ISNN 3030-3907

2025/10
VOLUME 3

# DEVELOPMENT OF SCIENCE

## ILMIY JURNAL



# Development of science

## Ilmiy jurnal

***ISSUE/10 VOLUME 3***

***ISSN 3030 -3907***

***Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan***.

**Development of science** ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar.Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

**BOSH MUHARRIR:**
***Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.***
**TAHRIRIYAT KENGASH RAISI*:***
***Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor***
***TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI***

**TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Bozorov G‘ayrat Rashidovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, professor*
***Abdurahmonov Olim Rustamovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, professor*
***Adizov Bobur Zamirovich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor*
***Hayitov Ruslan Rustamjonovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, professor*
***Jumayev Qayum Karimovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, professor.*
***Berdiyev Dorob Murodovich***
*Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor*
***Maxmudov Rafiq Amonovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, professor.*
***Tilloyev Lochin Ismatilloyevich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Raxmonov Qahramon Sanakulovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Qayumov Abdurasul Shonazarovich***
*Toshkent davlat texnika universiteti dotsenti*
***Barakayev Nusratullo Rajabovich***
*Renessans ta'lim universiteti, professor.*
***Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, professor.*
***Panoyev Erali Rajabboyevich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Ataullayev Sherzod Nabiullyevich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Murodov Malik Negmurodovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Axmedova Ozoda Bahronovna***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Safarov Bahri Jumayevich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Xaydarov Axtam Amonovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Safarov Jasur Alijon o‘g‘li***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Asadova Ra'no Dilmuratovna***
*Toshkent davlat texnika universiteti dotsenti*

**KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Axmedov Voxid Nizomovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, professor*
***Umarov Baqo Bafoyevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Kodirov Abduaxad Abduraximovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Qurbonov Mingniqul Jumagulovich***
*Qarshi davlat Universiteti, dotsent*
***Turemuratov Sharibay Naurizbaevich***
*O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor*
***Tursunov Kaxor Shonazarovich***
*Qarshi davlat Universiteti, professor*
***Do‘stov Hamro***
*Buxoro davlat texnika universiteti, professor*
***Panoyev Nodir Shavkatovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Kasimov Sherzod Abduazimovich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor.*
***Aliqulov Rustam Valiyevich***
*Termiz Davlat Universiteti, professor*
***Tropov Xamza Tursunovich***
*Samarqand Davlat Universiteti, professor*

**IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Nizamov Aslitdin Badreddinovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, professor.*
***Boboyev Akmal Choriyevich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, professor.*
***Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Saidaxmedova Nodira Ilxomovna***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor*
***Muxsinov Bekzod Toxirovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Shakarov Qulmat Ashirovich***
*Renessans ta'lim universiteti,dotsent.*
***Jumaeva Zulfiya Qayumovna***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Norova Salomat Yusupovna***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Jalilov Jamshid G‘anijonovich***
*Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent*
***Xasanova Gulruh Djumanazarovna***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*

**PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

***Siddiqova Sadoqat G‘afforovna***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Zoyirov Erkin Xalilovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, DSc, professor*
***Gaffarov Feruz Hasanovich***
Puchon Universiteti, *professor*
***Ruziyev Davron Yuldashevich***
*Buxoro Davlat Universiteti, professor*
***Muradova Firuza Rashidovna***
*Buxoro davlat texnika universiteti, professor.*
***Yunusova Gulandon Samiyevna***
*Buxoro davlat texnika universiteti, professor.*
***To‘xtayeva Zebo Sharifovna***
*Buxoro davlat texnika universiteti, professor.*
***Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Uzoqova Laylo Polvonovna***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*
***To‘raqulova Marjona Qiyom qizi***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Muradova Zarina Rashidovna***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Murodov Sanjar Aslonovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.*
***Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich***
*Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent*
***Gaffarov Laziz Hasanovich***
*Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.*

***Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.***
***Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.***


ISSN 3030-3907

# MUNDARIJA


| | | |
|---|---|---|
| 1 | Beton kanallarda suv sathi eni bo‘yicha tezlik taqsimotining eksperimental tadqiqoti<br>*Maqsud Otaxonov*<br>*Dinislam Atakulov*<br>*Davronjon Allayorov*<br>*Durdona Abdurahimova*<br>*Ilhomjon Zokirov* | 9 |
| 2 | Yangi tarkibli ionitning nikell (ii) ionlari sorbsiya izotermalari<br>*Jumaeva Mukarram Ro‘zimurodovna*<br>*Akramov Abror Yangiyevich*<br>*Ostonov Firuz Istamovich*<br>*Axmedov Voxid Nizomovich* | 19 |
| 3 | Modifikatsiyalangan bentonit va laponit asosidagi qatlamli materiallarning adsorbsion xossalarini o‘rganish<br>*Kalbaev Alisher*<br>*Abdikamalova Aziza*<br>*Mamataliyev Nozim*<br>*Nurjonova Gulnoza* | 25 |
| 4 | Thermal analysis study of phthalocyanine pigment containing nickel, nitrogen, potassium, and phosphorus<br>*Odiljon Kayumjonov*<br>*Muzafar Yusupov*<br>*Doniyor Sherkuziyev* | 35 |
| 5 | Meva va sabzavotlarni sublimasiya usulida quritish jarayonining nazorat va optimallashtirish metodlari<br>*Barakayev Nusratilla Rajabovich*<br>*Shukurov Yunus Umarovich* | 42 |
| 6 | “Yangi o‘zbekiston me’morchiligi: an’anaviylik va zamonaviylik uyg‘unligi”<br>*Saidxonova Umida Ziyodullayevna* | 49 |
| 7 | O‘zi yuk tushiruvchi qurilmali katta hajmli tirkamaga maqbul transportyorni asoslash<br>*Astanov Bekzod Jangiboevich*<br>*Xudayorov Muxiddin To‘lqin o‘g‘li* | 54 |
| 8 | Mahalliy jun tolasini titish – tozalash uskunasida titilganlik ko‘rsatkichini tadqiq qilish va tozalash samaradorligini aniqlash uslublari<br>*Mustafokul Urozov Kulturayevich*<br>*Davron Jurayev Amir o‘g‘li*<br>*Abdirashidov Xumoyiddin Abdumuxammad o‘g‘li* | 60 |
| 9 | "Materiallar qarshiligi" fanini o‘qitishda pedagogik va axborot texnologiyalaridan foydalanish<br>*Xudaynazarov Dilshod Xushvaqtovich*<br>*Axmedjanov Yusuf Abbasovich* | 67 |
| 10 | The importance of studying graphene-based nanomaterials.<br>*Xudoyqulov Jamoliddin Inomovich.*<br>*Fozilova Marjona Odilovna.*<br>*Xolmurodova Dilafruz Quvvatovna*<br>*Semyonov Konstantin Nikolaevich.* | 73 |
| 11 | Sarafloksatsin gidroxloridning tinch okeani qisqichbaqalariga mushak orqali yuborilganida bakterial infeksiyalarga qarshi toksik ta'sirini oshirishda farmakinetik ahamiyati<br>*Almardanova Mohichehra Faxriddinovna*<br>*Yuldoshova Dildora Sapar qizi* | 78 |
| 12 | Maktabda kimyo fanini o‘qitish jarayonida o‘quvchilarda ekologik madaniyatni rivojlantirish<br>*Tureniyazova Dametken Ayniyazovna*<br>*Ataniyazova Amina Seitniyazovna* | 89 |
| 13 | 2,4-dioksopentan kislota etil efirining aroilgidrazonlarining cu(ii) ioni bilan kompleks birikmalari<br>*Tursunov Murod Amonovich* | 95 |




ISSN 3030-3907

| | | |
|---|---|---|
| | *Umarov Baqo Bafayevich*<br>*Tulisova Nasiba Zayniddinovna* | |
| 14 | Yuqori uglerodli po‘lat qotishmalarning tribologik xususiyatlarini oshirishning texnologik uslubiyatlari<br>*Bektemirov Abdujalol Do‘smuxammad o‘g‘li* | 103 |
| 15 | Leyshmanioz patogenezi va parazitning biokimyoviy moslashuv mexanizmlari<br>*Quvondiqov Iftixor Nabijon o'g‘li*<br>*Mamadiyorova Hushnoza Shakirovna*<br>*Ochilbekova Sarvinoz Komiljonovna* | 110 |
| 16 | Raqamli transformatsiya sharoitida neftni qayta ishlash jarayonlarini boshqarishda sun’iy intellektning o‘rni<br>*Sharipov Qahramon Qandiyorovich*<br>*Shabonov Ma'ruf Bahriddin o‘g‘li*<br>*Mavlonov Shohrux Boboxon o`g`li* | 117 |
| 17 | Baliq fiziologiyasining biokimyoviy jihatlari: metabolik jarayonlarning kimyoviy asoslari.<br>*Abduhamidov Qudrat Obidjonovich*<br>*Ibragimova Firuza Farxodovna*<br>*Raubjonov Xusanboy Mamatolibovich* | 124 |
| 18 | Akrilamidning akril kislotasi bilan sopolimerlari eritmalarining qovushqoqlik xususiyatlariga monomerlar nisbati va sintez haroratining ta’sirini o‘rganish<br>*Dauletbaeva Raushan Kuanishbayevna*<br>*Abdikamalova Aziza Baxtiyarovna* | 132 |
| 19 | Вермикулит ва унинг ўсимлик мойларини адсорбцион тозалашдаги хоссаларига таъсири<br>*Шеркўзиева Шахло Иброхимали қизи*<br>*Назирова Рахнамохон Мухторовна* | 142 |
| 20 | Ftorxinolon antibiotiklarining suv fotokimyosi: suvning asosiy tarkibiy qismlari kinetikasi va ko‘p o‘zgaruvchan ta’sirlari<br>*Almardanova Mohichehra Faxriddinovna*<br>*Ashuruva Muborak Sherali qizi*<br>*Abdiyev Bahodir Ne’matovich* | 148 |
| 21 | Tabiiy quyosh nuri ostida tozalanmagan daryo suvida ftorxinolonlarning fotolitik va fotokatalitik degradatsiyasi<br>*Almardanova Mohichehra Faxriddinovna*<br>*Choriyeva Nargiza Boboxon qizi*<br>*Abdiyev Bahodir Ne’matovich* | 154 |
| 22 | Iso/iec 17025 talablari asosida kalibrlash laboratoriyalarida resurslarni boshqarish tizimining shakllanishi<br>*Patidinov Nurillo Turg‘unbaevich* | 161 |
| 23 | Dual ta’lim muhitida bo‘lajak muhandislarning dizaynerlik qobiliyatini rivojlantirishdagi innovatsion metodlar<br>*Tosheva Gulnora Djurayevna* | 175 |
| 24 | Qo‘lyozmali hujjat tasvirida matn joylashgan sohalarni aniqlash usul va algoritmlari<br>*Mardiyev Azamat Shakar o‘g‘li*<br>*Allayorov Jasur A’zamjon o‘g‘li*<br>*Alisherova Sarvinoz Alisher qizi* | 180 |
| 25 | Models for predicting building energy performance: review<br>*Makhbuba Shermatova* | 193 |
| 26 | 4,4-diftor-1-fenil-1,3-butandion benzoilgidrazoni sintezi, tuzilishi va xossalari<br>*Amonov Muxammad Murod o‘g‘li*<br>*Tursunov Murod Amonovich*<br>*Boboqulova Ozoda Vohidjon qizi* | 208 |
| 27 | O‘zbekistonda yashil energetikani rivojlantirishga oid metodik uslublarni takomillashtirish<br>*Jumayev Axrom Asror o‘g‘li*<br>*Tursunov Dilshod Allamovich* | 215 |




ISSN 3030-3907

| | | |
|---|---|---|
| 28 | Kobalt(ii)sulfatning 3-metiltio-5-amino-1*h*-1,2,4-triazol bilan hosil qilgan kompleks birikmasi sintezi va tadqiqoti<br>*Xayrullayev G'iyosiddin Ulug'bek o'g'li* | 228 |
| 29 | Felting texnikasi: zamonaviy kiyim-kechak ishlab chiqarishda qo`llanishi va ahamiyati<br>*Nutfullayeva Lobar Nurullayevna*<br>*Sharopova Lola Ro'zimurodovna* | 235 |
| 30 | Момиқни аэромеханик тозалагичи конструкциясини тайёрлаш, тажрибаларни ўтказиш методик услублари ва дастлабки натижалар<br>*Назиров Рахматжон Расулович*<br>*Рахманкулов Жасур Эшмуминович*<br>*Гулбойев Отабек Абдимурод ўғли*<br>*Рахманкулов Рашид Эшмуминович* | 241 |
| 31 | Технология хлопкоочистительные заводы<br>*Muxamedova Z.R.* | 248 |
| 32 | Теоретические и научные основы исследования современных материалов для рациональной обуви<br>*Узакова Л.П.*<br>*Авезов М.Ф.* | 253 |
| 33 | Чорвачилик комплекслари ишчиларнинг саломатлик ҳолати, касалланишлар структураси, ёш ҳамда иш стажининг таъсири.<br>*Х.О.Қосимов* | 258 |
| 34 | 2-gidroksi-1-naftaldegid hosilalari sintezi, tuzilishi va xossalari<br>*Otamurodova Sh.T.*<br>*Tursunov M.A.* | 266 |
| 35 | Кремнезем "навбаҳор" бентонити гибрид композитларининг олиниши ва сорбцион хоссалари<br>*Қораев Сарварбек Эгамназар ўғли*<br>*Муяссарова Райҳона Икром қизи*<br>Каттаев Нуритдин Тўраевич<br>*Акбаров Ҳамдам Икрамович* | 271 |
| 36 | 1-benzil-4-butil-1,2,3-triazollarning olinishi va ularning sabzavotlarda fungisid sifatida qo'llanilishi<br>*Roxatoy Egamberdiyeva Mamajonovna*<br>*Farhod Fayzzullayevich Hoshimov* | 277 |
| 37 | Yupqa pardali yarimo'tkazgichlarning elektrik xossalarini o'rganish usullari<br>I.I. Anarboyev | 283 |
| 38 | Kompressor qurilmasining elektrmexanik tizimlaridagi isrof bo'layotgan energiyadan samarali foydalanishni tadqiq qilish<br>*O.X. Ishnazarov*<br>*U.H. Hoshimov*<br>*R.R. Soliev* | 289 |
| 39 | Nanotehnologiya va kimyo<br>*Nargiza Jabborovna Ahmadaliyeva*<br>*Xodjimurodov Davron Ikramaliyevich*<br>*Ibragimova Firuza Farxodovna*<br>*Normurodov Xushid Tursunmurodovich* | 297 |
| 40 | Geotermal energiya resurslaridan oqilona foydalanish<br>*Mamatov Begzodbek Erkin o'g'li* | 304 |
| 41 | Termoelektrik generator materiallarining ishlash muddatini oshirish bo'yicha sinov natijalari taxlili<br>*Xojimatov Islombek Turg'unboy o'g'li* | 309 |
| 42 | Ultratovushli tomografiya masalasida yuqori chastotali shovqinni kamaytirish usuli va dasturiy ta'minotini ishlab chiqish<br>*Yuldoshev Doston Shavkat o'g'li* | 317 |
| 43 | Mexanik faollashtirishning glinozyom ajratib olishga ta'siri<br>*Ro'ziyev Ulug'bek Mamarasulovich*<br>*Boymurodov Najmiddin Abduqodirovich* | 326 |




