioz invaziyasi va tarqalish ehtimoli ko'p bo'lgan mavsumlarda o'tkazildi. Akarologik tekshiruv har xil yoshdagi va jinsdagi tovuqlarda o'tkazildi. Bunda tovuqlarning ustki (orqa) tomoni, qorin qismi, yelka, bosh va kloaka qismlari atrofi ko'zdan kechirildi. Asosiy e'tibor dermanissioz belgilari yaqqol ko'zga tashlangan hayvonlarga qaratildi (1-2- rasmlar).



1, 2-rasm. Dermanissioz bilan kasallangan tovuqlar.

Dermanissioz gumon qilingan tovuqlar oq qog'oz ustiga patini taroqlab, tushgan namunalar yig'ib olindi va har bir tovuqdan olingan namuna alohida probirkaga (ichida 70 foizli etil spirti bo'lgan) solindi va probirkalar raqamlandi. Kuzatuv daftariga probirkalar raqami va shu raqamga mos holda tovuq zoti, jinsi, yoshi va namuna olingan sanasi, joyi qayd etib borildi. Probirkalar og'zi yaxshi berkitilgan holda, maxsus konteynerlarda laboratoriyaga olib borildi. Namunalar umumqabul qilingan metodlar bilan tekshiruvdan o'tkazildi. Namunalarni mikroskopik tekshirish natijasiga ko'ra akarologik tekshiruv o'tkazilgan 327 ta tovuqdan 260 tasi (79,51 %) *D. gallinae* kanasi bilan zararlanganligi aniqlandi. Tovuuqlarning dermanissioz bilan kasallanishini yil fasllari bo'yicha tahlil qilganimizda, kasallanish, asosan, bahorda (95 %) kuzatiladi. Chunki qishda tovuqlar yopiq binolarda saqlanadi. Bunda tovuqxonalarda harorat va namlik yuqori, hamda tovuqlar soni ko'p va zich bo'ladi. Qolaversa, qishda ektoparazitlarga qarshi kurash – profilaktika chora-tadbirlari deyarli o'tkazilmasligi bahorda kasallikning tarqalishi uchun qulay sharoit yaratadi. Kuzda kasallikning bahorgiga nisbatan kam (55,1%) uchrashi, yozda haroratning nihoyatda yuqori, quruq va namlikning past bo'lishi invaziyaning avj olishiga to'sqinlik qiladi (Jadval).

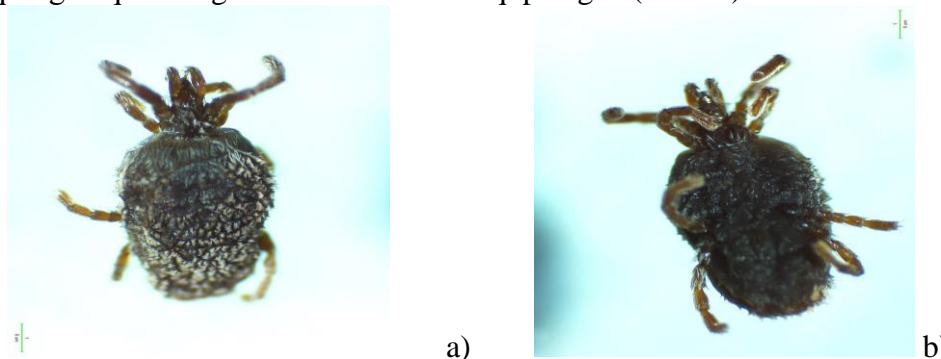
Jadval

Qashqadaryo viloyati chorva-fermer xo'jaliklari va shaxsiy xonadonlar tovuqlarining *Dermanissus gallina* kanasi bilan zararlanishi

Viloyat, tuman	Akarologik tekshiruvdan o'tkazilgan kasal tovuqlar soni	<i>Dermanissus gallina</i> kanasi topilgan tovuqlar soni	Zararlanish (%)
Qashqadaryo viloyati, Qarshi tumani	2022-yil		
	Bahor		
	200	190	95
	2022-yil		
	Kuz		
	127	70	55.12
Jami	327	260	79.51

Biz tovuqlardan olingan namunalarni laboratoriyada mikroskopda ko'zdan kechirib, ular orasidan 871 dona *D. gallinae* kanalarini yig'ib olishga muvaffaq bo'ldik. Ajratib olingan kanalarni mikroskopda kuzatish va tahlil qilish orqali turini aniqladik va morfologik, biologik xususiyatlarini tavsifladik. *D. gallinae* kanasining embrional va metamorfoz rivojlanish bosqichlarini o'rganishga muvaffaq bo'ldik.

Tovuq qizil kanasi *D.gallinae* obligat gematofag kana hisoblanadi. Tanasi ovalsimon, qo'ng'ir-qizil rangli va tukchalar bilan qoplangan (3-rasm).



3-rasm. Tovuuq qizil kanasi *Dermanissus gallinae* ning dorsal (a) va ventral (b) tomonlaridan ko'rinishi (10x4,5:HC3(HDCE-X5N trinokulyar mikroskopda).

Urg'ochi *D. gallinae* kanasining tanasi oval shaklda, cho'zinchoq, uzunligi 0,75-0,84 mm, eni 0,4 mm. Orqa (dorsal) va qorin (ventral) tomonidan qalqon bilan qoplangan va gavdasi boshidan oxiriga qarab torayib boradi. Gavdasi tashqi tomondan to'liq tukchalar bilan qoplangan. Xelitserasi juda uzun, nayzasimon shaklda. Erkak *D. gallinae* kanasi tana uzunligi 0,6-0,63 mm. Orqa qalqoni urg'ochi kana orqa qalqonidan biroz kengroq va yumaloq shaklda. Lichinkasi oval shaklda, uzunligi 0,34-0,42 mm. Kutikulasi yupqa, qalqonlari shakllanmagan. Ogiz apparati rivojlanmagan. Protonimfa tanasi oval shaklda bo'lib, orqa tomoni bo'rtib chiqqan, sarg'ish tusli, shaffof. Uzunligi 0,4 mm. Orqa tomonda katta, dumaloq, orqa cheti biroz tortilgan, bosh-ko'krak qalqoni va bir qator kichik juft tukchalar mavjud. Og'iz apparati shakllana boshlagan, xeliseralari uzun, nayzasimon. Deytonimfa. Oziqlanmagan deytonifmaning tana uzunligi 0,58 mm. Tananing qoplamasi zich. Orqa tomonda orqa cheti kesilgan bitta orqa qalqon mavjud. Ko'krak qalqoni sezilarli darajada cho'zilgan. Anal qalqon katta, old tomoni to'g'ri va orqa tomoni keng dumaloq. Deytonimfa fazasida jinsiy dimorfizm namoyon bo'ladi. Erkak deytonimfalari tana o'lchamlari bo'yicha urg'ochi deytonimfalaridan sezilarli darajada kichik bo'ladi.

Hayot siklining katta qismi xo'jayindan tashqarida tashqi muhitda o'tadi. Ular faqatgina oziqlanish (qon so'rish) uchun hayvonlarga yopishadi. Urg'ochisi bir marotaba oziqlangandan (qon so'rgandan) keyin xo'jayindan ajralib, tashqi muhitga (tovuqlar boqiladigan binolar tagiga, har xil chiqindilar ostiga, devorlar yoriqlariga va boshqa joylariga) joylashib olib, taxminan bir sutkadan keyin tuxum qo'ya boshlaydi. Qo'yilgan tuxumlar soni urg'ochi kananing qay darajada qon so'rganligi va yil fasllariga bog'liq. Urg'ochi kana kuz va qish oylarida bir marta tuxum qo'yganda tuxumlar soni maksimum 10 tagacha bo'ladi. Bahor va yoz oylarida bu 20 tagacha bo'lishi mumkin. Embrion rivojlanishi harorat 23-24⁰ C bo'lganda 50-70 soat, 16-17⁰ C da esa 110-120 soat davom etib, tuxumdan lichinkalar chiqadi. Harorat 10⁰ C dan past bo'lganda embrion rivojlanishi to'xtaydi va ko'pchilik tuxumlar nobud bo'ladi.

Lichinkalar kam harakatchan, oziqlanmaydi va 24-70 soatdan keyin po'st tashlab protonimfaga aylanadi.

Protonimfa tez rivojlanadi va harakatchan bo'lib, oziqlanish uchun xo'jayin izlay boshlaydi. Protonimfa xo'jayinni topib qon so'rgandan so'ng uni tark etadi va taxminan bir sutkadan so'ng po'st tashlaydi va deytanimfaga aylanadi.

Deytonimfa juda faol bo'lib, xo'jayinni tez izlab topadi. Ular ham qon so'rgandan keyin xo'jayinni tark etib, turli joylarga yashirinadi va ikki sutkadan keyin po'st tashlab voyaga yetgan urg'ochi va erkak kanalarga aylanadi.

Erkak *D.gallinae* kana xo'jayin tanasidagi oziqlanmagan (och) deytanimfalardan biriga yopishib oladi. Deytonimfa oziqlanib, po'st tashlab urg'ochi kanaga aylangunga qadar birga bo'ladi va po'st tashlagan yosh urg'ochi kanani urug'lantiradi. Kanalar uzoq vaqtgacha ozuqlanmasdan yashashi (9 oydan ko'proq) mumkin. Tashqi muhitda harorat pasayishi bilan kanalar faolligi va rivojlanishi sekinlashadi va tinim holatiga tusha boshlaydi. Ushbu anabioz holatda ular qishlaydi va uzoq vaqt xo'jayinsiz oziqlanmasdan yashaydi.

Xulosa. Yuqorida olib borilgan tadqiqotlarimizdan ma'lum bo'ldiki, Qashqadaryo viloyatida ham parrandalar, ayniqsa, tovuq qizil kanasi *D.gallinae* bilan zararlanadi, lekin bizning sharoitimizda ularning bioekologik xususiyatlari o'rganilmagan. Shuning uchun *D.gallinae* kanasi bioekologik xususiyatlaridan kelib chiqib, tovuqlarni *D.gallinae* kanalari bilan zararlanganligini aniqlash, vaqtida tashxis qo'yish ishlarini tashkil etish va unga qarshi profilaktika chora-tadbirlarini qo'llab, vaqtida ishlov berib borilsa, bu kanalarning tovuqlarga tarqalishiga va ularda demanissioz kasalligining rivojlanishiga barham beradi. Natijada tovuqlar sog'lomlashadi va mahsuldorligi yuqori bo'lishi ta'minlanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Брегетова, Н. Г. Гамазовые клещи (Gamasoidea) / Н.Г.Брегетова; ред. Е.Н.Павловский. – Москва-Ленинград: Издательство Академии Наук СССР, 1956. – 250 с.
2. Захваткин Ю. А. Акарология — наука о клещах: История развития. Современное состояние. Систематика: Учебное пособие.-М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. – 165 с.
3. Жильцова А.Ю. Гамазовые клещи (Acari: Gamasina) Центрального Предкавказья. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Москва, 2010. – 21 с.
4. Omonova N.R. Bobonazarov G'. Y. Qashqadaryo viloyati chorva-fermer xo'jaliklari va shaxsiy xonadonlarda tovuq kanasi (*Dermanissus gallina*) tarqalishi. Toshkent Davlat Pedagogika Universiteti Ilmiy Axborotlari 2022/8 son. – B. 339–343.
5. Сафронов Ф.М. Видовой состав эктопаразитов кур в индивидуальных хозяйствах Северо-Кавказского региона. Актуальные вопросы ветеринарной биологии. –№4 (36), 2017. – С. 22–24.

6. Сенотрусова В. Н. Гамазовые клещи-паразиты диких животных Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1987. – 224 с.
7. Ярощук А.И. Разработка мер борьбы с эктопаразитами сельскохозяйственных птиц в условиях современного промышленного птицеводства. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Санкт-Петербург, 2019. – 19 с.
8. Beaulieu F. et al. 2011. Superorder Parasitiformes Reuter, 1909. In: Zhang Z.-Q. (ed.) 2011. Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa* 3148: 123–128.
9. Van Emous, R. Wage war against the red mite! / R. Van Emous // Poultry International. – 2005. – Vol.44. – P.26–33.
10. Sparagano, O.A. Significance and control of the poultry red mite, *Dermanyssus gallinae* / O.A. Sparagano, D.R. George, D.W. Harrington, A. Giangaspero // Annual review of entomology. – 2014. – Vol. 59. – P. 447–466.

XORAZM VILOYATI SHAROITIDA SHIRA BITLARNING MORFOLOGIK XUSUSIYATLARI VA TARQALISHI

Matyakubov Zafar

Xorazm Ma'mun akademiyasi, katta ilmiy xodimi

m.zafar88@mail.ru

ORCID 0000-0003-0404-7589

R.S. Ro'zmetov Xorazm

Xorazm Ma'mun akademiyasi, katta ilmiy xodimi

tupmik@mail.ru

ORCID 0000-0002-5982-8983

Abdullaeva Maxbuba

O'zbekiston Milliy universiteti, magistrant

makhbuba.abdullaeva.7@gmail.com

ORCID 0009-0002-4559-6349

M.B. Doschanova

Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi

manzura.doschanova.84@mail.ru

ORCID 0000-0002-9978-9181

Iskandarov Abdulla

Urganch davlat universiteti, Urganch tayanch doktorant

iskandarovabdulla@gmail.com

ORCID 0000-0001-6069-3345

Otayev Odilbek

Xorazm Ma'mun akademiyasi, kichik ilmiy xodim

I.I. Abdullaev Ikram

Xorazm Ma'mun akademiyasi, b.f.d., prof.

ikram.abdullaev1966@gmail.com

ORCID 0000-0002-0272-1480

UDK 57.05

Annotatsiya. Shira bitlarining bir qancha turlari o'rganilgan bo'lib, ularning hayot tarzi, tashqi muhit omillariga munosabati jihatidan bir-biridan farq qiladi. Ko'pchiligi kamsondagi turlarni zararlasa, ayrimlari hammaxo'r hisoblanadi. Xorazm viloyati sharoitida *Populus*, *Ulmus*, *Salix*, *Eleagnus*, *Catalpa*, *Junipers*, *Thuja*, *Halaxylon*, *Alhagi*, *Glycyrrhiza* avlodlariga mansub bo'lgan o'simliklarda uchraydigan shira bitlari o'rganilib, uning fenologil, morfometrik ko'rsatkichlari, ularning populyatsiyalarini ko'p tarqalish ehtimoli o'simliklar qoplamasida bo'lishligi ko'rsatib berildi. Shu bilan birgalikda ularni morfologik xususiyatlari yuzasidan to'plangan ma'lumotlar asosida *Myzus persicae* shira turi deb topildi. Ularni o'simlik turlari bo'yicha soni kuz va bahor faslida kuzatishlar olib

borish orqali aniqlandi. Qanotli voyaga yetgan shakllari uchrash davrlari va yil davomida ko'payish xususiyatlari aniqlanib tahlil qilindi.

Kalit so'zlar: shiralar, o'simlik turlari, tarqalish, fenologiya, tuxum, voyaga yetgan

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЯТЫХ ВШЕЙ В ХОРАЗМСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Изучено несколько видов тли, которые отличаются друг от друга образом жизни, реакцией на факторы внешней среды. В условиях Хорезмской области были изучены виды тли, встречающиеся на растениях, относящиеся к родам *Populus*, *Ulmus*, *Salix*, *Eleagnus*, *Catalpa*, *Junipers*, *Thuja*, *Halaxylon*, *Alhagi*, *Glycyrrhiza*, показаны фенологические, морфометрические показатели их популяций, возможность большого распространения в растительном покрове. На основании данных, собранных по их морфологическим особенностям, *Muzus Persicae* был идентифицирован как вид тли. Их численность по видам растений определялась проведением наблюдений в осенне-весенний период. Взрослые крылатые формы были проанализированы с определением периодов ухаживания и особенностей размножения в течение года.

Ключевые слова: тля, виды растений, распространение, фенология, яйца, взрослые

Kirish. Shira bitlari mayda hasharotlar bo'lib, ularning kattaligi bir necha milli metr ga yetadi. Ayrim turlarining kattaligi 1 dan 7 millimetrgacha bo'lishi mumkin. Ular, asosan, fitofaglar hisoblanadi. Dunyoda shira bitlarining 5000 dan ortiq turi o'rganilgan bo'lib, shundan ming turi Evropada uchraydi. Barcha shira bitlari osimlik shiralari bilan oziqlanadi. Juda ko'pchiligi qishloq xo'jalik ekinlarining xavfli zararkunandalari hisoblanadi. Ular shirasi bilan oziqlanayotgan barglarni tezda ojizlashib qolishiga sababchi bo'ladi. O'simlik shirasini so'rish bilan birgalikda ular uchun zaharli bo'lgan moddalarni ham ajratadi. Buning natijasida burglar deformatsiyaga uchraydi. Yosh novdalar qurib qoladi. Bitlar zararlashi natijasida ajralib chiqadigan suyuq shiralar barg yuzasini qoplab olib, uning normal hayotiy jarayonlarini buzadi. O'simliklarning hosildorligini keskin kamayib ketishiga olib keladi. Shira bitlariga qarshi kurashda samarali kimyoviy usullar ishlab chiqilgan bo'lib, katta maydonlarda ularni paydo bo'lishini aniqlash juda ko'p mehnat va xarajat talab qiladi. Shu sababli shira bitlarini tarqalishini geografik axborotlar asosida bashorat qilish usullarini ishlab chiqish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi [9;10].

Shira bitlari ma'lum bir sharoitda rivojlanadi. Bu borada qator olimlar izlanishlar olib borganlar. R.M. Khan bug'doy shiralari 25-noyabrda ekilishi shira bitlari populyatsiyasi dalada kam uchrashi, azot ko'p qo'llanilgan dalalarda, fosfor qo'llanilgan dalalarga nisbatan populyatsiya soni yuqori bo'lishini ko'rsatib o'tgan. Bundan tashqari ko'chat zichligi ortishi bilan dalada shira bitlar sonini orta borishini ko'rsatib o'tgan [1].

AQSH da soya shirasi, *Aphis glycines* soya dalalaridan migratsiya qilinishi va imigratsiyasini o'rgangan, bunda shira bitlari 10 shtatda, har bir shtatda 42 tadan tuzoqlar o'rnatilib, monitoring o'tkazilganda yoz mobaynida shiralar daladan uchib ketganligi kuz va bahorda soya dalalarida keng tarqalganligini kuzatilgan [2]. Xitoy olimlari bug'doy dalalarida shira bitlari paydo bo'lish ehtimolini aniqlash bo'yicha izlanishlar olib borgan. Buning uchun maxsus model yaratilib, modelga NDVI kursori, temperatura, atmosfera havosining nisbiy namligi, shamol tezligi kabi ko'rsatkichlari kiritiladi. Shu ma'lumotlar asosida shira bitlarining tarqalish areallari bashorat qilingan [3].

AQSH da olimlar tomonidan GAT texnologiyalari asosida shira bitlari populyatsiyasi tarqalishini bashorat qilish boyicha tadqiqotlar olib borilgan. Buning uchun g'oz dalalaridan 257 namuna olingan. Namunalar 10 metr joydan olinib, GPS orqali koordinatalari olingan, shu koordinatalar asosida xaritalari ishlangan. Bunda 10 joyga 0,1-10, 10-20, 20-30 tadan ortiq tog'ri keladigan maydonlarga ajratilib tarqalish bo'yicha xaritalar ishlangan [4]. Sun'iy yo'ldoshlardan olingan giperspektral to'lqinlar orqali g'oz dalalarida shira bitlarini bashorat qilish usullarini sinovdan o'tkazgan. Biz Xorazm viloyati sharoitida katalpa daraxtlarini shira bitlari bilan zararlanishini avtotransport yo'llari atrofida o'rgandik [5].

Tadqiqot metodologiyasi: Xorazm viloyati hududlarida 2023-yil davomida yig'ilgan materiallar, olib borilgan amaliy tadqiqotlar hamda kuzatishlar natijalari asos bo'ldi. Shira bitlari faunasini o'rganishga oid barcha materiallarning asosiy qismi mart oyidan noyabrning oxiriga qadar, zaruriy hollarda ma'lum qismi qish oylarida yig'ildi. Shuningdek, Xorazm Ma'mun akademiyasi ham UzRFA Zoologiya, Belarus davlat universiteti laboratoriyasining boshqa mintaqalari afidofaunasiga oid kolleksiya materiallaridan ham foydalanildi.

Tadqiqotlar davomida Xorazm viloyatining, tabiiy va madaniy landshaftlarida olib borildi. Shira bitlari bo'yicha materiallar umumiy qabul qilingan entomologik, afidologik, asosida yig'ildi va qayta ishlandi. Tadqiqotlar davomida shira bitlari hasharotlarning 150 ta namunalari yig'ildi va ulardan 350 ta doimiy preparatlar tayyorlandi. Shiralarning mavsumiy rivojlanishi, hayot sikllari, biologiyasi va ekologiyasiga oid dala kuzatishlari doimiy tadqiqot joylari Xonqa, Urganch va Xiva tumanlaridan namunalar olinib, amaliy laboratoriya kuzatishlari Xorazm Ma'mun akademiyasi laboratoriyasida olib borildi, olingan natijalar qiyosiy tahlil etildi.

Shiralarning morfometrik ko'rsatkichlari M.X.Axmedov taklif etgan 16 belgilari bo'yicha o'rganildi. Shira bitlari va entomofaglarni hisobga olish har 10 kunda amalga oshirib borildi. Bunda avtotransport maydonlarining diagonal bo'yicha o'zaro kesishuvchi yo'nalishida erkin tanlab olingan 25 tup ko'chatning to'rt tomonidagi novdalar kuzatilib borildi va hasharotlarning mavsumiy rivojlanishi, miqdor zichligining o'zgarishi va boshqa holatlar qiyosiy tahlil etib borildi. Shiralarning zarar keltirishi, entomofaglarning samaradorlik darajalari alohida – model tuplarda o'rganildi. Tadqiqotlar davomida tengqanotli-xartumli hasharotlarning 525 ta namunalari yig'ildi va ulardan 735 ta doimiy preparatlar tayyorlandi. Shiralar hasharotlarning mavsumiy rivojlanishi, hayot sikllari, biologiyasi va ekologiyasiga oid dala kuzatishlari doimiy tadqiqot joylari Xonqa, Xiva, Yangibozor tumani qishloqlarida, amaliy laboratoriya kuzatishlari Xorazm Ma'mun akademiyasi laboratoriyasida olingan natijalar qiyosiy tahlil etildi.