ISSN 3030-3907

| | | |
|---|---|---|
| 44 | Oqimli shifrlash algoritmlarining tahlili<br>*Qozoqova To'xtajon Qaxramon qizi* | 333 |
| 45 | Yarimo'tkazgichli tuzulmalar mikrotuzulmasini o'rganish usuli<br>*I.I. Anarboyev* | 343 |
| 46 | 2-seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 ni co(ii), ni(ii) va cu(ii) tuzlari bilan kompleks birikmalari sintezi va tadqiqoti<br>*Norqobilov Mirtemir Elboy o'g'li*<br>*Yakubov Erkin Shomuratovich* | 350 |
| 47 | Application of intelligent measurement and control systems in the automation and control of basalt production processes<br>*Khalilov Azim Jurakulovich*<br>*Radjabova Khursanoy Askarovna* | 359 |
| 48 | Types of cloud technologies and their applications<br>*Bobomirzayev Asadbek Alisher o'g'li*<br>*Suyunova Shohsanam Oqtam qizi* | 367 |
| 49 | Hududlarda kambag'allikning oldini olishda qishloq xo'jaligi imkoniyatlaridan samarali foydalanish yo'nalishlar<br>*A.Ch.Boboev.*<br>*S.Islomova.* | 378 |
| 50 | Дунё минтақаларининг ва қорақалпоғистон республикасининг 2030-йилгача қайта тикланувчи энергия манбаларига бўлган йўл харитаси<br>*А.Е. Бекишев*<br>*З. Сайимбетов* | 385 |
| 51 | Условия и способы подготовки хлопка и его компонентов к хранению<br>*Х.К. Рахмонов.*<br>*М.Ф. Хамидова* | 396 |
| 52 | Ayollar ustki trikotaj kiyimlariga bo'lgan ehtiyojni o'rganish uchun marketing tadqiqotlari tahlili<br>Ergasheva Rashida Abdug'aniyevna | 402 |
| 53 | Investigation of methods of preparation of cotton and its components for storage<br>*Khamidova Manzura Farmanovna*<br>*Rakhmanov Khayridin Kodirovich* | 408 |
| 54 | Методы усовершенствования стенда для поверки датчиков объёма топливных баков транспортных средств<br>*Миралиева Азиза Каюмовна* | 414 |
| 55 | Энергоэффективность и перспективы внедрения солнечных коллекторов в жилом секторе города чуст наманганской области<br>*Исаков Ботиржон Умарович*<br>*Рустамбоева Мадинабону Аваз кизи* | 421 |




ISSN 3030-3907

ISSN 3030-3907

# BETON KANALLARDA SUV SATHI ENI BO‘YICHA TEZLIK TAQSIMOTINING EKSPERIMENTAL TADQIQOTI

**Maqsud Otaxonov**
*Smart Solution System MCHJ*
**Dinislam Atakulov**
*Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti*
**Davronjon Allayorov**
*Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti*
*Toshkent davlat transport universiteti*
**Durdona Abdurahimova**
*Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti*
**Ilhomjon Zokirov**
*Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti*
*E-mail: ilhomjonzokirov1@gmail.com*

**Annotatsiya:** Mazkur tadqiqot to‘g‘ri to‘rtburchakli beton qoplamali irrigatsiya kanallarida suv sathi eni bo‘yicha tezlik taqsimotining eksperimental o‘rganilishiga bag‘ishlangan. “Smart Solution System” MCHJ laboratoriyasida maxsus qurilgan K–2 kanalida suv sathidan 0,1 m chuqurlikda 9 ta vertikal nuqtada tezlik o‘lchovlari gidrometrik vertushka (CM–32) yordamida amalga oshirildi. O‘lchov natijalari va gidravlik hisob ishlariga ko‘ra, Reynolds soni $Re = 5.32 \times 10^5$ qiymatni tashkil etib, oqimning to‘liq turbulent rejimda kechayotganini ko‘rsatdi. Kanal markazidagi tezlik qiymatlari 0.47 m/s atrofida bo‘lib, qirg‘oqqa yaqinlashgan sari 0.35 m/s gacha kamaygan; bu esa 15–20 % farqni tashkil etdi. Natijalar oqimning lateral taqsimoti logarifmik qonun asosida shakllanishini, biroq qirg‘oqdagi tezlik nolga teng emasligini ko‘rsatdi. Shuningdek, amaliy ma’lumotlar asosida qirg‘oqdagi tezlikni inobatga oluvchi parabolik empirik formula ishlab chiqildi. Taklif etilgan yondashuv beton kanallarda suv sarfini aniqlash aniqligini oshirib, gidravlik samaradorlikni baholash va suv resurslarini raqamli boshqaruv tizimlariga integratsiya qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

**Kalit so‘zlar:** Reynolds soni, beton kanal, suv sathi eni bo‘yicha tezlik taqsimoti, gidravlik parametrlar, gidrometrik vertushka, eksperimental o‘lchovlar, oqim harakat rejimi, logarifmik qonun.

**Аннотация:** Настоящее исследование посвящено экспериментальному изучению распределения скорости потока по ширине водной поверхности в прямоугольных бетонных оросительных каналах. Эксперименты



ISSN 3030-3907

проводились в лаборатории ООО «Smart Solution System» на специально построенном канале К–2. Измерения скорости выполнялись гидрометрической вертушкой (СМ–32) на глубине 0,1 м от водной поверхности в девяти вертикальных точках. По результатам измерений и гидравлических расчетов число Рейнольдса составило $Re = 5.32 \times 10^5$, что свидетельствует о полностью турбулентном режиме течения. В центральной части канала скорость составляла около 0.47 м/с, а у берегов снижалась до 0.35 м/с, что соответствует разнице в 15–20 %. Полученные результаты показали, что поперечное распределение скорости подчиняется логарифмическому закону, однако скорость у берегов не равна нулю. На основе экспериментальных данных была предложена параболическая эмпирическая формула, учитывающая ненулевую скорость у стенок канала. Разработанный подход позволяет повысить точность определения расхода воды, оценить гидравлическую эффективность и интегрировать полученные данные в цифровые системы управления водными ресурсами.

**Ключевые слова:** Число Рейнольдса, бетонный канал, распределение скорости по ширине водной поверхности, гидравлические параметры, гидрометрическая вертушка, экспериментальные измерения, режим течения, логарифмический закон.

**Abstract:** This study focuses on the experimental investigation of velocity distribution along the water surface width in rectangular concrete-lined irrigation canals. The experiments were carried out in the laboratory of “Smart Solution System” LLC using a specially constructed K–2 channel. Flow velocity was measured with a hydrometric current meter (CM–32) at nine vertical points located 0.1 m below the water surface. According to the measurement results and hydraulic calculations, the Reynolds number was found to be $Re = 5.32 \times 10^5$, indicating a fully turbulent flow regime. The velocity at the center of the channel averaged 0.47 m/s, decreasing towards the banks to 0.35 m/s, resulting in a 15–20% difference. The results revealed that the lateral velocity distribution follows the logarithmic law, although the near-bank velocity is not equal to zero. Based on the experimental data, a parabolic empirical formula was proposed to account for the non-zero velocity near the channel boundaries. The developed approach enhances the accuracy of discharge estimation, improves the assessment of hydraulic efficiency, and supports the integration of flow monitoring into digital water management systems.

**Keywords:** Reynolds number, concrete canal, velocity distribution along the water surface width, hydraulic parameters, hydrometric current meter, experimental measurements, flow regime, logarithmic law.

**Kirish**.



ISSN 3030-3907

O‘zbekiston suv resurslarining atigi 20 foizi mamlakat hududida shakllanadi, qolgan asosiy qismi esa qo‘shni davlatlardan kirib keladi. Shu sababli, suv ta’minoti tizimi transchegaraviy daryolarga bevosita bog‘liq bo‘lib, bu holat iqlim o‘zgarishi sharoitida yanada dolzarb muammoga aylanmoqda. So‘nggi yillarda daryo oqimlari hajmi kamayib, 2030-yilga borib suv tanqisligi 15 milliard m³ ga yetishi prognoz qilinmoqda [1]. Shu bilan birga, betonlanmagan irrigatsiya tarmoqlarida har yili o‘rtacha 14 milliard m³ (36%) suv isrof bo‘lmoqda, eng katta yo‘qotishlar Qoraqalpog‘iston, Namangan, Xorazm, Navoiy va Buxoro viloyatlarida kuzatilmoqda. Ayniqsa, kanallarning quyi qismida joylashgan 175 ming gektar ekin maydonlarida suv ta’minoti juda og‘ir ahvolda [2]. Mazkur holatni bartaraf etish maqsadida, Prezidentimiz tashabbusi bilan 2024-yil “Suv xo‘jaligida kanallarni betonlash bo‘yicha zarbdor yil” deb e’lon qilinib, 215 ta obyektda rekonstruksiya ishlari olib borilmoqda. Shu orqali 816,6 km kanal, 81 km lotok, 59 ta gidrotexnika inshooti va 6,8 million m³ hajmdagi suv omborlarini barpo etish rejalashtirilgan [3]. Kanallarni betonlashtirish suv yo‘qotishlarini kamaytirish bilan birga, suv resurslarini raqamlashtirish va suv sarfini nazorat qilish tizimlarini joriy etish imkonini beradi. Bunda oqim tezligining eni bo‘yicha (lateral) va chuqurlik bo‘yicha (vertikal) taqsimotini aniqlash suv sarfi va gidravlik samaradorlikni baholashda asosiy rol o‘ynaydi [4,5]. So‘nggi yillarda xalqaro miqyosda oqim tezligi taqsimotini o‘rganish bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar amalga oshirilgan. Khuntia va hammualliflar (2018) ochiq kanallarda chuqurlik bo‘yicha o‘rtacha tezlikni aniqlashda ko‘p o‘zgaruvchili regressiya modellari asosida yangi yondashuvni taklif etib, $R^2 = 0.97–0.99$ aniqlikda lateral va vertikal tezliklarni aniqlashga muvaffaq bo‘lishdi [6]. Ushbu tadqiqotda trapetsiya va to‘g‘ri to‘rtburchak shaklidagi kanallarda SonTek ADV asbobi yordamida o‘lchovlar olib borilgan va tezlikning lateral taqsimoti quvvat qonuniga, chuqurlik bo‘yicha taqsimoti esa logarifmik qonunga bo‘ysunishi isbotlangan. Shuningdek, Muhammad Mujahid Muhammad va boshqalar (2016) tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotda tabiiy o‘t bilan qoplangan kanalda tezlik taqsimoti vegetatsiya zichligi va suv chuqurligiga bevosita bog‘liq ekani aniqlangan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, oqim tezligi 0.15 m chuqurlikda eng yuqori qiymatga ega bo‘lib, chuqurlik ortgan sari tezlik kamaygani kuzatilgan. Bu esa kanal sirtidagi g‘ovaklik, o‘simlik zichligi va gidravlik qo‘pol sirtning oqimga ta’sirini yaqqol ifodalaydi [7].

Ushbu xalqaro tajribalar shuni ko‘rsatadiki, oqim tezlik taqsimoti — kanal qoplamasining materialiga, oqim rejimiga va gidravlik parametrlariga bevosita bog‘liq. Shu boisdan, O‘zbekiston sharoitida — iqlim o‘zgarishi kuchayib borayotgan, suv yo‘qotishlari yuqori bo‘lgan hududlarda — beton qoplamali irrigatsiya kanallarida tezlik taqsimotini eksperimental o‘lchovlar orqali o‘rganish dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.


ISSN 3030-3907

Mazkur tadqiqot beton qoplamali irrigatsiya kanallarida suv sathi eni bo‘yicha tezlik taqsimotini aniqlash, gidravlik parametrlarni baholash va oqimning harakat rejimini tahlil qilish orqali suv resurslaridan samarali foydalanish hamda ularni raqamli boshqaruv tizimlariga integratsiya qilish imkoniyatlarini aniqlashga qaratilgan.

**Tadqiqot obyekti.** Olib borilgan tadqiqot ishlari “Smart Solution System” MCHJning “Gidravlika va gidrometriya” laboratoriyasida o‘tkazildi. Tajriba ob’ekti sifatida laboratoriya sharoitida maxsus qurilgan K-2 beton kanali tanlandi (1-rasm). Ushbu kanal gidravlik tajribalar o‘tkazish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, oqim parametrlarini doimiy nazorat qilish imkonini beradi. K-2 kanalining asosiy geometrik o‘lchamlari quyidagicha: qurilish chuqurligi – $h_q$ = 1.02 m, eni – b = 2.50 m, suv sathi balandligi – h = 0.43 m. Kanalning tubi va devorlari beton qoplama bilan mustahkamlangan bo‘lib, silliq yuzalarning saqlanishi tajriba davomida gidravlik sharoitlarning barqarorligini ta’minladi.



**1-rasm. “Smart Solution System” MCHJ laboratoriyasidagi K-2 kanalining sxematik ko‘rinishi**

**O‘lchov metodikasi.** Tadqiqotning asosiy maqsadi eksperimental o‘lchovlar asosida suv sathi eni bo‘ylab tezlik taqsimotini baholashdan iborat. Tadqiqotlar davomida oqim parametrlarini aniqlashda “Aquadata” kompaniyasining universal current meter (CM-32) gidrometrik vertushkasi va z-07 elektron hisoblagichidan foydalanildi (2-rasm). Ushbu qurilma ochiq kanallar, daryolar, soylar, irmoqlar, bosimli quvurlar, ko‘llar va hatto dengiz muhitlarida suv oqimining tezligini aniqlash uchun mo‘ljallangan. CM-32 vertushkasi ko‘p yillik amaliy tajribalar


ISSN 3030-3907

asosida sinovdan o‘tgan bo‘lib, turli gidravlik sharoitlarda ishonchli natijalar beradi.