Tahlil va natijalar: Xorazm viloyati shroitida shira bitlari mart oyidan boshlab tuxum qo'ya boshlandi va aprel oyining birinchi o'n kulgigacha davom etdi. Aprel oyining birinchi o'n kunligidan boshlab, lichinkalari ko'rina boshladi. Lichinkalar, asosan, bargning orqa tomonida bo'lib yashil rangda. Urg'ochi shira bitlari aprel oyining ikkinchi o'n kunligidan boshlab uchray boshladi. Tirik tug'uvchi urg'ochi shira bitlari noyabr oyining ikkinchi o'n kulgigacha uchradi. Qanotlilar mart oyining ikkinchi o'n kunligidan boshlab uchrashi qayd qilindi. May oyining o'n kunligidan boshlab uchrashi qayd qilindi. Iyul oyining birinchi o'n kunligidan, avgust oyining uchinchi o'n kunligigacha ularning uchramasligi kuzatildi. Iyul oyining birinchi o'n va avgust oyining uchinchi o'n kunligigacha shira bitlari uchin stress holat bo'lib, atmosfera havosining temperaturasi 39-45 gradusgacha o'zgarib turishi kuzatildi. Bu davrda barglarga shira bitlarining soni juda kam bo'lishi kuzatildi. Avgust oyining uchinchi o'n kunligidan boshlab qanotli shiralalar paydo bo'lib, 1-oktabrgacha faoliyati kuzatildi. Oktabr oyining

ikkinchi o'n kunligidan boshlab shira bitlari tuxumlari uchradi. Shu sanadan boshlab noyabr oyining ikkinchi o'n kunligigacha shira bitlari voyaga yetgan shakllari uchradi.

Temperaturani ko'tarilishi hasharotlarga, shu bilan birga o'simliklarga ham ta'sir qilib issiqlik stressini keltirib chiqaradi. Atioksidonlik, detoksontlik va oksidlanish qaytarilish jarayonlarni olib boruvchi fermentlarning muvofiqlashuvi natijasida zaharli metabolitlar hasharotlar va o'simliklarda neytrallanadi. Bitta stress omil ta'sirida o'simlik metabolitlar miqdorini o'zgarishi natijasida ikkinchi stress omilga uchraydi. Temperatura Paykiloterm hasharotlar yashashi uchun atrof-muhitning muhim omillaridan bir hisoblanadi.

M.rosae biologiyasi Polshada o'rganilishi jarayonida 25⁰C shira bitlari uzoq hayot kechirishi uchun qulay, 28⁰C esa juda qisqa hayot kechirishiga olib keladi. Taxminan hayotining uzunligi 20% qisqardi. Shira bitlari hayoti davomiyligini xuddi shunday tarzda pasayishi Turkiya populyatsiyalarida ham kuzatiladi. Polshadagi populyatsiya pushtdorligi 20-25 ⁰C da maksimal bo'lib, urg'ochilarni 17-18 nimfa tug'adi. Turkiya va Erondagi populyatsiyalar eng yuqori pushtdorlikka ega bo'lgan. Temperatura 22,5⁰C bo'lib, 1 ta urg'ochi 35-29 nimfa tug'adi. Temperaturani ko'tirilishi ularning sonini uch barobargacha va pushtdorligini ham kamayishiga olib keladi. Temperaturaning optimal darajasigacha ko'tarilib borishi ularning rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Temperaturaning optimumdan ortishi (28⁰C) ularning rivojlanishiga salbiy ta'sir qiladi. (50-53). Temperaturaning ortishi optimum darajasidan maksimumga ortishi rivojlanishni buzilishga olib keladi va ularni nimfa tug'may qolishiga sababchi bo'ladi [6;7;8].

1-jadval

Shira bitlari fenogrammasi katalpa o'simligida

Mart			Aprel			May			Iyun			Iyul			Avgust			Sentabr			Oktabr			Noyabr		
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
*	*	*	*																							
			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
				o	o	O	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
						K	k	k	k	k	k					k	k	k	k	k						
												s	s	s	s	s										
																					*	*	*	*	*	*
																					j	j	j	j	j	j

*- tuxum + lichinka o – urg'ochi k- qanotli s – stress sharoit j- jinsiy yetilgan

Qanotsiz urg'ochilari tanasi ellipsga o'xshash, sariq, yashil, va pushti rang bo'lib 2,5 mm gacha yetadi. Mo'ylovlari uzun bo'lib, 6 bo'g'inli. Qanotlilar qanotlarining uzunligi 2 mm gacha yetadi. Bosh qismi qo'ng'ir, ko'kragi qora, qorin qismi yashil bo'lib, qaramashi tomonlarida qora chig'igi bor. Mo'ylovlari qora, dumi qisqa. Tuxumlari qora rangda, uzunchoq oval shaklda. Tuxum va qanotsiz voyaga yetgan qanotli shakllarda qishlaydi. Lichinkalar tug'ulgach, qanotli urg'ochilar o'simliklarni ko'proq aprel oyi o'rtalarida zararlay boshlaydi. Qanotli urg'ochilar 23 kungacha yashaydi, 70-80 tagacha lichinka qoyadi. May oyi oxirlarida ko'chuvchi yosh qanotli shiralar paydo bo'ladi. Ular yangi barglarga uchib o'tib, ularni zararlay boshlaydi. Zararlangan barglar sarg'ayadi, deformatsiyalanadi va quriydi. Iyun oyining yarmida ularning yoppasiga migratsiyasini kuzatish mumkin, ularni sentabrgacha uchratish mumkin. Shiralar yosh barglarning tomirlari bo'ylab joylashadi va katta koloniyalarni hosil qiladi. Qanotsiz partanogenetik shiralar hayoti 20-25 kun davom etadi. Lichinkalar 5-11 kun rivojlanadi. *Myzus persicae* turi deb topilgan shiraning ko'rinishi 1- rasmda keltirilgan.



Qanotsiz shiralarning tashqi ko‘rinishi



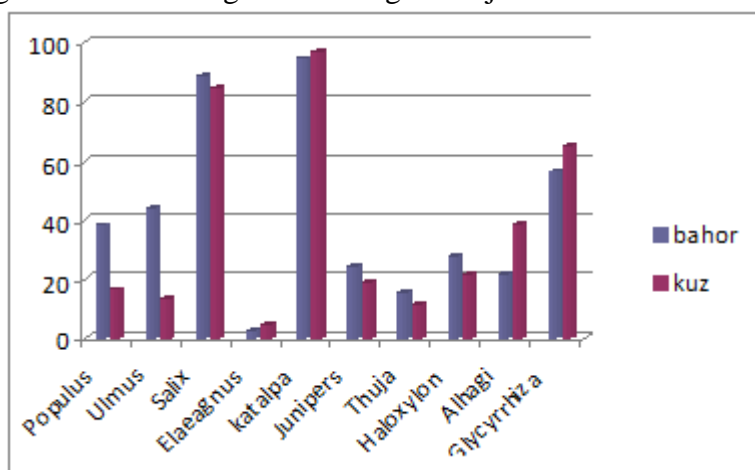
Shiralalar koloniyalari



Qanotli shiralalar

1. Rasm. Shira bitlarining rivojlanish fazalari

Shira bitlarini tarqalishini o‘rganishda O‘zbekiston sharoitida keng tarqalgan daraxt va o‘t o‘simliklari tanlandi. Bularga *Populus* (terak), *Salix* (tol), *Elaeagneae* (jiyda), *Catalpa*, *Juniperica* (mojevelnik), *Thuja* (tuya), *Holoxylon* (saksovul), *Alhagi* (yantoq), *Glycyrriza* (shirinmiya) avtotransport yo‘llari atrofida ekilgan va yovvoyi holda o‘sayotgan osimliklar o‘rganildi. Olingan natijalar **2-rasmda** keltirilgan.



2- rasm. Osimlik turlarida shira bitlarini tarqalishi

Daraxtlardan 300 tasi tekshirildi. *Elaeagnus* avlodi daraxtlari boshqa daraxtlarga nisbatan kamroq shira bitlari bilan zararlanishi aniqlandi. *Katalpa* va *Salix* avlodi daraxtlari shira bitlari bilan ko‘proq zararlanganligini ko‘rish mumkin. Shira bitlarining ko‘payishiga atrof-muhit omillarining roli ham yuqori bo‘lishi mumkin. O‘rganilgan maydonlardagi shira bitlaridan namunalar olinib, molekulyar analiz uchun Belorusiya davlat universitetiga jo‘natildi.

Xulosa. Shira bitlarining tur tarkibi Xorazm viloyati sharoitida turli-tuman bo‘lib, *Myzus persicae* turi ham uchraydi. Morfologik kuzatishlar natijasida bu tur viloyat sharoitida mavjudligi, shira bitlarining populyatsiyalari shirinmiya o‘simligida ko‘proq tarqalishi aniqlandi. Ular bir yilda 3 avlod berganligi kuzatildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YHATI

1. Khan. R. M. A, Naqvi. S. B, Rana. Q. S, Mahmood. S. A, Rasheed. M, Detecting Aphid Concentration in Wheat Leaf Using Remote Sensing and GIS”. International Journal of Innovations in Science and Technology, Vol 4, Issue 2, 2022, pp: 336-347.
2. Nicholas p. Schmidt, Matthew e. O’neal, Paul f. Anderson, Doris Lagos, David Voegtlin, Wayne Bailey, Petrutza Caragea, Eileen Cullen, Christina Difonzo, Kate Elliott, Claudio Gratton, Douglas Johnson, Christian H. Krupke, Brian Mccornack, Robert O’neil, David W. Ragsdale, Kelley J. Tilmon, and Jeff Whitworth J. Econ. Entomol. 105(1): 259S 271 (2012);
3. V. S. Nagrare, Babasaheb B. Fand, B. V. Naikwadi & Vrushali Deshmukh (2019): Potential risk of establishment and survival of cotton aphid *Aphisgossypii* in India based on simulation of temperature-dependent phenology model, International Journal of Pest Management 05 Aug 2019. S
4. Luo Juhua, Wang Dacheng, Dong Yingying, Huang Wenjiang, Wang Jindi developing an aphid damage hyperspectral index for detecting aphid (hemiptera: aphididae) damage levels in winter wheat Conference: 2011 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IGARSS 2011, Vancouver, BC, Canada, July 24-29, 2011
5. Baton Rouge, J.P. Lee, J.H. Temple, B.R. Leonard, and R.D. Bagwell LSU AgCenter Baton Rouge, Louisiana spatial and temporal variation of Cotton Aphid and lady beetle densities in a Louisiana Cotton field. 2004 Beltwide Cotton Conferences, San Antonio, TX-January 5-9
6. Pingan Jiang, Xuelin Zhou, Tonglai Liu, Xiaohu Guo, Deying Ma, Cong Zhang, Yan Li, And Shuangyin Liu Prediction Dynamics in Cotton Aphid Using Unmanned Aerial Vehicle Multispectral Images and Vegetation Indices IEEE Access Multidisciplinary Rapid Review Open Access Journal 19 January 2023 VOLUME 11, 2023 5907 -1918
7. Bao-kun S, Jian-li H, Chao-Xing H, Mao-lin HJ Interactive Effects of Elevated CO₂ and Temperature on Rice Planthopper, Nilaparvata lugens. (2014) J Integ Agric 13(7):1520–1529
8. F. Miriam Amala Saleesha, J. S. Kennedy, D. Rajabaskar, V. Geethalakshmi Temperature Dependent Development of Myzus persicae Sulzer (Hemiptera: Aphididae) in Cauliflower (Brassica oleracea var. botrytis) Agric Res (September 2022) 11(3):488–498
9. Sh. T. Xujaev O‘simliklarni zararkunandalardan uygunlashgan himoya qilishning zamonaviy usul va vositalari. –T.:– 2015., –320 b.
10. Д. Л. Гродницкий, А. В. Гуров Дополнение к фауне тлей, питающихся цветковыми растениями в Красноярском крае// Сибирский лесной журнал, 2016.– № 3.– С. 77–83.

QASHQADARYO VA SURXONDARYO VILOYATLARI QISHLOQ SHAROITIDA EMIZIKLI AYOLLARNING AMALDAGI OVQATLANISHI

Baratova Shoxsanam Sobir qizi

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti,
tayanch doktorant.

Kurbanov Abdulaziz Shoniyozovich

Qarshi davlat universiteti, dotsent.

shoxsanambaratova11@gmail.com

ORCID:0009-0008-0898-4717

UDK:612.39(-032)(045)

Annotatsiya. Maqolada Qashqadaryo (G‘uzor, Yakkabog‘ tumanlari) va Surxondaryo (Angor va Bandihon tumanlari) viloyatlari qishloq sharoitida yashaydigan emizikli ayollarning bahor mavsumida asosiy oziq moddalarga bo‘lgan talabi va uning qondirilishi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan. Olingan natijalarga ko‘ra mazkur

hududlarda istiqomat qiluvchi 18-29 yoshli emizikli ayollarning oqsil, yogʻ va uglevodlar bilan taʼminlanishi mos holda $70,8 \pm 4$ g, $85,3 \pm 4,5$ g va $336,7 \pm 13,5$ g (Gʻuzor tumani), $83,8 \pm 5,9$ g, $92,3 \pm 5,5$ g va $359,1 \pm 13,6$ g (Yakkabogʻ tumani), $66,1 \pm 3,5$ g, $78,2 \pm 3,2$ g va $295,5 \pm 12,1$ g (Angor tumani), $74,9 \pm 5,4$ g, $77,4 \pm 5$ g va $345,1 \pm 16,3$ g (Bandihon tumani) ni tashkil qiladi. Aniqlangan holat respublikamizning janubiy viloyatlari hisoblanadigan Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlari qishloq sharoitida istiqomat qiladigan emizikli ayollarning ovqatlanishi va makronutrientlar bilan taʼminlanishida nomutanosibliklar mavjudligi va bu boradagi tadqiqotlar respublikamizning turli hududlarida keng miqyosda olib borilishi lozimligini koʻrsatadi.

Kalit soʻzlar: laktatsiya davri, emizikli ayollar, amaldagi ovqatlanish, umumiy quvvat, makronutrientlar.

ACTUAL NUTRITION OF BREASTFEEDING WOMEN IN RURAL CONDITIONS OF KASHKADARYA AND SURKHANDARYA REGIONS

Abstract: The article presents information on the demand for basic nutrients in the spring season of lactating women living in rural conditions of Kashkadarya (Guzor, Yakkabog districts) and Surkhandarya (Angor and Bandihan districts) regions and its satisfaction. According to the results, the supply of protein, fat and carbohydrates of 18-29-year-old lactating women living in these regions is 70.8 ± 4 g, 85.3 ± 4.5 g and 336.7 ± 13.5 g (Guzor district), 83.8 ± 5.9 g, 92.3 ± 5.5 g and 359.1 ± 13.6 g (Yakkabog district), 66.1 ± 3.5 g, $78,2 \pm 3.2$ g and 295.5 ± 12.1 g (Angor district), 74.9 ± 5.4 g, 77.4 ± 5 g and 345.1 ± 16.3 g (Bandihan district), respectively. The identified situation shows that there are imbalances in the nutrition and provision of macronutrients in the rural areas of Kashkadarya and Surkhandarya regions, which are the southern regions of our republic, and that research in this regard should be carried out on a large scale in different regions of our republic.

Key words: lactation period, lactating women, actual nutrition, total energy, macronutrients.

Kirish. Maʼlumki, organizmdagi toʻqima va hujayralarning meʼyoriy faoliyati uchun asosiy oziq moddalar, xususan, oqsillar, yogʻlar hamda uglevodlar muhim ahamiyat kasb etadi. Yangi tugʻilgan bolaning meʼyorda oʻsib rivojlanishi emizikli onaning qanday va qay tartibda ovqatlanishi bilan chambarchas bogʻliq. Yer yuzida turli mamlakatlarda oʻtkazilgan koʻplab tadqiqotlar natijalari laktatsiya davrida onaning oziq moddalar bilan taʼminlanishi koʻkrak suti tarkibidagi nutrientlarning miqdoriga taʼsir etishini koʻrsatdi [4, 5]. Ona sutining miqdor va sifat koʻrsatkichlari bolaning morfologik va fiziologik jihatdan rivojlanish jarayonining meʼyorda kechishini taʼminlashdagi asosiy omillar hisoblanadi. Ayol organizmida sut hosil boʻlishi uchun bir kecha kunduzda qoʻshimcha ravishda oʻrtacha 500 kkal energiya sarflanadi. Shuning uchun, sut emizadigan onalarning kunlik ovqat ratsioni odatdagidan koʻra boyitilishi va umumiy quvvat 2500-3000 kkal dan kam boʻlmasligi kerak [6, 7, 8, 13].

Emizikli ayollarning oziq moddalariga boʻlgan ehtiyoji bola emadigan sutning miqdori, onaning yoshi, turmush tarzi, tugʻilish oraligʻiga qarab oʻzgarib boradi [9].

Statistik maʼlumotlarda butun dunyo boʻyicha bolalar oʻlimining 45 foizi ularning yaxshi ovqatlanmaganligi bilan bogʻliq ekanligi qayd etilgan. Yer yuzida notoʻgʻri ovqatlanish bilan bogʻliq boʻlgan ona va bolalar kasalliklarining koʻp qismi Afrika, Osiyo va Lotin Amerika mintaqalaridagi past va oʻrta daromadli davlatlarda sodir boʻlmoqda. Shu sababli, Jahon Sogʻliqni Saqlash Tashkiloti goʻdaklarni dastlabki 6 oylikda toʻliq emizishni va bola 2 yoshga toʻlguncha emizishni davom ettirishni tavsiya qiladi [10, 11, 12].

Mamlakatimizda ona va bolalarning salomatligini yaxshilash uchun bir qancha qonun va loyihalar ishlab chiqilgan. Bularga misol qilib, 2019-yilning 23-oktabridagi 574-sonli “Ona suti bilan oziqlantirishni qo‘llab-quvvatlash hamda go‘daklar va kichik yoshdagi bolalar oziq-ovqat mahsulotlariga doir talablar to‘g‘risida”gi O‘zbekiston Respublikasining Qonunida ona suti bilan oziqlantirishni targ‘ib qilish, sog‘liqni saqlash organlari hamda boshqa tashkilotlar tomonidan aholi o‘rtasida muntazam ravishda axborot-tushuntirish tadbirlarini o‘tkazish orqali amalga oshirish kabi ustuvor yo‘nalishlar belgilanganligini keltirishimiz mumkin [1].

Respublikamizda ayollarning laktatsiya davrida ovqatlanish holati bilan bog‘liq ilmiy ma‘lumotlar yetarli bo‘lmaganligi sababli uning turli mintaqalarda istiqomat qiluvchi emizikli ayollarning amaldagi ovqatlanishini va oziq moddalar bilan ta‘minlanishini o‘rganish va u asosida kerakli tavsiyalar ishlab chiqish dolzarb masala hisoblanadi. Yuqoridagilarni e‘tiborga olib, biz kuzatuvlarimiz davomida O‘zbekiston Respublikasining janubiy viloyatlaridagi qishloqlar sharoitida emizikli ayollarning makronutrientlar bilan ta‘minlanishini o‘rganish va baholashni maqsad qilib oldik.

Tadqiqot metodologiyasi. Kuzatuvlar Qashqadaryo viloyatining G‘uzor (46 nafar) va Yakkabog‘ (53 nafar) tumanlari, Surxondaryo viloyatining Angor (41 nafar) va Bandihon (58 nafar) tumanlarida istiqomat qiladigan 18-29 yoshli emizikli ayollar ustida olib borildi. Ularning amaldagi ovqatlanishi an‘anaviy anketa-so‘rov usulida o‘rganildi. Tekshiriluvchilar 1 hafta mobaynida iste‘mol qilgan barcha oziq-ovqat mahsulotlarini maxsus anketa-so‘rovnoma qayd qilib borishdi. Anketalarda keltirilgan mahsulotlar tarkibidagi makronutrientlar miqdori aniqlandi. Bunda oziq-ovqat mahsulotlarining kimyoviy tarkibi maxsus jadvallar yordamida hisoblab chiqildi [3]. Anketalardagi ma‘lumotlarni matematik hisoblash va statistik qayta ishlashda Windows Microsoft Excel dasturidan foydalanildi. Olingan natijalar esa tegishli me‘yorlar bilan solishtirildi [2].

Natijalar va muhokama. Kuzatuvlarimizni 2023-yilning bahor fasli davomida olib borib, emizikli onalarning kunlik taomnomalarini tahlil qildik. Xususan, ularning kundalik iste‘mol taomlari tarkibidagi makronutrientlar miqdori va umumiy kalorik qiymatini aniqladik. Quyida keltirilgan 1-jadvalda G‘uzor va Yakkabog‘ tumanlari teshiriluvchilarining asosiy oziq moddalar bilan ta‘minlanish holatini aniqlash natijalarini keltiramiz.

1-jadval

G‘uzor va Yakkabog‘ tumanlari qishloqlarida istiqomat qiluvchi emizikli ayollarning asosiy oziq moddalar bilan ta‘minlanishi

№	Ko‘rsatkichlar	G‘uzor tumani tekshiriluvchilari (n=46)	Yakkabog‘ tumani tekshiriluvchilari (n=53)	Me‘yor
1	Umumiy oqsil (g)	70,8 ± 4	83,8 ± 5,9	101
2	Shundan hayvon oqsili (g)	32,3 ± 2,4	41,3 ± 3,5	60
3	Umumiy yog‘ (g)	85,3 ± 4,5	92,3 ± 5,5	82
4	Shundan o‘simlik yog‘i (g)	37,4 ± 3,1	39,6 ± 2,9	25
5	Uglevod (g)	336,7 ± 13,5	359,1 ± 13,6	329
6	Umumiy energiya (kkal)	2413,3 ± 101,9	2602,4 ± 113,6	2500

Jadvalda ko‘rinib turganidek, G‘uzor tumanida istiqomat qiluvchi respondentlarning kunlik ovqatidagi umumiy oqsillarning miqdori me‘yor darajasidan kam bo‘lib, o‘rtacha 70,8 ± 4 g ni tashkil qiladi, bu ko‘rsatkich me‘yorga nisbatan o‘rtacha 29,9 % kam.

Ularning hayvon oqsillariga bo'lgan talabi esa 53,8 % ga qondirilgan. Bu hududdagi emizikli ayollarning umumiy yog'lar, jumladan, o'simlik yog'i bilan ta'minlanishi me'yor darajasidan tegishli holda o'rtacha 4,0 va 49,6 % ga ziyodligi bilan izohlanadi. Tekshiriluvchilarning kunlik ovqatidagi umumiy uglevodlarning miqdori o'rtacha $336,7 \pm 13,5$ g ga teng bo'lib, bu esa ularning me'yorga nisbatan 102,3 %ga ta'minlanganligini ko'rsatadi. Shuningdek, kunlik ovqatning energetik qiymati $2413,3 \pm 101,9$ kkal ni tashkil etadi.