Qurilmaning asosiy korpusi yuqori sifatli zanglamaydigan xrom po‘latdan tayyorlangan. Uning ichki qismi moy bilan to‘ldirilgan bo‘lib, propeller ikki sharikli podshipnikda aylanadi. Moyli muhit va kapillyar muhr suv kirishining oldini oladi hamda qurilmaning uzoq muddatli ishlashini ta’minlaydi. Vertushka qanoti har bir aylanishda Reed kontakt orqali impuls hosil qiladi, bu impulslar 3 metrli zanglamaydigan po‘lat kabel orqali Z-07 elektron hisoblagichga uzatiladi [8].

Z-07 hisoblagich har bir impulsni qabul qilib, oldindan kiritilgan kalibrlash natijalari asosida oqim tezligini avtomatik tarzda hisoblaydi. Qurilma 20 tagacha kalibrlash tenglamasini xotirada saqlay oladi va natijani sm/s ko‘rinishida ham aks ettiradi. Oqim tezligini aniqlash uchun quyidagi kalibrlash tenglamasidan foydalanildi:

$$u = k \cdot n + \Delta \qquad (1)$$

bu yerda:

$u$— oqim tezligi (m/s),

$n$— propellerning aylanishlar soni ($s^{-1}$),

$k$— propellerning gidravlik pitch koeffitsienti (m),

$\Delta$— qurilmaning tuzatish koeffitsienti (m/s).

Qurilmaning ish diapazoni 0.025 m/s dan 12.0 m/s gacha bo‘lib, kichik tezlikli va o‘rta tezlikli oqimlarni aniq o‘lchash imkonini beradi.






**a) Universal current meter (CM-32)** **b) Z-07 elektron hisoblagich**

**2-rasm.Oqim tezligini o‘lchash qurilmalari majmuasi**

Tajriba davomida o‘lchovlar suv sathi yuzasidan 10 sm pastda, kanal eni bo‘yicha 9 ta vertikal nuqtada bajarildi. Har bir vertikal bo‘yicha o‘lchangan tezliklarning o‘rtacha qiymatlari hisoblab chiqildi. Ushbu ma’lumotlar asosida suv sathi bo‘yicha gorizontal tezlik taqsimoti grafigi tuzildi.



ISSN 3030-3907

Oqimning turini aniqlash maqsadida Reynolds soni (Re) hisoblab chiqildi[9-11]. Reynolds soni oqimdagi inertsiya kuchlarining yopishqoqlik kuchlariga nisbati bo‘lib, u quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$R_e = \frac{4\vartheta R}{\nu} \qquad (2)$$

bu yerda:

$\vartheta$— oqimning o‘rtacha tezligi (m/s),

$R -$ gidravlik radius (m),

$\nu$— suvning kinematik yopishqoqlik koeffitsienti (m²/s).

Reynolds soni oqimning gidravlik rejimini belgilovchi asosiy mezonlardan biridir[12-16]. Kanallarda oqim harakati odatda uchta rejimda namoyon bo‘ladi:

- agar $Re < 500$ bo‘lsa — laminar oqim,
- agar $Re > 500$ bo‘lsa — turbulent oqim.

Ochiq kanallarda turbulent oqimlarning gorizontal yo‘nalishdagi tezlik taqsimoti ham logarifmik qonuniyat asosida aniqlanishi mumkin [16-21]. Bu holda oqim tezligining suv sathi eni bo‘yicha o‘zgarishi quyidagi matematik ifoda bilan tavsiflanadi:

$$u(b_i) = \frac{u_*}{k} \ln\left(\frac{b_i}{z_0}\right) \qquad (3)$$

bu yerda:

$u(b_i)$ −kanal suv sathi eni $b_i$ nuqtasida o‘lchangan tezlik (m/s);

$u_* -$ kesuvchi tezlik, (m/s);

$k \approx 0.41 -$ von Karman doimiysi;

$z_0 -$ qo‘pol sirt balandligi (m).

**Natijalar.** (2)-formulaga muvofiq bajarilgan hisoblashlar natijasida kanal bo‘yicha oqimning Reynolds soni $Re = 5.32 \times 10^5$ qiymatni oldi. Ushbu qiymat kritik chegaraviy qiymatdan ($Re \approx 4000$) bir necha barobar katta bo‘lib, oqimning to‘liq turbulent rejimda kechayotganini ko‘rsatadi.

Shuningdek, olib borilgan tadqiqot obyekti — K–2 kanalida suv sathi eni bo‘yicha tezlik taqsimoti aniqlandi. O‘lchov natijalarining aniqligini oshirish maqsadida kanalning suv sathidan 10 sm pastda, suv sathi eni bo‘yicha bir necha marotaba tezlik o‘lchovlari gidrometrik vertushka (CM–32) yordamida amalga oshirildi (1-jadval).



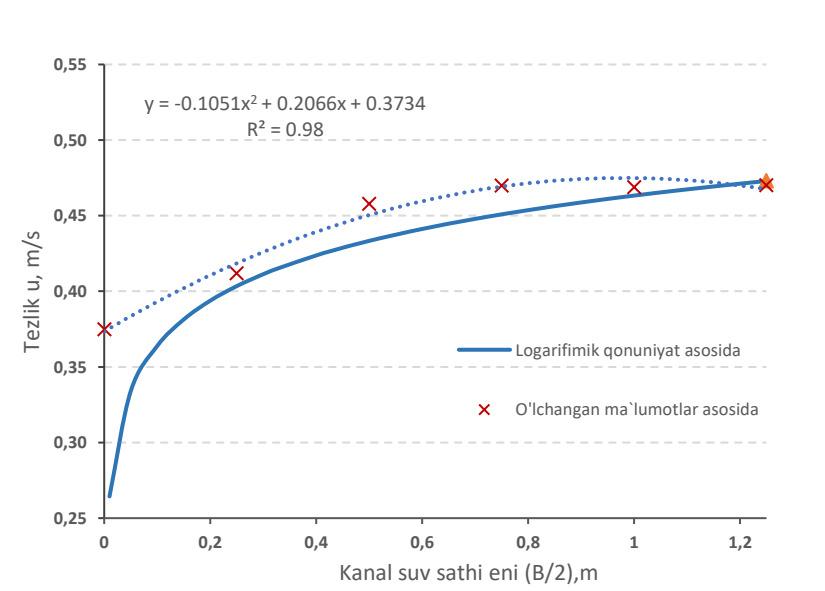
ISSN 3030-3907

**1-jadval**

**K-2 kanalida suv sathidan 10 sm chuqurlikda vertikal bo‘yicha o‘lchangan oqim tezliklari**

| Vertikallar | 1-o‘lchovdagi tezlik, m/s | 2-o‘lchovdagi tezlik, m/s | 3-o‘lchovdagi tezlik, m/s | O‘rtacha tezlik, m/s |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.41 | 0.40 | 0.42 | 0.41 |
| 2 | 0.46 | 0.47 | 0.44 | 0.46 |
| 3 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.47 |
| 4 | 0.47 | 0.47 | 0.47 | 0.47 |
| 5 | 0.47 | 0.46 | 0.47 | 0.47 |
| 6 | 0.45 | 0.44 | 0.45 | 0.45 |
| 7 | 0.43 | 0.44 | 0.43 | 0.43 |
| 8 | 0.38 | 0.37 | 0.37 | 0.37 |
| 9 | 0.35 | 0.34 | 0.36 | 0.35 |

**Tahlil.** O‘lchangan va nazariy hisoblangan qiymatlar natijalari asosida suv sathidagi tezlik taqsimotini ko‘rsatuvchi grafik qurildi(1-grafik). Mazkur grafikdagi qiymatlar kanalning chap qirg‘og‘idan markazigacha bo‘lgan yuzasidan 0,1 m chuqurlikdagi tezliklarni tashkil etadi.




**1-grafik. K-2 kanali suv sathji eni bo‘yicha tezlik taqsimoti**

Tahlil natijalariga ko‘ra, naturadagi tezliklar nazriy hisoblangan tezliklardan farq qilishini ko‘rsatdi. Kanal markazidagi tezlik qiymatlari o‘zaro yaqin, ammo



ISSN 3030-3907

qirg‘oqqa yaqinlashgan sari tafovut ortib bormoqda. Tezliklar orasidagi farq 15-20 % ni tashkil etmoqda.

Aksriyat tezlik taqsimotini hisoblash formulalarida qirg‘oqda yoki kanal tubida tezlik qiymati o ga teng deb olinadi. Ammo tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, kanal qirg‘og‘ida tezlik qiymati mavjud ekan. Naturada o‘lchangan ma’lumotlar matematika va statistika uslublarida tahlil etildi va quyidagi parobolik bog‘lanish olindi.

$$u = ab_i^2 + \mathrm{b}b_i + \mathrm{c}$$

Bu yerda a va b parabola parametri hisoblanadi, c qirg‘oqdagi tezlik qiymatini inobatga oluvchi had hisoblanadi.

**Xulosa.** Olib borilgan tadqiqotimizda, to‘g‘ri to‘rtburchak shaklidagi beton kanalda, suv sathidan 0,1 m chuqurlikdagi tezlik taqsimoti baholandi. Gidrometrik vertushka yordamida 9 ta nuqtada tezliklar aniqlandi. Aynan ushbu nuqtalardagi tezliklar tavsiya etilgan nazariy formula yordamida aniqlandi. Aniqlangan ma’lumotlar asosida, suv sathi eni bo‘yicha tezlik taqsimoti grafigi qurildi. Natijada, o‘lchangan qiymatlar va nazariy hisoblangan qiymatlar o‘rtasida tafovut borligi aniqlandi. Unga ko‘ra, kanal markazidagi tezliklar bir-biriga juda yaqin, ammo qirg‘oqqa yaqinlashgan sari tafovut ortib borishi kuzatildi. Albatta buning boisi oqimda turbulent harakatning mavjudligidir. Aksariyat nazariy formulalarda qirg‘oqdagi tezlik qiymati 0 ni tashkil etadi. Ammo naturada qirg‘oqda ham sezilarli darajada suv oqimining tezligi mavjud. Bu albatta kanalning shakliga va boshqa gidravlik parametrlarga bog‘liq bo‘ladi. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida qirg‘oqdagi tezlikni inobatga oluvchi emperik formula ishlab chiqildi. Bundan shuni hulosa qilish mumkinki, suv sathi eni bo‘yicha tezlik taqsimotini nazariy hisoblash uchun alohida formulalar ishlab chiqish zarurati yuzaga keladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Ministry of Water Resources of the Republic of Uzbekistan, National Water Strategy of Uzbekistan for 2021–2030 (Ministry of Water Resources, Tashkent, 2024).

2. Asian Development Bank (ADB), Climate Change and Disaster Risk Management (2025).

3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 25.12.2024 yildagi PQ-455-son. https://lex.uz/uz/docs/-7283107

4. Tang, X. (2019) Lateral Shear Layer and Its Velocity Dis tribution of Flow in Rectangular Open Channels. Journal of Applied Mathematics and Physics, 7, 829-840. https://doi.org/10.4236/jamp.2019.74056

5. Otaxonov M. Y., Babajanov, F. K., Allayorov D. S., & Zokirov, I. B. (2025). Beton qoplamali to‘g‘ri to‘rtburchak kanallarda qirg‘oq koeffitsiyentni aniqlash va uning tezlik taqsimotiga ta’sirini baholash. Sanoatda Raqamli Texnologiyalar,



ISSN 3030-3907

3(3). https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.3.3.2025.38
6. Khuntia, J. R., Devi, K., & Khatua, K. K. (2018). Prediction of depth-averaged velocity in an open channel flow. Applied Water Science, 8(172). https://doi.org/10.1007/s13201-018-0812-9
7. Muhammad, M. M., Wan Yusof, K., Ul Mustafa, M. R., & Ab Ghani, A. (2016). Velocity distributions in grassed channel. In Proceedings of the 4th Annual International Conference on Architecture and Civil Engineering (ACE 2016). Global Science and Technology Forum (GSTF). https://doi.org/10.5176/2301-394X_ACE16.39
8. Universal Current Meter (CM-32). User manual (2024). Turkey. https://www.aquadata.com.tr/
9. Hauet, A., Morlot, T., & Daubagnan, L. (2018). Velocity profile and depth-averaged to surface velocity in natural streams: A review over a large sample of rivers. E3S Web of Conferences, 40, 06015. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184006015
10. Chen, Y.-C., Hsu, Y.-C., & Zai, E. (2022). Streamflow measurement using mean surface velocity. Water, 14(2370). https://doi.org/10.3390/w14152370
11. Kean, J. W., Kuhnle, R. A., Smith, J. D., Alonso, C. V., & Langendoen, E. J. (2009). Test of a method to calculate near-bank velocity and boundary shear stress. Journal of Hydraulic Engineering. https://doi.org/10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000049
12. Pu, J. H. (2013). Universal velocity distribution for smooth and rough open channel flows. Journal of Applied Fluid Mechanics, 6, 413–423.
13. Zeleňáková, M., Arifjanov, A., Abd-Elhamid, H. F., et al. (2025). The effect of lining hydraulic properties on the efficiency and cost of irrigation canal reconstruction. Water Resources Management. https://doi.org/10.1007/s11269-025-04218-2
14. Abduraimova, D. A., Otakhonov, M. Y., Ibragimova, Z. I., & Allayorova, D. S. (2023, August). Effect of deformation processes on hydraulic efficiency in open drainages. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1231(1), 012066. IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1231/1/012066
15. Akhmedkhodjaeva, I., Yuldasheva, H., Apakhodjaeva, T., Sattorov, A., & Melikuziyev, S. (2024, December). Improving the method of calculating the water balance of the Khan canal. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1420, No. 1, p. 012039). IOP Publishing.
16. Arifjanov, A., Sattorov, A., Madaliev, M., Abdulkhaev, Z., & Madrakhimov, M. (2025). Numerical simulation of the flow rectification measures in the forebay of the pumping station. Acta hydrotechnica, 38(68), 1-14.
17. Arifjanov, A., Atakulov, D., Sattorov, A., Melikuziyev, S., & Juraboyev, I.


ISSN 3030-3907

(2024, December). Analysis of the turbidity process in the pumping station forebay for the water management. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1420, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.

18. Egamberdiyevich, T. N., & Xamdamaliyevich, S. A. Tashqi oqova suv tizimlarining gidravlik unumdorligi va ekologik barqarorligi Bo ‘riyev Eshmurod Sattorovich Toshkent arxitektura-qurilish universiteti, tfn professor https://orcid. org/0000-0001-8130-8602.

19. Aybek, A., & Alimardon, S. (2024). Analysis of flow dynamics in water intake structures using the k-ε turbulence model. Universum: технические науки, 11(11 (128)), 16-20.