Kuzatuvda bo'lgan Yakkabog' tumanida istiqomat qiluvchi emizikli onalarning oqsillar, ayniqsa, hayvon oqsillari bilan ta'minlanishi me'yor darajasidan kam ekanligi aniqlandi. Jumladan, ularning kundalik ovqatidagi oqsillarning miqdori o'rtacha $83,8 \pm 5,9$ g ga teng bo'lib, bu ko'rsatkich me'yorga nisbatan 17 % ga kam. Hayvon oqsillari esa me'yordagi 60 g o'rniga $41,3 \pm 3,5$ g ni tashkil etib, bu esa me'yorga nisbatan 31,2 % ga ozligini ko'rsatadi. Respondentlarning umumiy yog' va shundan o'simlik yog'i bilan ta'minlanishi tegishli holda o'rtacha $92,3 \pm 5,5$ va $39,6 \pm 2,9$ g ni tashkil etib, bu ko'rsatkich me'yorga nisbatan taqqoslanganda mos ravishda 112,6 % va 158,4 % ni ko'rsatadi. Ushbu hududdagi emizikli onalarning kunlik taomnomalari tarkibidagi uglevodning miqdori o'rtacha $359,1 \pm 13,6$ g bo'lib, bu natija esa me'yorga nisbatan 9,1 % ga ko'pligi bilan izohlanadi. Tekshiriluvchilarning kunlik ratsionining umumiy energiyasi esa $2602,4 \pm 113,6$ kkal ni tashkil etadi.

Olingan natijalarni tushunishda, shu narsani inobatga olish joizki, Qashqadaryo viloyati sharoitida qishloq joylarda istiqomat qiluvchi emizikli ayollarning ovqatlanishida asosiy oziq moddalardan yog'lar va uglevodlarning me'yor ko'rsatkichlariga yaqinligi, asosan, ular tomonidan yog'li taomlar, non va un mahsulotlarini mo'l iste'mol qilinganligi, umumiy energetik qiymat esa me'yor darajasiga yaqin bo'lsa-da, oqsillar, xususan, hayvon oqsillari me'yoridan ancha kamligi qayd qilindi. Shuningdek, oqsil, yog' va uglevodlarning miqdoriy nisbati ham me'yordagi 1:0,8:3,25 (СанПиН №0347-17) [2]. o'rniga o'rtacha 1:1,2:4,75 (G'uzor) va 1:1,1:4,3 (Yakkabog') ni tashkil qiladi.

Kuzatuvlar davomida Surxondaryo viloyatining Angor va Bandihon tumanlarida yashovchi emizikli ayollarning amaldagi ovqatlanishi, xususan, asosiy oziq moddalar bilan ta'minlanish darajasi bo'yicha olingan natijalarini quyidagi 2-jadvalda keltiramiz.

2-jadval

Angor va Bandihon tumanlari qishloqlarida istiqomat qiluvchi emizikli ayollarning asosiy oziq moddalar bilan ta'minlanishi

№	Ko'rsatkichlar	Angor tumani tekshiriluvchilari (n=41)	Bandihon tumani tekshiriluvchilari (n=58)	Me'yor
1	Umumiy oqsil (g)	$66,1 \pm 3,5$	$74,9 \pm 5,4$	101
2	Shundan hayvon oqsili (g)	$37,9 \pm 4,1$	$29,8 \pm 2,8$	60
3	Umumiy yog' (g)	$78,2 \pm 3,2$	$77,4 \pm 5$	82
4	Shundan o'simlik yog'i (g)	$28,5 \pm 2,3$	$21,4 \pm 1,8$	25
5	Uglevod (g)	$295,5 \pm 12,1$	$345,1 \pm 16,3$	329
6	Umumiy energiya (kkal)	$2149,7 \pm 84,3$	$2377,1 \pm 120,9$	2500

Yuqorida keltirilgan jadvalda ko'rinib turganidek, Angor va Bandihon tumanlarida istiqomat qiluvchi respondentlarning kunlik ovqatidagi makronutrientlarning miqdori me'yor darajasidan kam bo'lib, faqatgina Bandihon tumanidagi emizikli ayollarning uglevod bilan ta'minlanishi bundan mustasno (104,9 %). Angor tumanidagi tekshiriluvchilarning uglevod bilan ta'minlanishi esa 89,8 % ni tashkil etadi. Ushbu hududlardagi emizikli onalarning kundalik ovqati tarkibidagi oqsillarning miqdori o'rtacha $66,1 \pm 3,5$ (Angor) va $74,9 \pm 5,4$ (Bandihon) g.ga teng bo'lib, bu ko'rsatkich me'yorga nisbatan tegishli holda

o'rtacha 65,4 % va 74,2 %ni tashkil qiladi, ularning hayvon oqsillari bilan ta'minlanishi esa mos ravishda 63,2 % va 49,7% ga teng. Tekshiriluvchilarning kunlik ratsionidagi umumiy yog'ning miqdori Angor tumani uchun o'rtacha $78,2 \pm 3,2$ g. hamda Bandihon tumani uchun $77,4 \pm 5$ g. ni tashkil qilib, bu ko'rsatkichlar me'yor darajasidan tegishli holda 4,6 va 5,6 %ga ozligi bilan ifodalanadi. Ushbu hududlardagi respondentlarning o'simlik yog'i bilan ta'minlanishida keskin farq bo'lib, bu ko'rsatkichlar me'yorga nisbatan taqqoslanganda 114 % (Angor) hamda 85,6 % (Bandihon) dan iborat. Angor va Bandihon tumanlaridagi emizikli ayollarning kundalik ovqatining energetik qiymati me'yor darajasidan past bo'lib, tegishli holda $2149,7 \pm 84,3$ va $2377,1 \pm 120,9$ kkal ni tashkil etadi.

Xulosa va takliflar. Xulosa qilib shuni aytishimiz mumkinki, respublikamizning janubiy hududlari hisoblanadigan Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlari qishloq sharoitida yashovchi 18-29 yoshli emizikli ayollarning bahor faslida asosiy oziq moddalar bilan, xususan, umumiy oqsillar va hayvon oqsili bilan ta'minlanishida jiddiy yetishmovchiliklar bor. Shuningek, Surxondaryo viloyatidagi respondentlarning kundalik taomnomalari tarkibining umumiy energiyasi ham me'yor darajasida emas. Kuzatiluvchilar tomonidan kundalik iste'mol taomlari bilan qabul qilinadigan oziq-ovqat mahsulotlari miqdori tahlil qilinganda, sutkalik ratsionda oqsilga boy bo'lgan sut va sut mahsulotlari, dukkakli mahsulotlar kamligi, non va un mahsulotlari (turli pishiriqlar, yupqa, pechak, manti, somsa va h), makaron kabilarning ko'p iste'mol qilinganligi aniqlandi.

Emizikli ayollarning asosiy oziq moddalar bilan ta'minlanishini o'rganish ona va bola sihat-salomatligini saqlash hamda mustahkamlashda muhim hisoblanadi. Bu borada ularning ratsional ovqatlanishini hamda sog'lom turmush tarzini shakllantirish, ular o'rtasida mavzuga doir tushunchalarni targ'ib qilish muhim amaliy tadbirlardan biri hisoblanadi. Kuzatuvlarimiz davomida olingan natijalar bu boradagi tekshiruvlarni keng miqyosda davom ettirish lozimligini ko'rsatmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati (References):

1. O'zbekiston Respublikasining "Ona suti bilan oziqlantirishni qo'llab-quvvatlash hamda go'daklar va kichik yoshdagi bolalar oziq-ovqat mahsulotlariga doir talablar to'g'risida" gi Qonuni O'RQ-574-son – 23.10.2019 yil. –B. 2–4.
2. Физиологические нормы потребностей в пищевых веществах и энергии по половозрастным и профессиональным группам населения Республики Узбекистан для поддержания здорового питания. СанПиН №0347-17. – Ташкент, 2017. – 42 с.
3. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. Химический состав пищевых продуктов: Книга 1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов. – Москва: «Агропромиздат», 1987. – 224 с.
4. Hu R, Eussen S, Sijtsma F, et al. Maternal dietary patterns are associated with human milk composition in Chinese lactating women. *Nutrition*. Published by Elsevier. 2021.111392. 91–92 p.
5. Mojtaba Keikha, Maryam Bahreynian, Mohammad Saleki, and Roya Kelishadi. Macro- and Micronutrients of Human Milk Composition: Are They Related to Maternal Diet? A Comprehensive Systematic Review. *Breastfeeding Medicine*. 2017. Published in Volume: 12 Issue 9. 517–527 p.
6. Kominiarek, M. A., & Rajan, P. Nutrition Recommendations in Pregnancy and Lactation. *The Medical clinics of North America*. 2016. 100(6). 1199–1215 p.
7. Gila-Díaz, A., Díaz-Rullo Alcántara, N., Herranz Carrillo, G., Singh, P., Arribas, S. M., & Ramiro-Cortijo, D. Multidimensional Approach to Assess Nutrition and Lifestyle in Breastfeeding Women during the First Month of Lactation. *Nutrients*. 2021. 13(6), 1766 p.

8. Курбонов Ш.К., Дўстчанов Б.О., Курбонов А.Ш., Каримов О.Р. Соғлом овқатланиш физиологияси. –Қарши, 2018. – 436 б.

9. Hall Moran, V., Lowe, N., Crossland, N., Berti, C., Cetin, I., Hermoso, M., Koletzko, B., & Dykes, F. Nutritional requirements during lactation. Towards European alignment of reference values: the EURRECA network. *Maternal & child nutrition*. 2010. 6 Suppl 2. 39–54 p.

10. Ш.И. Каримов (таҳрири остида) Соғлом овқатланиш – саломатлик мезони. Ўзбекистон Республикаси Соғлиқни Сақлаш Вазирлиги Тошкент Тиббиёт Академияси. – Тошкент, 2015 йил, 343 б.

11. Black, R. E., Allen, L. H., Bhutta, Z. A., Caulfield, L. E., de Onis, M., Ezzati, M., Mathers, C., Rivera, J., & Maternal and Child Undernutrition Study Group. Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. *Lancet* (London, England), 371(9608), 2008. 243–260 p. [doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61690-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61690-0)

12. World Health Organization. Health topics. Infant and young child feeding. Geneva: World Health Organization; 2021. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/infant-and-young-child-feeding

13. Baratova Shoxsanam Sobir qizi. Actual problems of healthy nutrition of lactating women. *International Scientific Journal "Science and Innovation"*. 2023. Volume :2 Issue 6. 70-73 p. doi.org/10.5281/zenodo.8048273

QISHLOQ SHAROITIDA KICHIK MAKTAB YOSHIDAGI BOLALARNING AYRIM VITAMINLAR BILAN TA'MINLANISHI

Hazratova Hulkar Normurodovna

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti tayanch doktoranti,
ORCID 0000-0002-3898-2535

Rahmatullayev Yorqin Shokirovich

Qarshi davlat universiteti
ORCID 0000-0001-8214-7396

Qurbonov Shoniyoz Qurbonovich

Qarshi davlat universiteti
h.hazratova@mail.ru,

ORCID 0009-0001-6259-4188
UDK 574/577+572.79+613.2

Annotatsiya. Maqola Qashqadaryo viloyatining Kasbi tumanidagi qishloq maktablarida tahsil olayotgan 7-10 yoshli o'quvchilarning amaldagi ovqatlanishida C, A, D, B₂, PP, B₉, va B₁₂ vitaminlarining miqdorini o'rganishga bag'ishlangan. Olingan natijalarga ko'ra, 8 yoshlilarda me'yorga nisbatan retinol 14%, sianokobalamin 31,6% ko'p qabul qilingan. 9 yoshli o'quvchilar kunlik taom bilan C, B₂, PP hamda B₁₂ vitaminlarni sezilarli darajada kam qabul qilinganligi aniqlangan. 10 yoshli o'quvchilar ovqatida B₂, PP va B₁₂ vitaminlari me'yorga nisbatan tegishli ravishda 22,2%, 28,3% va 16,6% qayd qilingan. O'quvchilarning vitaminlar bilan bunday notekis ta'minlanishini bartaraf qilishda ota-onalar o'rtasida mikronutriyentlar haqida targ'ibot va tashviqot ishlarini jonlantirish lozimligiga alohida e'tibor berish kerakligi xulosa qilingan.