20. Fatkhulloev, A., & Isakov, Kh. (2016). Sug‘orish kanallarining gidravlik parametrlarini takomillashtirish. Journal Irrigatsiya va Melioratsiya, 03(5), 31–34.

21. Biggs, H., Smart, G., Doyle, M., Eickelberg, N., Aberle, J., Randall, M., & Detert, M. (2023). Surface velocity to depth-averaged velocity—A review of methods to estimate alpha and remaining challenges. Water, 15(3711). https://doi.org/10.3390/w15213711



ISSN 3030-3907

# YANGI TARKIBLI IONITNING NIKELL (II) IONLARI SORBSIYA IZOTERMALARI

**Jumaeva Mukarram Ro‘zimurodovna**
***Buxoro davlat texnika universiteti, kimyoviy texnologiya kafedrasi mustaqil tadqiqotchisi.***
**Akramov Abror Yangiyevich**
***Buxoro davlat texnika universiteti, kimyoviy texnologiya kafedrasi doktoranti.***
**Ostonov Firuz Istamovich**
***Buxoro davlat texnika universiteti, kimyoviy texnologiya kafedrasi dotsenti.***
***E-mail: firuzostonov916@gmail.com***
**Axmedov Voxid Nizomovich**
***Buxoro davlat texnika universiteti, kimyoviy texnologiya kafedrasi professori.***
***E-mail: vohid7@mail.ru***

**Annotatsiya:**ushbu maqolada, kroton aldegid oligomeri hamda mochevina asosida sopolimer o‘rganilgan sharoitlarda sintez qilib olindi. Sintez natijasida hosil bo‘lgan bog‘larni aniqlash maqsadida olingan mahsulot infraqizil spektrlari (IQ) olindi va tahlil qilindi. Olingan namunalarning nikel (II) ionlariga nisbatan sorbsion xossalari tadqiq qilindi va Frendlix, Lengmuyur moduli bo‘yicha izotemalari aniqlandi.

**Kalit so‘zlar:** sorbsiya, izoterma, gibrid ionit, kroton aldegid, mochevina, mexanik mustahkamlik, sorbent, silikogel.

**Аннотация:** в данной статье сополимер на основе олигомера кротонового альдегида и мочевины был синтезирован в изученных условиях. Для определения образовавшихся связей были получены и проанализированы инфракрасные спектры (ИК) синтезированного продукта. Сорбционные свойства полученных образцов по отношению к ионам никеля (II) были исследованы, и изотермы сорбции были определены в соответствии с моделями Фрейндлиха и Ленгмюра.

**Ключевые слова:** сорбция, изотерма, гибридный ионит, кротоновый альдегид, мочевина, механическая прочность, сорбент, силикагель.

**Annotation:** In this study, a copolymer based on croton aldehyde oligomer and urea was synthesized under the investigated conditions. To identify the bonds formed, the infrared (IR) spectra of the synthesized product were obtained and analyzed. The sorption properties of the obtained samples toward nickel (II) ions were examined, and the sorption isotherms were determined according to the Freundlich and Langmuir models.

**Keywords:** sorption, isotherm, hybrid ionite, croton aldehyde, urea, mechanical strength, sorbent, silica gel.

**Kirish**



*ISSN 3030-3907*

So‘nggi yillarda, ayniqsa sanoat korxonalaring soni tobora jadal suratlar bilan o‘sib borishi kimyogarlar va ekologlar oldiga dolzarb masalalarni qoymoqda. Bunday dolzarb masalalarga sanoatda hosil bo‘ladigan oqova suvlarni tozalshni ham kiritish mumkin. Umuman turli xil ionlarga boy suvlarni ionsizlantirish maqsadida ion-almashinish materiallardan foydalanib kelinmoqda va ularga bo‘lgan talab yildan yilga ortmoqda. Buning asosiy sabablari ionitlar asoan metall ionlarini tanlab ajrata oladi (sellektiv), qayta tiklanadi (regeneratsiya), ekologik xavfsiz, iqtisodiy jihatdan samarali, soddaligi va avtomatlashtirish imkoniyati borligidir [1-5].

Ionitlarni analitik reaktivlar bilan o‘xshashlik nuqtayi nazaridan tahlil qilishni V. I. Kuznetsov amalga oshirgan. U analitik reaktivlar molekulalarining og‘irlanish effekti bilan, bir tomondan, ionitlarning molekulyar massasi ortishi o‘rtasida; ikkinchi tomondan esa, analitik kimyodagi xos funksional guruhlar roli bilan ionoalmashinish smolalaridagi shunday guruhlar o‘rtasida o‘xshashlikni ko‘rsatadi. Muallif bu tushunchalarni ionoalmashinish smolalarining tabiati va ularning selektivligini tushuntirish uchun keltirib o‘tgan [6].

Yuqoridagilardan kelib chiqgan holda gibrid ionitlart sintez qilish maqsadida sanoat chiqindisi kroton aldegid va mochevina monomerlaridan sopolimerlar, undan so‘ng esa kolloid kremnizol bilan kompozit olindi. Bunday mahsulot olish uchun avval kroton aldegid uch bog`izli kolbaga quyildi so‘ng uch bog`izli kolba termometr, qaytarma suvutgich, tomizgich varonka hamda magnitli aralashtirgichli qizdirgich bilan jihozlandi. Tomizgich voronkaga natriy gidroksidning tayyorlab qoyilgan suvdagi eritmasidan to`ldirilib asta –sekin tomchilatib tomizib turib aralashtirildi. Magnitli aralashtirgich yordamida aralashtrib, bir vaqtda kolba qizdirildi. Qizdirish 10-70 $^0$C orlig`ida olib borildi. Olingan oligomer atsetonda eritilib suv bilan cho`ktirib olindi va doimiy massaga kelguncha quritildi. Bunda jigar rangli kukunsimon oligomer olindi. U organik erituvchilarda piridin, dimetilformamid, atseton va dimetilsulfoksidda yaxshi eriydi ammo suvda erimaydi [7-11].

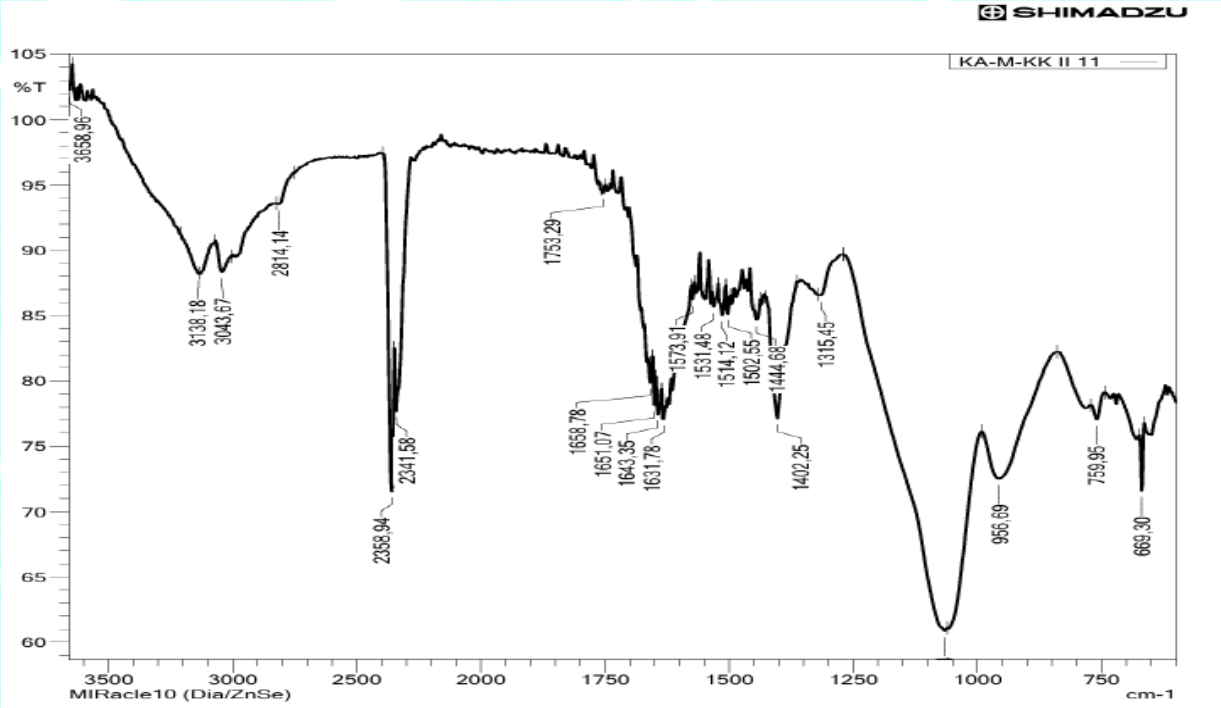
Olingan oligomerlar mochevina bilan 20-30 $^0$C haroratda reaksiyaga kirishtirildi. Hamda mexanik mustahkamligi va termik barqarorligini oshirish maqsadida kolloid kremnizol bilan ishlov berildi. Natijada qattiq oq maxsulot olindi. Olingan maxsulot suvda erimaydi.

Olingan mahsulotning IQ spektri olindi va tahlil qilindi. IQ spektrdagi cho‘qqilar adabiyotlardagi ma’lumotlar bilan solishtirib tahlil qilindi va shunday xulosaga kelindi. IQ spektrlarida Si-O-Si bog‘ining valent tebranishlariga tegishli bo‘lgan 1100 sm$^{-1}$ sohada intensiv yutilish chiziqlari namoyon bo‘lib, gel hosil bo‘lish jarayonida choklangan uch o‘lchamli kremniyli karkasning hosil bo‘lishni


ISSN 3030-3907

tasdiqlaydi. Kompozit tarkibidagi C=O ning valent tebranishlari 1726,29 $sm^{-1}$ dan 1630,24 $sm^{-1}$ sohaga o‘ziga xos ko‘chishi kuzatiladi (1-rasm).

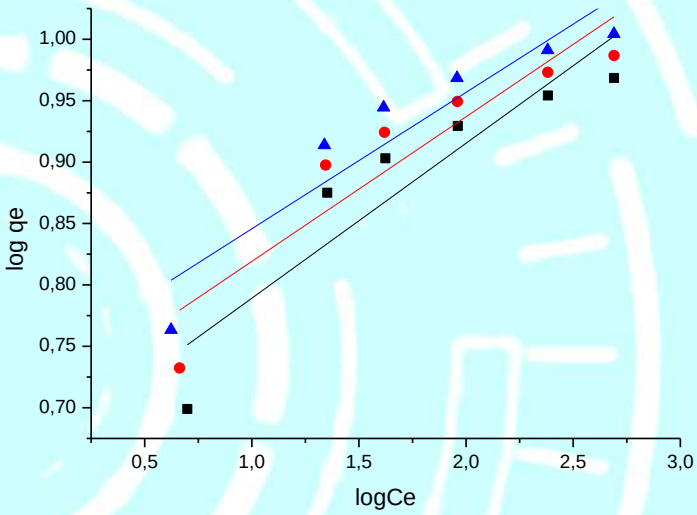
**1-rasm.**




IQ spektrlarning bunday xususiyati quyidagicha xulosa chiqarishga imkon beradi, ya’ni kompozitlarning shakllanish jarayoni KA-M dagi kislorod atomi bilan kolloid kremnizolning erkin silanol guruhlarining Vander-vals kuchlari ta’sirida koordinatsion birikishidan iborat bo‘ladi. Bu esa kompozitga termik, mexanik va kimyoviy barqarorlik kabi xossalarni oshishiga sabab bo‘ladi.

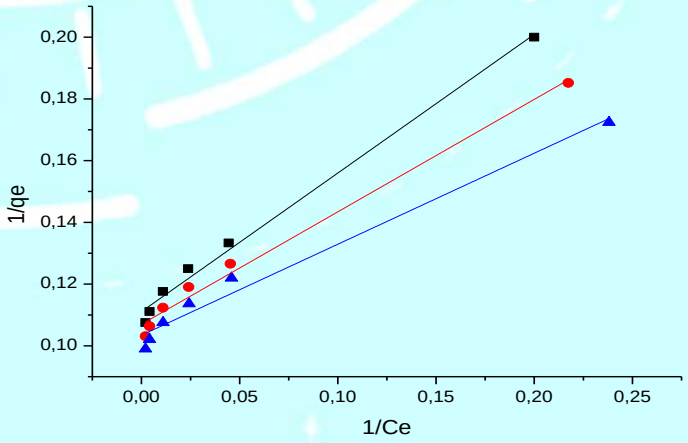
Ionitning adsorbsiya izotermalari (Lengmyur va Frendlich) muvozanat adsorbsiyasining tavsifini aniqlash uchun qo‘llanildi. Shuning uchun olingan ionit nikel ionlari uchun sorbsion xususiyatlari o‘rganildi. Kompozitning $Ni^{2+}$ ionlariga nisbatan statik almashinuv sig‘imi turli haroartlarda o‘rganildi va olingan natijalardan izotermalari ma’lum metodikalar orqali aniqlandi (1-2 grafik) [12-13].


ISSN 3030-3907




| Harorat | 1/n | $K_f$ | $R^2$ |
|---|---|---|---|
| 20 $^0$C | 0,12619 | 4,602566 | 0,81284 |
| 30 $^0$C | 0,1178 | 5,027592 | 0,82543 |
| 40 $^0$C | 0,11107 | 5,428127 | 0,8501 |

**1-grafik. KA-M-KK tarkibli ionitning $Ni^{+2}$ ioni Frendlix moduli bo‘yicha izotermalari. 1-20 $^0$C, 2-30 $^0$C, 3-40 $^0$C.**




| Harorat | $A_{max}$ | $K_L$ | $R_L$ | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 20 $^0$C | 9,003331 | 0,247295 | 0,074824 | 0,99101 |
| 30 $^0$C | 9,345794 | 0,293754 | 0,063744 | 0,98669 |
| 40 $^0$C | 9,66744 | 0,350846 | 0,053931 | 0,9769 |

**2-grafik. KA-M-KK tarkibli ionitning $Ni^{+2}$ ioni Lengmuyur moduli bo‘yicha izotermalari. 1-20 $^0$C, 2-30 $^0$C, 3-40 $^0$C.**



ISSN 3030-3907

Suvni metall ionlaridan tozalash pirovard maqsadida sohaga oid bir nechta adabiyotlar o‘rganildi va turli xil organik monomerlar birgalikda sopolimerlanib ularni metall ionlariga sorbsion xossasi tekshirib ko‘rildi.

Sintez qilingan ionitnig Frendlix moduli bo‘yicha izotermalari o‘rganilagnda $R^2$ ning qiymati 40 $^0$C da 0,85 ga teng. Bu boshqa haroratlarga olingan natijalarga qaraganda yuqorisidir. Ma’lumki $R^2$ qiymati yuqoriligi adsorbsiya jarayoni bilan haroratning o‘zaro bog‘liqligini anglatadi, ya’ni yuqori haroratda $Ni^{+2}$ ioni adsorbsiyasi yaxshiroq boradi. $K_f$ — Frendlix konstantasi qiymatlari ham 40 $^0$C da 5,42 ekanligi adsorbent shu haroratda kuchli adsorbsion xossalarga ega deganidir.

Lengmyur moduli bo‘yicha olingan natijalarni tahlil qilsak. Harorat oshgan sari $A_{max}$ qiymati ham parallel ravishda ortmoqda 9,66 bu esa adsorbsiya jarayonini ekzotermikmi, yoki endotermikmi degan savolga aniq javob berishga imkon beradi. Demak adsorbsiya jarayoni endotermik ekan deb xulosa qilindi. Harorat oshishi bilan $K_L$ ortmoqda, bu adsorbent va adsorbat orasidagi bog‘lanish kuchining ortishini bildiradi. Bu ham endotermik adsorbsiya jarayoniga mosdir. $R_L$ ning qiymati 0.05–0.07 oralig‘idagi qiymatlar olingan bu esa juda qulay adsorbsiya jarayonini bildiradi. Ammo Lengmyur modulida $R^2$ qiymati 0.7 dan past bo‘lib, Lengmyur modeli eksperimental ma’lumotlarga to‘liq mos emasligini ko‘rsatadi. Shu sababli ushbu ionitnig $Ni^{2+}$ ioni sorbsiyasi Frendlix modeli yaxshiroq mos keladi deb xulosalandi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Власова Н. Н. и др. Кремнийорганические ионообменные и комплексообразующие сорбенты //Успехи химии. – 2013. – Т. 82. – №. 5. – С. 449-464.
2. G.V.Lisichkin, Yu.A.Krutyakov. Russ. Chem. Rev., 75, 901 (2006) [Успехи химии, 75, 998 (2006)]
3. Н.В. Лакиза, Л.К. Неудачина, Ю.Г. Ятлук, М.А. Багрецова, Ю.А. Скорик. Аналитика и контроль, 9, 391 (2005)
4. Остонов Ф.И., Ахмедов В.Н. Гибридные композиты на основе морфолина. // Меж. Конф.-Руминия, Бухарест. 20.11.2020 г. С. 38-42.
5. Остонов Ф.И., Ахмедов В.Н. Винилморфолин иштирокида гибрид полимер композит олиш //Рес. Конф. Бухра. 4-5 декабр. 2020 г. С.406-406.
6. Somya A., Khan A. Ion Exchange Processes for Water and Environment Management. – 2025.
7. Beshimov I. et al. Synthesis and properties of organic silicon (oligo) polymers //Universum: технические науки. – 2023. – №. 12-8 (117). – С. 38-42.
8. Ахмедов В.Н., Остонов Ф.И., Дўстов Ҳ.Б. Получение модифицированных акриловых соединений на основе соединений кремния // Развитие науки и технологий. 2021. №2. С. 24-30.


ISSN 3030-3907

9. Остонов Ф.И., Ахмедов В.Н. Производство новых видов гибридных композитов // Научный вестник Наманганского государственного университета. 2021 №9. С. 44-49.
10. Ayub A. et al. Development of sustainable magnetic chitosan biosorbent beads for kinetic remediation of arsenic contaminated water //International journal of biological macromolecules. – 2020. – Т. 163. – С. 603-617.
11. Икромов У., Ширинов Ш.Д. Исследование растворимости олигополимера на основе гидролизованного полиакрилонитрила, содержащего медь, в различных растворителях // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2025. 5(134).
12. Jumaeva M.R., Ostonov F.I., Axmedov V.N. Isotherms of the synthesized ionite for Al3+ ion according to langmuir and freundlich models // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2025. 6(135).
13. Ayub A, Raza ZA, Majeed MI, Tariq MR, Irfan A. Development of sustainable magnetic chitosan biosorbent beads for kinetic remediation of arsenic contaminated water. Int J Biol Macromol. 2020 Nov 15;163:603-617. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.06.287. Epub 2020 Jul 3. PMID: 32629050.


ISSN 3030-3907

# MODIFIKATSIYALANGAN BENTONIT VA LAPONIT ASOSIDAGI QATLAMLI MATERIALLARNING ADSORBSION XOSSALARINI O‘RGANISH

**Kalbaev Alisher**
*O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti*
*E-mail: qalbaev.alisher.98@gmail.com*
**Abdikamalova Aziza**
*O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti*
**Mamataliyev Nozim**
*O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti*
**Nurjonova Gulnoza**
*O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada tabiiy va sintetik montmorillonitlarning kationli va anionli bo‘yoqlarga nisbatan adsorbsion xossalari o‘rganilgan. Tajriba sinovlari natijasida interkalatsiyadan so‘ng namunalar metilen ko‘ki va kongo qizili bo‘yicha yuqori adsorbsion sig‘im namoyon etgani, ayniqsa anionli bo‘yoqqa nisbatan sezilarli o‘sish kuzatilgani aniqlangan. Lengmuir izotermasi parametrlari asosida dastlabki hamda interkalatsiyalangan namunalar uchun nisbiy sirt yuzasi va umumiy g‘ovaklar hajmining oshishi qayd etilgan. Tadqiqot natijalari qatlamli silikatlarning adsorbsion faolligini tahlil qilish va ularni samarali sorbent sifatida qo‘llash imkoniyatlarini ko‘rsatgan.

**Kalit so‘zlar:** bentonit, laponit, adsorbsiya, modifikatsiya, xrom polioksokation.

**Abstract:** This article investigates the adsorption properties of natural and synthetic montmorillonites with respect to cationic and anionic dyes. Experimental results revealed that, after intercalation, the samples exhibited a high adsorption capacity for methylene blue and Congo red, with a particularly pronounced increase observed for the anionic dye. Based on the parameters of the Langmuir isotherm, an increase in the specific surface area and total pore volume was recorded for both the initial and intercalated samples. The results of the study demonstrate the potential of layered silicates as effective adsorbents and provide insights into their adsorption activity.

**Keywords:** bentonite, laponite, adsorption, modification, chromium polyoxocations.

**Аннотация**: В данной статье исследованы адсорбционные свойства природных и синтетических монтмориллонитов по отношению к катионным и анионным красителям. В результате экспериментальных испытаний установлено, что после интеркаляции образцы проявляют высокую адсорбционную ёмкость по метиленовому синему и конго красному, причём наблюдается особенно значительное увеличение адсорбции в отношении


ISSN 3030-3907

анионного красителя. На основе параметров изотермы Ленгмюра отмечено увеличение относительной удельной поверхности и общего объёма пор для исходных и интеркалированных образцов. Полученные результаты показывают возможности анализа адсорбционной активности слоистых силикатов и их применения в качестве эффективных сорбентов.

**Ключевые слова:** бентонит, лапонит, адсорбция, модификация, хромовые полиоксокатионы.

**Kirish**.

Suv va havo ifloslanishining ortib borishi, shuningdek sanoat chiqindilari hajmining ko‘payishi atrof-muhit muammolarining dolzarbligini yanada oshirmoqda. Ushbu muammolarni bartaraf etishda samarali hamda iqtisodiy jihatdan maqbul adsorbentlardan foydalanish tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu nuqtai nazardan, qatlamli silikatlar, xususan bentonit va laponit asosida yaratilgan materiallar istiqbolli adsorbentlar sifatida keng o‘rganilmoqda. Ularning yuqori sirt yuzasi, ion almashinish qobiliyati va strukturaviy moslashuvchanligi turli xil organik hamda noorganik moddalarning adsorbsiyasi uchun keng imkoniyat yaratadi.

Bentonit — tabiiy manbalardan olinadigan, tarkibining asosiy qismini montmorillonit minerali tashkil etuvchi qatlamli silikat hisoblanadi. Laponit esa sintetik yo‘l bilan sintez qilingan, strukturasi jihatidan bentonitga yaqin, biroq kristall panjarasi, zarracha morfologiyasi va o‘lcham ko‘rsatkichlari bilan farqlanadi. Ushbu ikki materialning sirt energiyasi, zaryad taqsimoti, disperslik darajasi hamda g‘ovakli tuzilishi ularning adsorbsion faolligini belgilovchi asosiy omillar sirasiga kiradi. Shuning uchun bentonit va laponit asosidagi tizimlarni taqqoslab o‘rganish ekologik tozalash texnologiyalarini takomillashtirish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Qatlamli tizimlarni o‘rganish va ularni modifikatsiyalash orqali yangi adsorbsion materiallar yaratish yo‘nalishining dolzarbligi bir qator o‘zaro bog‘liq omillar bilan belgilanadi. So‘nggi yillarda suv va gaz muhitlarining toksik organik bo‘yoqlar, neftkimyo mahsulotlari hamda og‘ir metall ionlari bilan ortib borayotgan ifloslanishi ekologik xavfsiz, yuqori samarali va iqtisodiy jihatdan maqbul sorbentlarni ishlab chiqishni talab qilmoqda. Tabiiy montmorillonit hamda sintetik laponit o‘zining noyob qatlamli tuzilishi, yuqori kation almashinish sig‘imi va interkalatsiyalanish qobiliyati bilan ajralib turadi. Ushbu xususiyatlar ularning tuzilmasi, kislota-ishqoriy hamda katalitik faolligini maqsadli shakllantirish imkonini beruvchi keng modifikatsiya salohiyatini yuzaga chiqaradi.

**ADABIYOTLAR TAHLILI.**

Yangi avlod sorbentlarini yaratish, avvalo, montmorillonit kabi tabiiy va sintetik gil materiallarini hamda ularning noorganik va organik modifikatsiya



ISSN 3030-3907

usullarini chuqur o‘rganishni talab etadi. Qatlamlararo bo‘shliqlarga kationli komplekslarni joylashtirish orqali bunday tizimlarning ion almashinish va adsorbsion sig‘imi sezilarli darajada ortadi, bu esa oqava suvlar va gazli chiqindilarni samarali tozalash jarayonlarida ularning amaliy ahamiyatini yanada oshiradi.

Gil materiallari suv bilan ta’sirlashganda shishish va plastiklik xususiyatlarini namoyon qiluvchi, yuqori dispersli qatlamli silikatlar hisoblanadi. Ular asosan gidratlangan alyumosilikatlar va kolloid zarrachalardan tashkil topgan bo‘lib, organik modda, namlik va havo bilan birgalikda tuproqning asosiy strukturaviy qismini tashkil etadi [1].

Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, gilli minerallarning kristall panjarasida yacheyka o‘lchamlarining o‘zgarishi ko‘pincha lokal panjara deformatsiyalari hisobiga kompensatsiyalanadi, ayniqsa kationlarning qatlamlararo fazaga interkalatsiyalanishi jarayonida [2–3]. Qatlamlar orasida neytral yoki zaryadlangan oraliq fazaning mavjudligi mumkin. Agar qatlamlararo fazada ortiqcha manfiy zaryad hosil bo‘lsa, uni $K^+$, $Na^+$, $Mg^{2+}$, $Ca^{2+}$ kabi kationlar muvozanatlashtiradi va natijada qatlamli tuzilmaning elektrostatik barqarorligi ta’minlanadi.

Interkalatsiya — qatlamli minerallarning tuzilishini maqsadli boshqarishga qaratilgan zamonaviy va samarali yondashuvlardan biridir. Uning mohiyati qatlamlararo bo‘shliqlarga ionlar, molekulalar yoki nanozarrachalarni kiritishdan iborat bo‘lib, bu jarayon kristall panjaraning yaxlitligini saqlagan holda bazal masofa, sirt zaryadi va matritsaning teksturaviy xossalarini tartibga solish imkonini beradi. Natijada interkalatsiyalangan tizimlar adsorbsion va katalitik xossalarning yangi majmuasiga ega bo‘lib, suv va havo tozalash texnologiyalari, funksional nanokompozitlar hamda katalizatorlar yaratishda dolzarb ahamiyat kasb etadi [4].

Interkalatsiyaning klassik yo‘nalishlaridan biri — ion almashinuvi bo‘lib, unda dastlabki kationlar ($Na^+$, $K^+$, $Ca^{2+}$) maqsadli kationlar yoki ularning kompleks shakllariga almashtiriladi. Masalan, montmorillonit tarkibidagi $Na^+$ ionini $Cu^{2+}$, $Fe^{3+}$, $Cr^{3+}$ yoki $Zn^{2+}$ ionlariga almashtirish bazal masofani odatda 12–15 Å dan 18–20 Å gacha kengaytiradi; bu esa katalitik faollik yoki antibakterial xossalarga ega fazalarning shakllanishiga zamin yaratadi [5].

Interkalatsiyalangan montmorillonit asosidagi kompozitlar mustahkam noorganik asos bilan birga funksional qo‘shimchalarni uyg‘unlashtirgan holda yuqori adsorbsion sig‘im, katalitik faollik, mexanik mustahkamlik va termik barqarorlikni namoyon etadi. So‘nggi yillarda tarkibida organik birikmalar, nodir yer metallari kationlari, polimerlar, oksidlar hamda uglerodli nanokomponentlar mavjud bo‘lgan o‘nlab gibrid tizimlar sintez qilinib, batafsil tavsiflangan [6–7].

**TADQIQOT METODOLOGIYASI.**



ISSN 3030-3907

Polioksokationlarning tabiiy montmorillonit va sintetik laponitning qatlamlararo fazasiga kiritilishini o‘rganish, ushbu qatlamli minerallarning yuqori kation almashinish sig‘imi, strukturaviy moslashuvchanligi hamda ularning teksturaviy va adsorbsion xossalarini maqsadli tarzda o‘zgartirish imkoniyati bilan ilmiy asoslanadi.

Interkalatsiya jarayonlari uchun boshlang‘ich xomashyo sifatida Qrantau koniga mansub tabiiy montmorillonit hamda Shandong Honrel Co. (Xitoy) kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan sintetik laponit namunalari tanlab olindi. Qrantau konining gil materiallari boshqa Qoraqalpog‘iston konlariga nisbatan yuqori ishqoriylik darajasi va kation almashinish potensiali bilan ajralib turadi, bu esa ularni modifikatsiya jarayonlari uchun istiqbolli ob’ekt sifatida tavsiflaydi.