Kalit so'zlar: qishloq maktablari, o'quvchilar, amaldagi ovqatlanish, vitaminlar, mikronutriyentlar, targ'ibot-tashviqot ishlari.

SUPPLY OF SOME VITAMINS TO PRIMARY SCHOOL CHILDREN IN RURAL CONDITIONS

Аннотация. Статья посвящена изучению содержания витаминов С, А, D, В₂, РР, В₉ и В₁₂ в рационе учащихся 7-10 лет в Касбийском районе Кашкадарьинской

области. Согласно полученным результатам, у 8-летних было на 14% больше ретинола и на 31,6% больше цианокобаламина по сравнению с нормой. Было обнаружено, что 9-летние ученики получали значительно меньше витаминов С, В₂, РР, а также В₁₂ с ежедневным приемом пищи. У 10-летних содержание в пище таких витаминов, как В₂, РР и В₁₂ выше нормы на соответственно 22,2; 28,3 и 16,6%. Для устранения отмеченных недостатков в питании учащихся имеют важное значение просветительские работы среди родителей и работников школьного образования о необходимости улучшения потребления микронутриентов.

Ключевые слова: сельские школы, учащиеся, практическое питание, витамины, микроэлементы, просветительская работа.

Kirish. O'quvchi yoshlarning me'yoriy o'sib rivojlanishi, turmush tarzi, aqliy va jismoniy faoliyati hamda ularning sihat-salomaligini ta'minlaydigan eng muhim omillardan biri ratsional ovqatlanish hisoblanadi. Xususan, ularning kundalik ovqati tarkibida oqsillar, ayniqsa, vitaminlar miqdorining yetarli darajada bo'lmasligi bolalarning me'yoriy o'sishiga, psixofiziologik holatining yomonlashishiga, tashqi muhit omillariga chidamlilikning pasayishiga va boshqa salbiy oqibatlariga olib keladi [2, 46-52 b, 3, 16-20 b, 7, 28 b, 8]. Shu bilan birga ushbu omil o'suvchi organizmning moslashuvchanligi, nospetsifik rezistentligining kamayishi va ayrim fiziologik-biokimyoviy reaksiyalarning buzilishiga olib keladi [4, 49-53 b, 9, 49 b.].

Ovqatlanish bo'yicha BMT qoshidagi YUNISEF tashkilotining "Har bir bolaning ovqatlanishi" ga oid 2020-2030-yillarga mo'ljallangan strategiyasida 2020-yilda daromadi kam va o'rta mamlakatlardagi 200 millionga yaqin bolalarda o'sishdan ortda qolish, ularning yarmidan ko'pida vitaminlar va ayrim mineral moddalar bilan ta'minlanish holatining yomonligi qayd qilingan [5, 100 b.].

Respublikamizda maktab yoshidagi bolalarning ovqatlanishiga, xususan, ularning mikronutriyentlar bilan ta'minlanishiga alohida e'tibor qaratib kelinmoqda. Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi tomonidan 2010-yil 20-avgustda "Ta'lim muassasalarida sog'lom ovqatlanish shart-sharoitlarini yaxshilash bo'yicha chora-tadbirlar to'g'risida" gi 184-sonli qarori, 2015-yil 29-avgustda "2015-2020-yillar davrida O'zbekiston Respublikasi aholisining sog'lom ovqatlanishini ta'minlash Konsepsiyasini va chora-tadbirlar kompleksini tasdiqlash to'g'risida" gi 251-sonli qarori, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 20-noyabrdagi "Aholining sog'lom ovqatlanishini ta'minlash bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi PQ-4887 qarori, 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60 sonli farmoni, 2024-yil 16-fevraldagi "Respublikada oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashning qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida" PF-36 sonli farmoni va boshqa davlat hujjatlarida belgilangan masalalar hamda ularni bosqichma-bosqich amalga oshirib borish yosh fiziologiyasi va tibbiyot sohasida faoliyat olib borayotgan mutaxassislarining ham zimmasida turgan dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Shu munosabat bilan Respublikamizda aholi turli guruhlarining, xususan, bolalar va o'smirlarning sog'lom ovqatlanishi hamda jismoniy rivojlanishini o'rganish bo'yicha qator tadqiqotlar amalga oshirib kelinmoqda. Aytish joyizki, Respublikamizdagi maktablarning aksariyat qismi qishloq joylarida joylashgan bo'lib, ularda ta'lim-tarbiya ishlarining tobora yaxshilanishiga davlat tomonidan katta e'tibor berilmoqda. Lekin qishloq va shahar maktablaridagi o'quvchilarning kunlik ratsionida oziq moddalar, ayniqsa, mikronutriyentlar, xususan, vitaminlar talab darajasida deb bo'lmaydi. Ushbu holatning sabablaridan biri qilib, qishloq aholisining mikronutriyentlar borasidagi

tushunchasi yetarli emasligini, o'quvchilar taomlanishida asosiy e'tibor ovqatning kalorik koeffitsiyentiga qaratilib, uning tarkibidagi vitaminlarga haminqadar munosabatda bo'lishlikni ko'rsatish mumkin. Shu nuqtayi nazardan qishloq sharoitida kichik maktab yoshidagi o'quvchilarning ayrim vitaminlar bilan ta'minlanishini o'rganish ma'lum nazariy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot metodologiyasi. Kuzatuvlar 2022-yilning bahor mavsumida Qashqadaryo viloyatining Kasbi tumanidagi qishloq maktablarida tahsil olayotgan 242 nafar 7-10 yoshli o'quvchilar ustida olib borildi. Ularning ayrim vitaminlar bilan ta'minlanishini nutrisiologik tekshiruvlarda keng ko'lamda qo'llaniladigan anketa-so'rov usulida o'rganildi. Kunlik ovqat tarkibidagi vitaminlarning miqdori shu yoshdagi bolalar uchun belgilangan me'yorga taqqoslandi [6, 42 b.]. Olingan natijalar statistik qayta ishlandi [7, 328 b.].

Natijalar va muhokama. Olib borilgan tadqiqotlar qishloq maktablari boshlang'ich sinf o'quvchilarning amaldagi ovqatlanishi, xususan, ularning kunlik ovqati tarkibidagi ba'zi bir vitaminlarning miqdori, belgilangan me'yor ko'rsatkichlariga mos kelmasligini ko'rsatadi. Olingan natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan.

Boshlang'ich sinf o'quvchilarining vitaminlar bilan ta'minlanishi

Vitamin	Me'yor	7-yosh (n=48)		8 yosh (n=90)		9 yosh (n=46)		10 yosh (n=58)	
		M±m	SD	M±m	SD	M±m	SD	M±m	SD
C (mg)	35	33,8±1,8	13,04	63,1±3,6	34,32	19,9±1,64	11,16	34,4±3,06	23,35
A (mg)	0,5	0,25±0,04	0,31	0,57±0,08	0,85	0,11±0,01	0,09	0,2±0,02	0,21
D (mkg)	5	1,40±0,14	1,03	1,8±0,17	1,61	1,4±0,15	1,03	1,9±0,33	2,51
B ₂ (mg)	0,9	0,87±0,09	0,69	1,6±0,12	1,14	0,6±0,03	0,26	1,1±0,07	0,59
PP (mg)	12	12,35±1,39	9,65	24,6±1,85	17,63	9,1±0,71	4,82	15,4±1,09	8,35
B ₉ (mg)	300	98,0±8,73	60,53	237±19,9	189,12	77,9±5,62	38,16	150±11,0	84,42
B ₁₂ (mkg)	1,8	1,81±0,20	1,38	2,37±0,10	0,96	1,28±0,10	0,68	2,1±0,17	1,35

Yuqoridagi jadvalda ko'rinib turganidek, 7 yoshli o'quvchilarning kundalik ovqati tarkibidagi C, B₂, PP hamda B₁₂ vitaminlarining miqdori me'yor darajasiga yaqin hamda A, D va B₉ vitaminlari bilan ta'minlanish esa me'yorga nisbatan o'rtacha 28-50% ni tashkil qiladi.

8 yoshli o'quvchilarning amaldagi ovqatlanishida, ya'ni ayrim vitaminlar bilan ta'minlanish yuqoridagi tendensiyaga nisbatan zid bo'lgan holat qayd etildi. Jumladan, ularning kundalik ovqati tarkibidagi askorbat kislotaning miqdori me'yorga nisbatan o'rtacha 80,2% gacha, retinol esa 14% gacha, riboflavin 77,7% gacha hamda sianokobalamin o'rtacha 31,6% gacha ko'p. Ayniqsa, vitaminlardan niatsinning miqdori me'yor ko'rsatkichlaridan 2 barobargacha ziyodligi e'tiborni tortadi. Bunday holatni izohlash uchun shu yoshdagi o'quvchilarning taomnomalari birma-bir tahlil etilganda ular tomonidan non va un mahsulotlari (pechak, somsa, perashka kabi xamirli pishiriqlar) hamda kartoshka va tuxum qo'shib tayyorlanadigan taomlarni hafta davomida nisbatan ko'p iste'mol qilinganligi aniqlandi.

Boshlang'ich sinfda o'qiydigan 9 yoshli o'quvchilarning kundalik ovqati tarkibidagi C, B₂, PP hamda B₁₂ vitaminlarning miqdori me'yorga nisbatan tegishli holda o'rtacha 43,2%, 33,4%, 24,2% hamda 28,9% gacha kamligi qayd qilindi. Shuningdek, o'quvchilarning A, D va B₉ vitaminlari bilan ta'minlanishi me'yorning atigi 22-28% ni tashkil qiladi xolos.

10 yoshli o'quvchilarning vitaminlar bilan ta'minlanishi haqida shuni aytish mumkinki, ularning kundalik ovqati tarkibidagi C vitaminining miqdori 34,4±3,06 mg ga teng bo'lib, bu ko'rsatkich me'yorga nisbatan o'rtacha 98,2% ni tashkil etdi. Shuningdek, ularning A, D va B₉ vitaminlari bilan ta'minlanishi esa o'rtacha 38-50% ni tashkil etadi.

O'quvchilarning (10 yoshli) kunlik ovqati tarkibidagi B₂, PP va B₁₂ vitaminlarining miqdori me'yorga nisbatan o'rtacha mos ravishda 22,2%, 28,3% hamda 16,6% gacha ziyodligi qayd qilindi.

Olingan natijalarni umumlashtirib, 7-10 yoshli o'quvchilarning kundalik ovqatidagi ayrim vitaminlarning me'yorga nisbatan o'rtacha foiz ko'rsatkichlari tahlil qilinganda, ularning A, D va B₉ vitaminlari bilan ta'minlanishi me'yorga nisbatan kam (mos holda 43,5%; 67,5% va 53,2%), B₂ va PP vitaminlarining miqdori me'yordan o'rtacha 15-28% ga ko'p hamda ularning C va B₁₂ vitaminlari bilan ta'minlanishi esa me'yor darajasida ekanligini aytib o'tish joyiz.