Interkalatsiya sinovlari $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ polioksokationlari ishtirokida olib borildi. Jarayonda ≥ 35 % vodorod peroksid oksidlovchi komponent sifatida, HCl, $H_2SO_4$ va $HNO_3$ kislotalari esa muhitning kislotaliligini tartibga solish uchun qo‘llanildi. Eritmaning pH muvozanatini saqlash maqsadida NaOH ishlatildi.

Gil namunasi dastlab elakdan o‘tkazilib, suv bilan yuvildi, yirik fraksiyalar va mexanik aralashmalardan tozalandi hamda doimiy massagacha quritildi. Keyingi bosqichda u 1:10 nisbatda ikki marta distillangan suvda dispersiyalanib, uzluksiz aralashtirish sharoitida $Na_2CO_3$ qo‘shildi. Muhitning pH qiymati 10 ± 0,2 gacha oshirilib, namunalar barqaror natriyli shaklga o‘tkazildi. Kation almashinish jarayonini faollashtirish maqsadida suspenziyaga 15–20 daqiqa davomida ultratovushli ishlov berildi, so‘ngra tindirish jarayoni 1 dan 10 kungacha davom ettirildi.

Xrom polioksokationlari $CrCl_3 \cdot 6H_2O$ eritmalarini 0,1–1,0 M konsentratsiyada, NaOH (0,1–0,5 M) ishtirokida pH = 5,0 ± 0,2 sharoitida bosqichma-bosqich gidrolizlash orqali sintez qilindi. Gidroliz doimiy aralashtirish sharoitida olib borilib, harorat ketma-ket 20 °C (1 soat), 40 °C (2 soat), 60 °C (2 soat) va 70 °C (1 soat) gacha oshirildi, natijada bir jinsli polioksokation yadrolarining shakllanishi ta’minlandi.

Hosil bo‘lgan zolllar 50 °C da 12–24 soat davomida aralashtirilib, so‘ng xona haroratigacha sovitildi va 6000 ayl/min tezlikda sentrifugalash orqali fazalar ajratib olindi. Cho‘kma ikki marta distillangan suvda yuvilib, suspenziya elektr o‘tkazuvchanligi 50 µS/sm dan past qiymatga yetgach, 40 °C da quritildi. Tayyorlangan namunalar interkalatsiya bosqichigacha germetik sharoitda saqlandi.

Xrom polioksokationlarini montmorillonit va laponit qatlamlariga interkalatsiyalash jarayoni gilning suvda 1:20 nisbatda dispersiyalanishi orqali tayyorlangan suspenziyalarda amalga oshirildi. Dispersiyani bir jinsli holatga


ISSN 3030-3907

keltirish uchun 40 kHz chastotali ultratovushli ishlov 15 daqiqa davomida qo‘llanildi.

Hosil bo‘lgan gil suspenziyasiga 50–60 °C haroratda tayyorlangan polioksokation zollari qo‘shildi. Gil va polioksokationning nisbati 1 g gilga 1–15 mmol faol kationga to‘g‘ri keladigan tarzda tanlandi. Aralashma 25 °C da sekin aralashtirish sharoitida 48 soat davomida inkubatsiya qilindi, bunda komplekslarning barqarorligini ta’minlash maqsadida pH qiymati 5,0–6,0 oralig‘ida davriy ravishda sozlab turildi.

Dastlabki va interkalatsiyalangan namunalarning adsorbsion xossalarini o‘rganish maqsadida kationli va anionli bo‘yoqlar bo‘yicha tajribalar o‘tkazildi. Kationli adsorbtiv sifatida metilen ko‘ki, anionli adsorbtiv sifatida esa kongo qizili tanlandi. Bo‘yoqlarning adsorbsiyasini miqdoriy tahlil qilish uchun UV–Vis spektrofotometr (UV-5100) qo‘llanildi. Tajriba boshlanishidan oldin har bir bo‘yoq uchun 1–50 mg/l konsentratsiya oralig‘ida standart eritmalar distillangan suvda tayyorlandi. Adsorbsiya maksimumlari spektral ma’lumotlar asosida aniqlanib, metilen ko‘ki uchun $\lambda_{max} \approx 664$ nm, kongo qizili uchun esa $\lambda_{max} \approx 497$ nm qiymatlar olingan. Shu to‘lqin uzunliklarida optik zichlikning bo‘yoq konsentratsiyasiga bog‘liqligi asosida kalibrovka grafigi tuzildi; bunda chiziqli regressiya koeffitsiyenti kamida $R^2 \geq 0{,}999$ bo‘lishi ta’minlandi.

Adsorbsion tajribalar uchun 0,05–0,1 g miqdordagi namunalar 50 ml hajmdagi probirkalarga joylashtirilib, ularga 25 ml (10–30 mg/l) konsentratsiyadagi bo‘yoq eritmalari qo‘shildi. Aralashmalar 25 °C da 24 soat davomida aralashtirilib, adsorbsion muvozanat holatiga erishildi. So‘ngra suspenziya 5000 ayl/min tezlikda 10 daqiqa davomida sentrifugalandi va tahlil uchun 3–5 ml ustki eritma ajratib olindi. Qolgan bo‘yoqning eritmadagi konsentratsiyasi UV–5100 spektrofotometrida mos $\lambda_{max}$ qiymatlarida optik zichlikni o‘lchash orqali aniqlanib, natijalar oldindan tuzilgan kalibrovka grafigi asosida hisoblab chiqildi.

Adsorbsion sig‘im quyidagi formula bo‘yicha hisoblab chiqildi:

$$A = \frac{(C_0 - C_1) * V}{m}$$

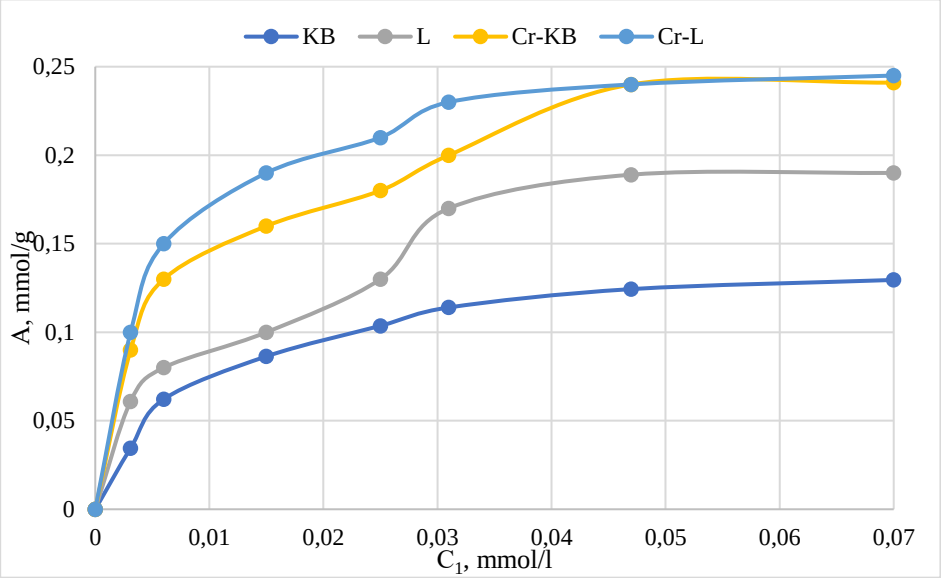
Bu yerda $C_0$ va $C_1$ – bo‘yoqning boshlang‘ich va muvozanat konsentratsiyalari (mg/l), V – eritma hajmi (l), m – adsorbent massasi (g) ni anglatadi. Barcha eksperimentlar kamida uch marta takrorlab bajarildi. Metilen ko‘ki va kongo qizili asosida o‘tkazilgan tajribalar kationli va anionli ifloslantiruvchilarga nisbatan selektivligini baholash, shuningdek modifikatsiyaning qatlamli materiallarning adsorbsion xossalariga ta’sirini tahlil qilish imkonini berdi.

**MUHOKAMA VA NATIJALAR.**



ISSN 3030-3907

1-rasmda keltirilgan metilen ko‘ki (MK) adsorbsiyasi izotermalari boshlang‘ich va interkalatsiyalangan laponit hamda montmorillonit namunalari o‘rtasida adsorbsion sig‘imning sezilarli farqlanishini ko‘rsatadi. Barcha materiallar uchun olingan izotermalar eksponensial shaklga ega bo‘lib, MK konsentratsiyasi oshgani sayin egri chiziqning platoga chiqishi kuzatildi. Ushbu holat adsorbsion markazlarning to‘yingan holatga yetganligini, ya’ni adsorbsiya jarayonining muvozanat bosqichiga o‘tganligini bildiradi.



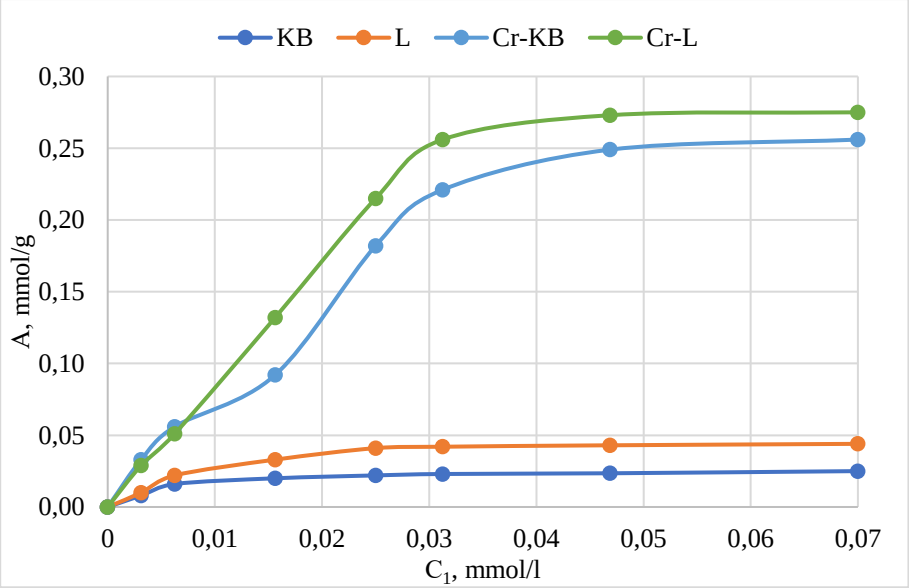

**1-rasm. Metilen ko‘ki adsorbsiyasi izotermalari**

1-rasmda metilen ko‘ki (MK) ning dastlabki KB (Krantau bentoniti) va L (laponit) hamda xrom polioksokationlar bilan interkalirlangan shakllari (Cr-KB va Cr-L) bo‘yicha adsorbsiyasi izotermalari keltirilgan. Ko‘rinib turibdiki, barcha izotermalar aniq ifodalangan Lengmuir tipida bo‘lib, muvozanat konsentratsiyasi ($C_1$) ortishi bilan adsorbsiyalangan miqdor $C_1$ (A, mmol/g) qiymatlarida keskin oshadi va so‘ngra adsorbsion markazlarning to‘yinganligini ifodalovchi plato holatiga o‘tadi. Eng yuqori adsorbsion sig‘im interkalirlangan namunalar uchun 0,25–0,27 mmol/g atrofida aniqlangan. Bunga qarama-qarshi, modifikatsiyalanmagan laponitning adsorbsion sig‘imi ancha past bo‘lib, to‘yinganlik atigi 0,18 mmol/g ni tashkil qiladi. Bu holat uning montmorillonitga nisbatan past ion-almashinish sig‘imi va kichik sirt maydoni bilan izohlanadi. Xrom bilan interkalatsiyalangan laponit (Cr-L) esa sezilarli darajada yuqori adsorbsion sig‘im namoyon etadi. U metilen ko‘kini boshlang‘ich laponitga nisbatan qariyb 50 % ko‘proq adsorbsiyalaydi va natijada montmorillonit darajasiga teng yoki biroz yuqori (~0,27 mmol/g) qiymatga erishadi.

Adsorbsiyalangan miqdor bo‘yicha namunalar quyidagi ketma-ketlikda joylashadi: Cr-L > Cr-KB > L > KB. Ushbu tartib ilgari olingan nisbiy sirt yuza, g‘ovaklik va sirt zaryadi haqidagi ma’lumotlarga to‘liq mos keladi. Cr-polioksokationlar bilan interkalatsiyalash faol markazlar sonini oshirib,


ISSN 3030-3907

qo‘shimcha tor qatlamlararo g‘ovklar hosil qiladi. Bu esa maksimal adsorbsion sig‘imdi oshiradi hamda kationli bo‘yoqlar bilan elektrostatik tortishuvni kuchaytiradi. Izotermalarning boshlang‘ich tik qismi adsorbsiyaning monoqavatli xarakterga egaligini bildiradi, platoga chiqishi esa faol markazlar sonining chegaralanganligini va jarayonning Lengmuir turidagi adsorbsiyaga xos ekanini ko‘rsatadi.




**2-rasm. Kongo qizili adsorbsiyasi izotermalari**

Anionli bo‘yoq – kongo qizili (KQ) ning adsorbsiyasi boshlang‘ich gil namunalarida (KB va L) metilen ko‘kiga (MK) nisbatan ancha past bo‘lib, izotermalar shakli ham keskin farqlanadi. Maksimal konsentratsiyada adsorbsiyalangan miqdor atigi 0,04–0,06 mmol/g ni tashkil etadi. Izotermalar deyarli chiziqli yoki ozgina pastga egilgan ko‘rinishda bo‘lib, platoning yo‘qligi sirtning manfiy zaryadlangan yuzalari yetarli emasligini va to‘yinganlikka erishilmaganini ko‘rsatadi.

Gilning xrom polioksokationlari bilan interkalatsiyasi KQ (kongo qizili) ning adsorbsiyasini sezilarli darajada oshiradi. Baholashlarga ko‘ra, Cr-KB va Cr-L namunalarining sig‘imi 0,26–0,28 mmol/g gacha yetadi, bu esa boshlang‘ich namunalardan 5–6 baravar yuqoridir. Bunda izotermalarning shakli ham o‘zgaradi: Cr-KB/Cr-L namunalarida KQ izotermalari pastga egilgan ko‘rinishga ega bo‘lib, chiziqli adsorbsiyadan to‘yinganlikka o‘tishini bildiradi. Bu esa yangi faol markazlar – qatlamlararo sohada fiksatsiyalangan musbat zaryadli Cr(III) polioksokationlar (masalan, $[Cr_3O(OH)_6]^+$ va boshqa oligomerlar) hosil bo‘lganini ko‘rsatadi. Bu kationli “ustunlar” ikki funksiyani bajaradi: (1) qatlamlararo zaryadni neytrallab, $pH_{NZN}$ ni oshiradi va sirtni anionlarga nisbatan sorbsion qiladi; (2) qatlamlararo bo‘shliqlarni kengaytirib, g‘ovaklik va sirt maydonini oshiradi. Natijada Cr-modifikatsiyalangan namunalar KQ molekulalarini samarali adsorbsiyalaydi. Har ikki interkalatsiyalangan namuna yuqori adsorbsion sig‘imga


ISSN 3030-3907

ega bo‘lsa-da, eng yuqori qiymat xrom laponit (Cr-L) namunasi uchun aniqlangan. Bu, laponitdagi pastroq zaryad zichligi tufayli polioksokationlarning qatlamlararo fazani samaraliroq egallashi va natijada nisbiy sirt yuzaning Cr-KB ga nisbatan sezilarli ortishi bilan izohlanadi.