Xulosa va takliflar. Xulosa o'rnida shuni aytish mumkinki, qishloq sharoitida istiqomat qilayotgan boshlang'ich sinf o'quvchilarining vitaminlar bilan ta'minlanishi me'yor ko'rsatkichlariga mos kelmaydi. Bunga asosiy sabablardan biri o'quvchilarning kundalik ovqati tarkibidagi oziq-ovqat mahsulotlarining nomutanosibli bo'lishi mumkin. Bu ularning o'sib ulg'ayishi, fanlarni o'zlashtirib olishi, kasalliklardan muhofaza qilinishida salbiy ko'rsatkichlarga olib kelishi ehtimoldan uzoq emas. Yuqoridagi holatni oldini olish uchun o'quvchilar o'rtasida ratsional ovqatlanish, xususan, vitaminlarning manbalari va ular bilan yetarli ta'minlanishda uyda va oilada qanday ovqatlar turiga, tayyorlanish texnologiyasiga e'tibor qilish lozimligi bo'yicha targ'ibot ishlarini olib borishni kuchaytirish zarur. Jumladan, har bir maktabda qaysi vitaminlarning qanday mahsulotlarda uchrashi, ularning ovqat tayyorlanish jarayonida o'zgarishi (parchalanib ketishi), avitaminozlari, gipovitaminozlari va gipervitaminozlari ko'rsatadigan devoriy ko'rgazmalar, bukletlar tashkil qilish lozim. Bundan tashqari ota-onalar majlislarida to'g'ri ovqatlanish bo'yicha mutaxassislar (vrachlar, nutrisiologlar, biologlar va boshqalar) maslahatini eshitish foydadan holi bo'lmaydi.

Shu narsani esdan chiqarmaslik kerakki, kuzatuvda bo'lgan o'quvchi yoshlarning kunlik taomlanishida vitaminlarga bo'lgan taqchillik ularning me'yoriy o'sib rivojlanishiga (ham jismoniy ham aqliy) salbiy ta'sir etadi (pakanalik, jismonan ojizlik, aqliy zaiflik va boshqalar). Eng muhimi, ma'lum vaqt (bir necha oy) o'tganidan keyin ularni har jihatdan to'laqonli taomlar bilan oziqlantirish vaziyatni to'liq tiklanishiga olib kelmasligi mumkin. Ushbu holatni tushunish va o'quvchilarning kundalik taomlanishida shunga mos ravishda ish olib borish, yosh avlodning har jihatdan barkamol bo'lishida muhim ahamiyat kasb etadi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 10 ноябрдаги ПҚ-4887-сон қарори “Аҳолининг соғлом овқатланишини таъминлаш бўйича қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги Қарори. –Тошкент 2020.,10 ноябрь. Янги Ўзбекистон, 2020 йил. – № 3. – Б. 1–3.
2. Рогов И.А., Титов Е.И., Глазкова И.В. и др. Здоровое питание детей – национальный интерес России // Вопросы детской диетологии. – 2007. – Т. 5, –№ 5. – С. 46–52.
3. Бахтигареева Г.И., Синюкова Т.А. Обеспеченность витаминами и минералами школьников и подростков. Интерактивная наука, –№6 (28), 2018. – С. 16–20.
4. Вржесинская О.А., Коденцова В.М., Переверзева О.Г., Леоненко С.Н. Обеспеченность витаминами детей, посещающих дошкольные образовательные учреждения в разных регионах (Московская область, г. Екатеринбург) // Педиатр. – 2017. – Т.8. – №5. – С. 49–53. doi: 10.17816/PED8549-53.
5. Питание для каждого ребенка. Стратегия ЮНИСЕФ по питанию на 2020-2030 гг. Детский фонд ООН (ЮНИСЕФ). – Нью Йорк, 2020. – 100 с.
6. Станкевич С.С. Питание детей школьного возраста. Информация для родителей. – Томск, 2017. – 40 с.

7. Ураимова А. А. Гигиеническая оценка питания и состояния здоровья учащихся младших классов сельской местности. Автореф. дисс. ... канд. мед наук: 14.02.01. – Бишкек, 2021. – 28 с.

8. Kurbanov A, Kurbanov Sh, Rakhmatullaev Y, Buranova G, and Hazratova H. The effect of protein deficiency on the small intestinal carbobidrase system after the transition to the definitive nutrition in rats. II International Conference on Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture, E3S Web of Conferences 463, 01016 (2023) *EESTE2023* doi.org/10.1051/e3sconf/202346301016.

9. Кочкорова Ф.А. Гигиеническое обоснование оптимизации питания учащихся образовательных школ Кыргызской Республики. Автореф. дисс. ... док. мед наук: 14.02.01. – Бишкек, 2022. – 49 с.

10. Физиологические нормы потребностей в пищевых веществах и энергии по половозрастным и профессиональным группам населения Республики Узбекистан для поддержания здорового питания. 23 июня 2017 г. СанПиН №0347-17.–Тошкент, 2017. – 42 с.

11. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. Изд. 2-е, –испр. Минск, “Вышэйш. школа”, 1967. – 328 с.

YAKKABOG‘ TUMANIDAGI EREMURUS OLGAE REGEL SENOPOPULYATSIYASINING FLORISTIK TARKIBI

Eshquvvatova X. S.

Qarshi davlat universiteti, magistrant

Bo‘ranova M.O.

Qarshi davlat universiteti, dotsent

muhayyoxon@bk.ru

ORCID 0000-0003-4701-4322

UO‘K 58.009

Annotatsiya. Maqolada Yakkabog‘ tumanidagi Olga shirachi (*Eremurus olgae* Regel) senopopulyatsiyasining floristik tarkibi, undagi turlarning hayotiy shakllari keltirilgan. Ushbu senopopulyatsiya dengiz sathidan 1360 m balandlikda joylashgan. Tahlil natijalariga ko‘ra o‘rganilgan senopopulyatsiyada 66 turlagi yuksak o‘simlik turlari uchrab, qismini ko‘p yillik (28 ta tur) va bir yillik (16 ta tur) o‘tlar tashkil qilishi ma‘lum bo‘ldi. Bundan tashqari, senopopulyatsiyada 6 turdagi daraxtlar, 9 turdagi butalar, 2 turdagi chala butalar va 2 turdagi ikki yillik o‘tlar ham o‘sishi ma‘lum bo‘ldi. Senopopulyatsiyadagi eng ko‘p turlar Qoqio‘tdoshlar – Asteraceae (8 ta tur) va Ra‘nodoshlar – Rosaceae (6 ta tur) oilalari vakillaridan iboratligi ma‘lum bo‘ldi. Xilmaxillik bo‘yicha keyingi o‘rinlarni Boshogdoshlar – Poaceae (5 ta tur), Yalpizdoshlar – Lamiaceae va Karamdoshlar – Brassicaceae (4 tadan tur), Govzabonguldoshlar – Boraginaceae va Zubtutumdoshlar – Plantaginaceae oilalari (3 tadan tur) vakillari egalladi.

Kalit so‘zlar: floristik tarkib, senopopulyatsiya, Yakkabog‘ tumani florasida, hayotiy shakllar.

FLORISTIC COMPOSITION OF THE COENOPULATION OF *EREMURUS* *OLGAE* REGEL IN THE YAKKABAG REGION

Annotation. The article presents the floristic composition and life forms of plants growing in the coenopulation of *Eremurus olgae* Regel in the Yakkabag region. This coenopulation is located at an altitude of 1360 m above sea level. According to the results of the analysis, 66 species of higher plants were found in the studied coenopulation, most of which were perennials (28 species) and annuals (16 species). In addition, it was established that 6 species of trees, 9 species of shrubs, 2 species of shrubs

and 2 species of biennials grow in the coenopopulation. The largest number of them are representatives of the Asteraceae (8 species) and Rosaceae (6 species) families. Next in diversity are representatives of the families Poaceae (5 species), Lamiaceae and Brassicaceae (4 species each), Boraginaceae and Plantaginaceae (3 species each).

Key words: floristic composition, coenopopulation, flora of the Yakkabag region, life forms.

Kirish. Shirachlar qadim zamondan insoniyat orasida manzarali o‘simlik sifatida ma’lum bo‘lgan turkumlardan biridir. Ushbu turkumni boshqalardan uzun tik soyabonning mavjudligi ajratib turadi. Fanga ma’lum bo‘lgan barcha turlari ko‘p yillik o‘tlar bo‘lib, generativ poyasining balandligi 50 sm dan 3 m gacha yetadi.

Olga shirachi (*Eremurus olgae* Regel) to‘pguli bilan hisoblaganda bo‘yi 1,5 metr gacha yetadigan tur bo‘lib, och qizg‘ish tusdagi gullardan iborat to‘pgulga hosil qiladi. Ildizlari biroz yo‘g‘onroq, deyarli silindrsimon shaklda, yuzasi ko‘pincha tukli. Bitta o‘simlikda 65 tagacha barglar hosil bo‘lishi mumkin. Poyasi to‘q yashil, balandligi 100 smdan oshmaydi. Gullarning diametri 35 mm, och qizg‘ish rangda, shingilsimon to‘pgulga yig‘ilgan. To‘pgul konussimon yoki sharsimon shaklda, uzunligi 0,6 metrgacha, diametri esa 15 smgacha bo‘lishi mumkin. Yashil tomirli oq perianths bilan gullar mavjud. Gullash vaqti o‘simlik o‘sadigan mintaqadagi iqlimga bog‘liq va may-avgust oylarida kuzatilishi mumkin.

Gullash davri o‘shish hududining iqlimiga mos ravishda may oyidan avgustgacha bo‘lgan davrga to‘ri keladi. Xuddi shu davrda mevasi yetiladi.

Turkmaniston, Eron, Afg‘oniston, Tojikiston, O‘zbekiston va Qirg‘izistonda uchraydi [1].

Olga shirachi urug‘larining unib chiqishiga gormonal, kimyoviy va fizik ishlov berishning ta’siri A. Rahmanpour, A. Majd va F. Chalabiane tomonidan Eron milliy botanika bog‘idan yig‘ilgan urug‘larda o‘rganilgan [2].

Eronning Maku viloyatidagi Xazanga o‘tloqlaridan Olga shirachini vegetatsiya davomida yig‘ishdan tushishi mumkin bo‘lgan iqtisodiy ko‘rsatkichlar S.M. Heshmatol Vaezin, S. Ghanbari ap Ali Tavililarning ishlarida keltirilgan [3].

Tadqiqot metodologiyasi. Tadqiqot marshrutli rekognosirovka usulida olib borildi. O‘simliklarning turini aniqlash dala sharoitida amalga oshirildi, joyida aniqlash imkoniyati bo‘lmagan o‘simlik turlarining gerbariy namunalari yig‘ildi va o‘simliklar aniqlagichi [4] yordamida aniqlandi.

Aniqlangan turlarning to‘liq lotincha nomlari Qashqadaryo viloyati florasida kadastr [5] va Xalqaro o‘simlik nomlari bazasi (International Plant Names Index) [6] bo‘yicha keltirildi.

Natijalar va muhokama. Shirachning biz o‘rgangan senopopulyatsiyasi Yakkabog‘ tumanida (38°49’44.8”N 66°53’01.3”E) dengiz sathidan 1360 m balandlikda joylashgan. Hududning iqlimi kontinental, o‘rtacha yillik yog‘in 350 mm dan 450 mm gachani tashkil qiladi. Yog‘inning asosiy qismi, butun O‘zbekistondagi singari, bahor va qish fasllariga to‘g‘ri keladi. Tuprog‘i tipik bo‘z tuproq [7].

Ushbu senopopulyatsiyada o‘sadigan o‘simliklar floristik tahlil qilinganda jami 66 turdagi o‘simlik uchrashi ma’lum bo‘ldi.

**Yakkabog' tumanidagi Eremurus turkumi
senopulyatsiyasining floristik tarkibi**

Lotincha	O'zbekcha	Hayotiy shakli
<i>Acantholimon erythraeum</i> Bunge	Qizg'ish kirpio't	chala buta
<i>Acer pubescens</i> Franch.	Tukli zarang	daraxt
<i>Acer turkestanicum</i> Pax	Turkiston zarangi, shavqat	daraxt
<i>Achillea filipendulina</i> Lam.	Tobulg'ibargli bo'yodaron, dastarbosh	ko'p yillik o't
<i>Adonis turkestanica</i> (Korsh.) Adolf.	Turkiston sug'uro'ti, gulizardak, sariqo't	ko'p yillik o't
<i>Allium caesium</i> Schrenk	Ko'kmoviy piyoz	ko'p yillik o't
<i>Allium komarowii</i> Lipsky	Komarov piyozi	ko'p yillik o't
<i>Althea officinalis</i> L.	Dorivor gulxayri	ko'p yillik o't
<i>Alyssum</i> sp.	Momoqaldiroq	bir yillik o't
<i>Artemisia albicaulis</i> Nevski	Oqnovdali shuvoq	chala buta
<i>Arum korolkowii</i> Regel	Korolkov kuchalasi	ko'p yillik o't
<i>Berberis integerrima</i> Bunge	Qizil zirk	buta
<i>Bromus sericeus</i> Drob.	Ipaksimon yaltirbosh	bir yillik o't
<i>Bromus tectorum</i> L.	Tom yaltirboshi, cho'chqayoli	bir yillik o't
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Oddiy jag'jag', achambiti	bir yillik o't
<i>Codonopsis clematidea</i> (Schrenk) C.B. Clarke	Qoraqurt, dog'voy	ko'p yillik o't
<i>Cotoneaster</i> sp.	Irg'ay	buta
<i>Cousinia coronata</i> Franch	Tojli karrak	ikki yillik o't
<i>Cousinia integrifolia</i> Franch	Yaxlitbarg karrak	ikki yillik o't
<i>Cousinia maracandica</i> Juz.	Samarqand karragi	ko'p yillik o't
<i>Crataegus pontica</i> C. Koch	Pontik do'lanasi, do'lana	daraxt
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L.	Uzunbarg jiyda, kaptar jiyda	daraxt
<i>Ephedra equisetina</i> Bunge	Qirqbo'g'imsimon zog'oz, qizilcha	buta
<i>Eremurus olgae</i> Regel	Olga shirachi	ko'p yillik o't
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Her.	Oddiy laylaktumshuq	bir yillik o't
<i>Galium</i> sp.	Qumrio't	-
<i>Gentiana olivieri</i> Griseb.	Olivye gazako'ti, erbaxosi	ko'p yillik o't
<i>Hordeum murinum</i> subsp. <i>leporinum</i> (Link) Arcang. (H. <i>leporinum</i> Link)	Quyong arpa	bir yillik o't
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Teshikbargli dalachoy, qizilpoycha, choycho'p, choyo't	ko'p yillik o't
<i>Inula orientalis</i> Lam.	Sharq andizi (yirikbargli andiz), sariq andiz	ko'p yillik o't
<i>Iris magnifica</i> (Vved.) Vved.	Antiqqa gulsafsar	ko'p yillik o't
<i>Juniperus polycarpos</i> var. <i>seravschanica</i> (Kom.) Kitam.	Zarafshon archasi, qizil archa, qora archa	daraxt
<i>Juniperus semiglobosa</i> Regel	Yarimsharsimon archa, saur archa	daraxt
<i>Lactuca soongorica</i> Regel	Jung'or sutcho'pi	ko'p yillik o't
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Xajmpoyali lamium	bir yillik o't
<i>Lappula</i> sp.	Moviygul	-
<i>Lepidium draba</i> subsp. <i>chalepense</i> L.	Sudraluvchi boltiriq	ko'p yillik o't
<i>Lonicera korolkowii</i> Stapf	Korolkov uchqati	buta
<i>Lonicera nummulariifolia</i> Jaub. & Spach	Tangabarg uchqat, shilvi	buta
<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Befarq tugmachagul	ko'p yillik o't
<i>Mentha longifolia</i> var. <i>asiatica</i> (Boriss) Rech. f.	Osiyo yalpizi, suvyalpiz	ko'p yillik o't
<i>Nonea caspica</i> (Willd.) G. Don.	Kaspiy noneyasi	bir yillik o't
<i>Onosma dichroanta</i> Boiss.	Ikkirangli mexrigiyoh	ko'p yillik o't
<i>Papaver pavoninum</i> Schrenk	Tovus ko'knori, lolaqizg'aldoq	bir yillik o't
<i>Phlomis spinidens</i> Nevski	Tikantish qo'ziquloq	ko'p yillik o't
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Nashtarsimon zubtutum, bargizub, ilontili	ko'p yillik o't

Lotincha	O'zbekcha	Hayotiy shakli
<i>Poa bulbosa</i> L.	Piyozboshli qo'ng'irbosh	ko'p yillik o't
<i>Prunus bucharica</i> (Korsh.) B.Fedtsch. ex Rehder	Buxoro bodomi, yovvoyi bodom	buta
<i>Prunus erythrocarpa</i> (Nevski) Gilli	Qizilmeva chiya, chiya	buta
<i>Prunus verrucosa</i> Franch.	Bodom chiya, gujum chiya	buta
<i>Ranunculus</i> sp.	Ayiqtovon	-
<i>Rheum fedtschenkoi</i> Maxim. ex Regel	Fedchenko rovochi	ko'p yillik o't
<i>Roemeria refracta</i> (Stev.) DC.	Egilgan qizg'aldoq	bir yillik o't
<i>Rosa canina</i> L.	Itburun namatak	buta
<i>Rumex</i> sp.	Otquloq	ko'p yillik o't
<i>Scandix stellata</i> Banks & Sol.	Yulduzsimon so'zanak	bir yillik o't
<i>Secale cereale</i> L.	Ekma bo'zcho'p	bir yillik o't
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	O'rtacha yulduzo't	bir yillik o't
<i>Taraxacum</i> sp.	Qoqio't	ko'p yillik o't
<i>Thlaspi arvense</i> L.	Dala tlaspisi	bir yillik o't
<i>Trifolium pratense</i> L.	O'tloq se bargasi	ko'p yillik o't
<i>Tulipa turkestanica</i> Regel	Turkiston lolasi	ko'p yillik o't
<i>Veronica anagalloides</i> Guss.	Soxtabuloqli itgunafsha	ko'p yillik o't
<i>Veronica campylopoda</i> Boiss.	Egilgan itgunafsha	bir yillik o't
<i>Viola turkestanica</i> Regel & Schmalh.	Turkiston gunafshasi	ko'p yillik o't
<i>Ziziphora tenuior</i> L.	Nafis kiyiko't, cho'lyalpiz	bir yillik o't

Senopopulyatsiyadagi o'simliklar jamoasi tarkibi tahlil qilinganda bu yerda 6 turdagi daraxtlar, 9 turdagi butalar, 2 turdagi chala butalar, 28 turdagi ko'p yillik o'tlar, 2 turdagi ikki yillik o'tlar va 16 turdagi bir yillik o'tlar o'sishi ma'lum bo'ldi. 3 turdagi o't o'simliklarning turini aniqlashning imkoni bo'lmaganligi sababli ularning hayotiy shaklini (bir, ikki yoki ko'p yillik) jadvalda keltirilmadi.

Xulosa va takliflar. Ushbu senopopulyatsiyada Qoqio'tdoshlar (Asteraceae) oilasidan eng ko'p o'simlik turi (8 ta) uchrashi ma'lum bo'ldi. Xilmaxillik bo'yicha keyingi o'rnlarni Ra'nodoshlar (Rosaceae) – 6 ta tur, Boshodoshlar (Poaceae) – 5 ta tur, Yalpizdoshlar (Lamiaceae) va Karamdoshlar (Brassicaceae) – 4 tadan tur, Govzabonguldoshlar (Boraginaceae) va Zubturumdoshlar (Plantaginaceae) oilalari – 3 tadan tur bilan egalladi.

Gulxayridoshlar (Malvaceae), Nargizdoshlar (Amaryllidaceae), Archadoshlar (Cupressaceae), Torondoshlar (Polygonaceae), Zarangdoshlar (Sapindaceae), Shilvidoshlar (Caprifoliaceae), Ayiqtovondoshlar (Ranunculaceae) va Ko'knordoshlardan (Papaveraceae) 2 tadan tur uchragan bo'lsa, Gazako'tdoshlar (Gentianaceae), Ziradoshlar (Apiaceae), Burchoqdoshlar (Fabaceae), Karmakdoshlar (Plumbaginaceae), Gunafshadoshlar (Violaceae), Zirkdoshlar (Berberidaceae), Gulsafsardoshlar (Iridaceae), Yoronguldoshlar (Geraniaceae), Ro'yandoshlar (Rubiaceae), Qizilchadoshlar (Ephedraceae), Chinniguldoshlar (Caryophyllaceae), Jiydadoshlar (Elaeagnaceae), Shirachdoshlar (Asphodelaceae), Qo'ng'irguldoshlar (Campanulaceae), Dalachoydoshlar (Hypericaceae), Loladoshlar (Liliaceae) va Kuchaladoshlar (Araceae) oilalarining faqat bittadan vakili o'sishi aniqlandi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, Olga shirachining Yakkabog'dagi senopopulyatsiyasida asosiy o'simliklar tarkibini ko'p yillik va bir yillik o'tlar tashkil qilib, eng ko'p turlar Qoqio'tdoshlar (Asteraceae) va Ra'nodoshlar (Rosaceae) oilasi vakillaridan iborat.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Федченко Б. А. Род 262. Эремурус, Ширяш – *Eremurus* M.B. // Флора СССР = Flora URSS : в 30 т. / гл. ред. В. Л. Комаров. – Л. : Изд-во АН СССР, 1935. – Т. 4 / ред. тома В. Л. Комаров. – С. 37-52.
2. Rahmanpour, A., Majd, A., Chalabiane, F. (2007). 'The effect of hormones and mechanical treatments on seed germination of *eremurus olgae* Regel', *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 23(1), pp. 111-120.
3. Heshmatol Vaezin, S., Ghanbari, S., Tavili, A. (2010). 'Income of *Eremurus* (*Eremurus olgae*) and Forage Production in the Khazangah Rangelands of Makoo', *Journal of Range and Watershed Managment*, 63(2), pp. 183-14.
4. Коллектив. Определитель растений Средней Азии (критический конспект флоры). – Ташкент: Ташкент: Изд-во «Фан» АН РУз, 1968-1993. – Т. 1-10.
5. Тожибаев Ш. и др. Кадастр флоры Узбекистана: Кашкадарьинская область. – Ташкент: Изд-во «Фан» АН РУз, 2019. – 256 с.
6. Халқаро ўсимлик номлари базаси (International Plant Names Index). Available at www.ipni.org. Accessed 2024.06.05
7. Ўзбекистон энциклопедияси. – Тошкент, 2005. – Т. 10.

QarDU XABARLARI

Ilmiy-nazariy, uslubiy jurnal

Qarshi davlat universiteti kichik bosmaxonasida chop etildi.

Manzil: 180003, Qarshi shahri, Ko'chabog' ko'chasi, 17.

Indeks: 4071

Terishga 24.06.2024-yilda berildi.

Bosishga 26.06.2024-yilda ruxsat etildi.

27.06.2024-yilda bosildi.

Ofset qog'ozi. Qog'oz bichimi 60x84, 1/8.

Times New Roman garniturasida. Nashriyot hisob tabog'i 24,62.

Buyurtma raqami: № 34.

Adadi 50 nusxa. Erkin narxda.