**1-jadval.**

**MK adsorbsiyasi bo‘yicha Lengmyur tenglamasi parametrlari**

| Namuna | $A_0$, mmol/g | K | $S_{sol}$, $m^2/g$ | ΣV, $sm^3/g$ | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| KB | 0,152 | 42,3 | 95,988 | 0,151 | 99,86 |
| Cr-KB | 0,263 | 51,6 | 166,08 | 0,296 | 98,92 |
| L | 0,196 | 36,5 | 123,77 | 0,191 | 96,11 |
| Cr-L | 0,356 | 82,2 | 224,81 | 0,305 | 99,39 |

Xrom polioksokationlar bilan interkalirlashdan keyin har ikkala namunada ham monomolekulyar qatlamning sig‘imi ($A_0$) sezilarli darajada ortadi. Bu esa maksimal adsorbsion sig‘imning oshganini bildiradi, chunki kengaygan qatlamlararo sohalar va yangi hosil bo‘lgan g‘ovaklarda MK molekulalari ko‘proq sorbsiyalanadi. Lengmuir konstantasi (K) ham modifikatsiyadan so‘ng ortadi. K qiymatining oshishi adsorbatning sirtga nisbatan kuchliroq tasirlashishga ega bo‘lganini anglatadi.Bu esa qo‘shimcha faol markazlar (masalan, Cr–OH gidroksokomplekslari) hosil bo‘lishi va MK bilan elektrostatik o‘zaro ta’sirlarning kuchayishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Interkalatsiyadan so‘ng umumiy g‘ovak hajmi (ΣV) sezilarli darajada ortadi. Cr-KB namunasi uchun ΣV ≈ 0,22 $sm^3/g$, g‘ovak kengligi esa ~18–22 Å ni tashkil etib, boshlang‘ich KB ga nisbatan ancha yuqoridir. Cr-L namunasi uchun esa ΣV ikki baravar ortib, ~0,03 dan ~0,06 $sm^3/g$ gacha yetadi.

**1-jadval.**

**KQ adsorbsiyasi bo‘yicha Lengmyur tenglamasi parametrlari**

| Namuna | $A_0$, mmol/g | K | $S_{sol}$, $m^2/g$ | ΣV, $sm^3/g$ | $R^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| KB | 0,025 | 45,5 | 31,625 | 0,023 | 98,88 |
| L | 0,057 | 56,2 | 72,105 | 0,053 | 99,12 |
| Cr-KB | 0,496 | 61,3 | 627,44 | 0,431 | 95,2 |
| Cr-L | 0,538 | 62,5 | 680,57 | 0,535 | 94,3 |

Boshlang‘ich montmorillonit (KB) va laponit (L) namunalarida metilen ko‘kiga (MK) nisbatan kuchli selektivlik kuzatiladi: konqo qizili (KQ) uchun monomolekulyar qatlam sig‘imi KB da 0,025 mmol/g, L da esa 0,057 mmol/g ni



ISSN 3030-3907

tashkil qiladi, bu MK bo‘yicha qiymatlardan 3–6 baravar pastdir. Bunday farq smektit qatlamlarining manfiy zaryadi hamda yoriqsimon agregatlararo g‘ovaklarning ustunligi bilan izohlanadi. Bu holat kationlarning elektrostatik tortilishini, anionlarning esa itarilishini bilan izohlanadi. Shuningdek, KQ uchun Lengmuir konstantasi K (45–56) o‘rtacha qiymatda bo‘lib, bu holat anionli bo‘yoqning manfiy zaryadlangan sirtga kuchsiz tortilish xususiyatini ko‘rsatadi. KB va L namunalarining g‘ovaklar hajmi (0,023 va 0,053 $sm^3/g$) va nisbiy sirt yuzasi (32 va 72 $m^2/g$) past bo‘lib, bu holat monomolekulyar qatlam sig‘imini yanada cheklaydi. Shu sababli, Cr-L hatto Cr-KB ga nisbatan ham KQ ni biroz ko‘proq adsorbsiyalay oladi.

Cr-interkalatsiyalangan namunalar kongo qizili bo‘yicha adsorbsion sig‘imi metilen ko‘kiga nisbatan ancha yuqoridir. KB namunasi uchun KQ bo‘yicha $A_0$ deyarli 20 barobar ortadi (0,025 dan 0,496 mmol/g gacha), MK bo‘yicha esa atigi 1,7 barobar (0,152 dan 0,263 mmol/g gacha). L namunasi uchun KQ bo‘yicha $A_0$ ning o‘sishi taxminan 9,5 barobarni tashkil etadi (0,057 dan 0,538 mmol/g gacha), MK bo‘yicha esa 1,8 barobar (0,196 dan 0,356 mmol/g gacha). Bu holat interkalatsiyalangan qatlamli silikatlarda sirt zaryadining qayta taqsimlanishi hamda Cr(III) polioksokomplekslari hisobiga yangi faol markazlarining shakllanishi natijasida materialning anionofil xossalari sezilarli darajada ortganini ko‘rsatadi.

## HULOSA VA TAKLIFLAR

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, tabiiy montmorillonit (Qrantau koni) va sintetik laponit asosidagi qatlamli silikatlar xrom polioksokationlar bilan interkalatsiyalash orqali sezilarli darajada o‘zgartirilgan strukturaviy va adsorbsion xossalarga ega bo‘ladi. Interkalatsiya jarayoni natijasida materiallarning nisbiy sirt yuzasi, umumiy g‘ovak hajmi va ion almashinish sig‘imi oshgan, bu esa ularning sorbsion faolligini kuchaytirgan.

Metilen ko‘ki (MK) va kongo qizili (KQ) bo‘yicha o‘tkazilgan adsorbsion tajribalar modifikatsiyalangan namunalar yuqori sig‘imga ega ekanligini ko‘rsatdi. Xususan, Cr(III) polioksokationlari bilan interkalatsiyalangan montmorillonit (Cr–KB) va laponit (Cr–L) namunalarida MK uchun maksimal adsorbsion sig‘im mos ravishda 0,26–0,27 mmol/g, KQ uchun esa 0,49–0,54 mmol/g ni tashkil etdi. Bu qiymatlar boshlang‘ich namunalarga nisbatan 1,7–20 barobar yuqoridir.

Kongo qizili bo‘yicha adsorbsion sig‘imning keskin oshishi qatlamlararo fazada musbat zaryadlangan Cr(III) polioksokomplekslarning hosil bo‘lishi bilan bog‘liq bo‘lib, ular sirtning anionofil xususiyatini kuchaytiradi va yangi faol markazlar paydo bo‘lishiga olib keladi. Shu bilan birga, bazal masofa va g‘ovaklikning kengayishi ham adsorbsion sig‘imning ortishiga xizmat qiladi.


ISSN 3030-3907

Lengmyur modeli asosida olingan parametrlarga ko‘ra, adsorbsiya jarayonlari monoqavatli xarakterga ega bo‘lib, interkalatsiyalangan namunalarda adsorbat va sirt o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir kuchi (K) ortgan. Bu esa modifikatsiya jarayonida Cr–OH gidroksokomplekslari va boshqa faol markazlarning hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, o‘rganilgan Cr(III) polioksokationlari bilan interkalatsiyalangan bentonit va laponit namunalarining yuqori adsorbsion sig‘imi, sirt energiyasi va anionofil xususiyatlari ularni oqava suvlar tarkibidagi organik bo‘yoqlarni samarali adsorbsiyalovchi ekologik xavfsiz sorbentlar sifatida qo‘llash imkonini beradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Gupta S. Sen. Claymetal interactions a study with respect to kaolinite and montmorillonite with and without pillaringGauhati University, 2006. 411 c.
2. Newnham R.E., Brindley G.W. The crystal structure of dickite // Acta Crystallographica. 1956. № 9(9). C. 759–764. DOI:10.1107/S0365110X56002060.
3. Dixon J.B. Kaolin and Serpentine Group Minerals // Minerals in Soil EnvironmentsJohn Wiley & Sons, Ltd, 2018. C. 467–525.
4. Kim Y., Park J. $Ag^{+}$-intercalated polymer composites for antibacterial applications // Environmental Science and Pollution Research. - 2021. - Vol. 28. - P. 172-178.
5. Liu Z., Wang D. Lanthanum-intercalated montmorillonite for esterification catalysis // Chemical Engineering Research and Design. - 2020. - Vol. 154. - P. 67-73.
6. Zhou X., Liu W. ZnO intercalated montmorillonite nanocomposites: synthesis and photocatalytic activity // Chemical Engineering Journal. - 2023. - Vol. 458. - P. 385-390.
7. Li H., Chen S. Graphene-intercalated montmorillonite for enhanced adsorption of organic compounds // Journal of Cleaner Production. - 2022. - Vol. 374. - P. 221-227.


ISSN 3030-3907

DOI - 10.32743/UniTech.2024.129.12.18974

# THERMAL ANALYSIS STUDY OF PHTHALOCYANINE PIGMENT CONTAINING NICKEL, NITROGEN, POTASSIUM, AND PHOSPHORUS

**Odiljon Kayumjonov**
*Doctoral student, Namangan State Technical University*
*E-mail: qayumjonovodiljon4595@gmail.com*
**Muzafar Yusupov**
*Ph.D., associate professor, Namangan State Technical University*
**Doniyor Sherkuziyev**
*Doctor of Technical Sciences, Prof.. Namangan State Technical University*

**Abstract.** In this study, the thermal properties of the Ni.N.P.K.Pc pigment, which contains nickel (Ni), nitrogen (N), phosphorus (P), and potassium (K), were investigated. The pigment sample was analyzed using thermogravimetric analysis (TGA) and differential scanning calorimetry (DSC). TGA results revealed that the thermal decomposition of the pigment occurs step by step, with a total weight loss of 33.087 %, while the remaining 66.913% represents a stable inorganic residue. The decomposition stages indicate the thermal stability of the organic and inorganic components present in the pigment. These findings confirm the high thermal stability of the pigment and its potential applicability in both environmental and industrial contexts.

**Keywords:** phthalocyanine, o-cyanobenzamide, photo cells, silicon, npk fertilizer, nickel(ii) chloride, phthalic anhydride.

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqotda nikel (Ni), azot (N), fosfor (P) va kaliy (K) elementlarini o‘z ichiga olgan Ni.N.P.K.Pc pigmentining termik xossalari o‘rganildi. Pigment namunasi termogravimetrik tahlil (TGA) va differensial skanerlovchi kalorimetriya (DSC) usullari yordamida tahlil qilindi. TGA natijalari pigmentning bosqichma-bosqich termik parchalanishini ko‘rsatdi, umumiy massa yo‘qotilishi 33,087 % ni tashkil etdi, qolgan 66,913 % esa barqaror noorganik qoldiq sifatida qayd etildi. Parchalanish bosqichlari pigment tarkibidagi organik va noorganik komponentlarning termik barqarorligini ifodalaydi. Olingan natijalar pigmentning yuqori termik barqarorligini va uni ekologik hamda sanoat sohalarida qo‘llash imkoniyatlarini tasdiqlaydi.

**Kalit so‘zlar:** ftalosiyanin, o-siyanobenzamid, fotoelementlar, kremniy, NPK o‘g‘it, nikel(II) xlorid, ftal angidrid.

**Аннотация.** В данном исследовании изучены термические свойства пигмента Ni.N.P.K.Pc, содержащего никель (Ni), азот (N), фосфор (P) и калий (K). Образец пигмента был проанализирован с использованием термогравиметрического анализа (TGA) и дифференциальной сканирующей

калориметрии (DSC). Результаты TGA показали, что термическое разложение пигмента происходит поэтапно, при этом общая потеря массы составляет 33,087 %, а оставшиеся 66,913 % представляют собой стабильный неорганический остаток. Этапы разложения отражают термическую стабильность органических и неорганических компонентов, входящих в состав пигмента. Полученные результаты подтверждают высокую термическую стабильность пигмента и его потенциальное применение в экологических и промышленных областях.

**Ключевые слова:** фталоцианин, о-цианобензамид, фотоэлементы, кремний, удобрение NPK, хлорид никеля(II), фталевый ангидрид.

**Introduction**

The discovery of a family of compounds known as phthalocyanines dates back over 110 years. The first member, metal-free phthalocyanine (H2Pc), was discovered in 1907 by Braun and Tcherniac while they were working at the South Metropolitan Gas Company in London. They identified it as an insoluble, dark-colored impurity during the synthesis of o-cyanobenzamide from phthalimide and acetic acid[1]. Although they were the first to recognize a phthalocyanine, detailed research on these compounds did not begin until about 20 years later.In 1928, a phthalocyanine was observed for the third time by Dandridge, Dunsworth, and their colleagues while working for Scottish Dyes Ltd in Cronshaw, Scotland. They noticed a green-blue impurity during the synthesis of phthalimide from phthalic anhydride and ammonia in a glass-lined steel vessel that had a crack in its lining. Further investigation revealed that this impurity contained iron and waslater identified as FePc.Following the discovery of copper phthalocyanine (CuPc), it quickly became a popular commercial pigment. Since then, H2Pc and its various derivatives have been utilized as dyes, pigments, and inks.[2] In 2012, between 70,000 and 80,000 tons of phthalocyanines were produced globally. Of this amount, 40% was used for printing, 30% for coloring paints, 20% for coloring plastics, and the remaining 10% for other applications. The manufacture of phthalocyanines represented a billion-dollar industry worldwide in 2012.Recently, phthalocyanines have also been used as absorbers in photo cells.



ISSN 3030-3907

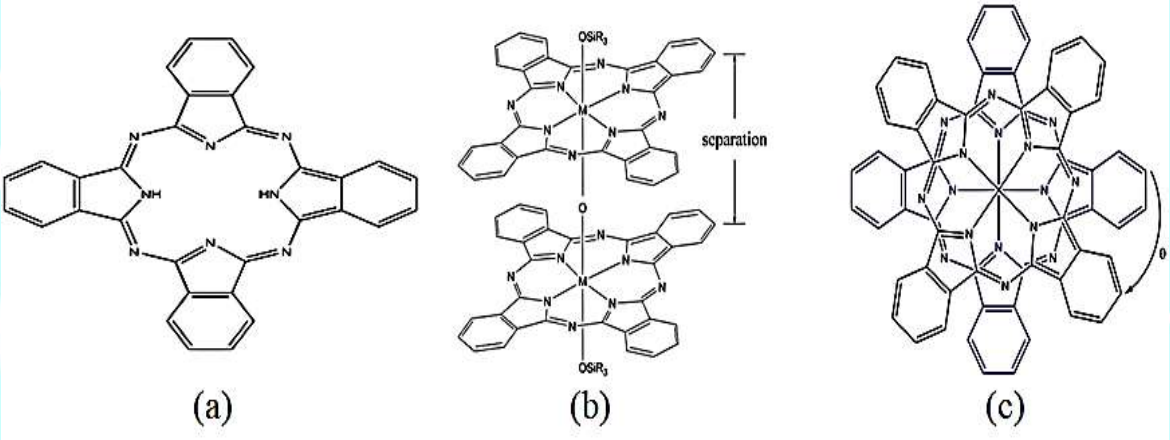



**Figure 1. (a) Phthalocyanine macrocycle, H2Pc. Phthalocyanine dimer (b) ring-ring separation and (c) torsion angle.**

Another notable development is the use of a specific phthalocyanine compound, $HO[SiPcO]SiMe_2(CH_2)_3NMe_2$ ($Pc_4$), as a sensitizer in photodynamic therapy. Silicon phthalocyanines [3] possess several properties that make them suitable for research. Like H2Pc, they are generally stable against oxidation, hydrolysis, photolysis, and thermolysis. Additionally, as group IV metal phthalocyanines, silicon phthalocyanines can accommodate two trans axial [4] ligands. These axial ligands can be utilized to modify the solubility of silicon phthalocyanines. The phthalocyanine macrocycle is notable for its ease of modification and its remarkable stability in the face of oxidation, hydrolysis, photolysis, and thermolysis. It has the capacity to chelate approximately two-thirds of the elements in the periodic table, which highlights its versatility. While copper phthalocyanine (CuPc) has received the most extensive research attention, it is worth acknowledging that other metal phthalocyanines [5] are also gaining significant interest in the scientific community.

**Materials and Methods**

In our quest to create the organic metal phthalocyanine pigment, we precisely mixed 27 g of nickel(II) chloride, 69 g of NPK fertilizer, 30 g of phthalic anhydride, 180 g of urea, and an appropriate catalyst in a 550 ml beaker designed to withstand high temperatures. The mixture was gently stirred at a lower temperature until it completely dissolved. We then initiated the reaction at temperatures between 180 and 190 °C to achieve a consistent and uniform blend. This careful procedure resulted in a heavy blue pigment. After the reaction, the mixture was allowed to cool to room temperature before being placed in a vacuum oven [6], where it was heated for 130 minutes to ensure optimal results. Once removed from the oven, the pigment was further cooled and treated with sulfuric acid to remove any unreacted substances. Concentrated sulfuric acid was slowly added along the beaker's walls, and once a uniform substance was formed, boiling water was introduced. This method successfully made the pigment medium acidic, which we then neutralized


ISSN 3030-3907

by washing with distilled water. After filtration, the pigment was dried in an oven at a controlled temperature of 50-60 °C. The newly synthesized pigment is notable for its excellent heat resistance, outstanding durability against sunlight, and vibrant coloring capabilities, significantly enhancing its potential applications. Additionally, we are pleased to report that the pigment yield after the reaction was an impressive 85%.

**Results and Discussion**

The Ni.N.P.K.Pc pigment experiences a systematic thermal decomposition process. At lower temperatures (30–250°C), the pigment releases moisture and volatile compounds. Upon reaching moderate temperatures (250–500°C), organic molecules undergo decomposition. At elevated temperatures (above 500°C), significant thermal degradation of the primary phthalocyanine structure is observed. The substantial residual mass remaining after this process indicates a notable richness in inorganic components within the pigment. A graphical representation of the thermal stability and decomposition stages of the Ni.N.P.K.Pc pigment is provided in Figure 2.

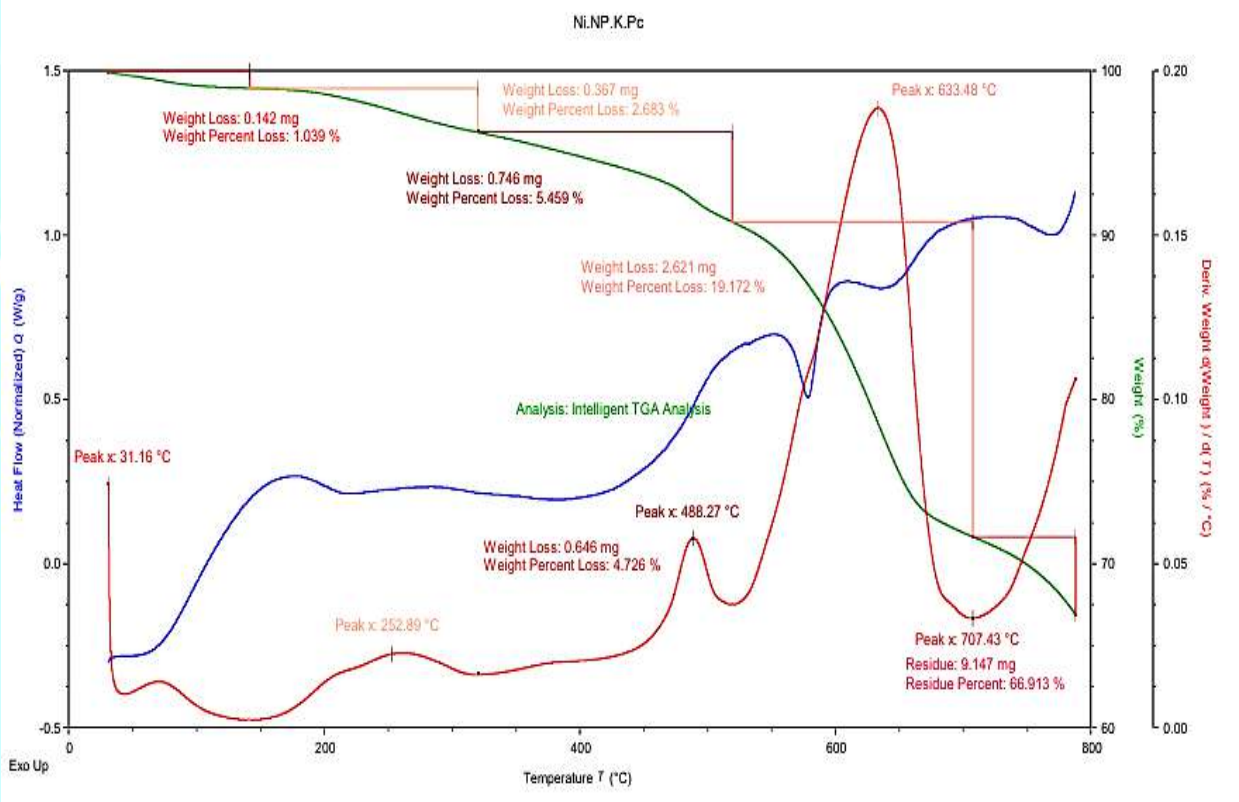



**Figure 2. Derivatogram of the Nickel Phthalocyanine pigment**

The thermal properties of the Ni.N.P.K.Pc pigment were evaluated using Thermogravimetric Analysis (TGA). Based on the obtained data, the pigment's stability with increasing temperature and its decomposition stages were determined, and each stage was correlated with specific physicochemical processes (see Table 1). According to the analysis results, the pigment lost 1.039% of its weight at 31.16 °C, which is associated with the release of adsorbed water or other


ISSN 3030-3907

low-temperature volatile components in the sample.In the next stage, at 252.89 °C, a weight loss of 2.683% was observed, corresponding to the evaporation of low-molecular-weight organic compounds or partial decomposition products. When the temperature reached 488.27 °C, a weight loss of 5.459% was recorded, indicating the thermal degradation of the main organic skeleton of the pigment (i.e., the phthalocyanine ring).The largest weight loss occurred at 633.48 °C, amounting to 19.172%, which corresponds to the structural breakdown of the pigment and large-scale thermal decomposition. In the final stage, at 707.43 °C, a weight loss of 4.726% was observed, attributed to the decomposition of more stable remaining organic residues.

**Table-1**

**Thermal Decomposition Stages of Ni.NP.K.Pc Pigment**

| Stage | Temperature (°C) | Weight Loss (mg) | Loss (%) | Probable Process |
|---|---|---|---|---|
| Stage 1 | 31.16 | 0.142 | 1.039 | Release of moisture or adsorbed water |
| Stage 2 | 252.89 | 0.367 | 2.683 | Release of low molecular weight volatile compounds |
| Stage 3 | 488.27 | 0.746 | 5.459 | Initial decomposition of organic skeleton |
| 0Stage 4 | 633.48 | 2.621 | 19.172 | Decomposition of main phthalocyanine structure |
| Stage 5 | 707.43 | 0.646 | 4.726 | Final decomposition of remaining organic residues |
| Total Loss | – | 4.522 | 33.087 | – |
| Residue | – | 9.147 | 66.913 | Presence of inorganic components (Ni, N,P, K) |



ISSN 3030-3907

At the end of the analysis, the total weight loss was 33.087%. The residual mass accounted for 66.913%, indicating the presence of a high amount of inorganic components in the pigment (such as nickel (Ni), nitrogen-containing compounds (N), phosphorus (P), and potassium (K)). This confirms that the pigment exhibits high thermal stability and is suitable for reuse or application in high-temperature technological processes.

**Conclusion**

The thermal analysis of the newly synthesized organic Ni.N.P.K.Pc pigment was carried out. The results showed that the nickel-containing organic pigment possesses heat resistance and the ability to retain its physicochemical properties even at high temperatures. The analysis was conducted in the temperature range of 31.16 °C to 707.43 °C. It is noteworthy that at 633 °C, the highest weight loss of 19.172% was recorded, corresponding to the decomposition of the main phthalocyanine structure. The high residual mass indicates that the pigment is rich in inorganic components. It was also observed that the pigment retains its structural integrity well at ordinary room temperature.

**REFERENCES**

1. Barret, P. A.; Dent, C. E.; Linstead, R. P. Phthalocyanines. Part VII. Phthalocyanine as a Co-ordinating Group, A General Investigation of the Metallic Derivatives. J. Chem. Soc., 1936, 1719.
2. Chai, J.-D. Head-Gordon, M. Long-range corrected hybrid density functionals with damped atom-atom dispersion corrections. Phys. Chem. Chem. Phys. 2008, 10, 6615 6620.
3. Cheng, G.; Peng, X.; Hao, G.; Kennedy, V. O.; Ivanov, I. N.; Knappenberger, K.; Hill, T. J.; Rodgers, M. A. J.; Kenney, M. E. Synthesis, Photochemistry, and Electrochemistry of a Series of Phthalocyanines with Graded Steric Hindrance. J. Phys. Chem. A., 2003, 107, 3503-3514.
4. Chui, S-M.; Xue, L-Y.; Lam, M.; Rodrigues, M. E.; Zhang, P.; Kenney, M. E.; Nieminen, A-L; Oleinick, N. L. A Requirement for Bid for Induction of Apoptosis by Photodynamic Therapy with a Lysosome- but Not a Mitochondrion-Targeted Photosensitizer. J. Photochem. Photobiol., 2010, 86, 1161-1173.
5. Adamo, C.; Barone, V. Exchange functionals with improved long-range behavior and adiabatic connection methods without adjustable parameters: The mPW and mPW1PW models. J. Chem. Phys. 1998, 108, 664-675.
6. Odiljon, K., Muzafar, Y., & Doniyor, Sh. (2024). synthesis and infrared spectroscopy (ir) studies of phthalocyanine pigment containing copper, calcium, nitrogen and npk. universum: технические науки, 10(12 (129)), 9-12.



ISSN 3030-3907

7. Kayumjanov, O., & Yusupov, M. (2025, July). Obtaining a pigment of metal phthalocyanine in a solvent environment and studying its properties. In American Institute of Physics Conference Series (Vol. 3304, No. 1, p. 040026).
8. Odiljon, K., & Muzafar, Y. (2025). THERMAL ANALYSIS STUDY OF COPPER AND CALCIUM-CONTAINING PHTHALOCYANINE PIGMENT. Universum: химия и биология, 3(8 (134)), 16-19.


ISSN 3030-3907

# MEVA VA SABZAVOTLARNI SUBLIMASIYA USULIDA QURITISH JARAYONINING NAZORAT VA OPTIMALLASHTIRISH METODLARI

**Barakayev Nusratilla Rajabovich**
*Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti*
**Shukurov Yunus Umarovich**
*Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada meva va sabzavotlarni sublimatsiya usulida quritish jarayonini nazorat qilish va optimallashtirish metodlari tahlil qilinadi. Tadqiqotda jarayon parametrlarini harorat, vakuum bosimi, vaqt va muz kristallari hajmini real vaqtda kuzatish va boshqarishning samarali usullari ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va energiya tejamkor texnologiyalar orqali mahsulot sifatini maksimal darajada saqlash imkoniyatlari muhokama qilinadi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, optimal parametrlarni tanlash va jarayonni ilmiy asosda boshqarish meva va sabzavotlarning rang, tuzilma, ta’m va reydratsiya qobiliyatini saqlashda muhim ahamiyatga ega.

**Kalit so‘zlar.** Sublimatsion quritish, jarayon nazorati, optimallashtirish, mahsulot sifati, avtomatlashtirilgan boshqaruv.

**Annotation.** This article analyzes the control and optimization methods of freeze-drying (sublimation) process for fruits and vegetables. The study focuses on effective methods for monitoring and controlling process parameters such as temperature, vacuum pressure, time, and ice crystal size in real-time. The discussion also includes automated control systems and energy-efficient technologies to maximize product quality. Results indicate that selecting optimal parameters and scientifically managing the process is crucial for maintaining color, texture, flavor, and rehydration ability of fruits and vegetables.

**Key words.** Freeze-drying, process control, optimization, product quality, automated control.

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются методы контроля и оптимизации процесса сублимационной сушки фруктов и овощей. Исследование посвящено эффективным методам мониторинга и управления параметрами процесса, такими как температура, вакуумное давление, время и размер кристаллов льда в режиме реального времени. Обсуждаются автоматизированные системы управления и энергосберегающие технологии для максимального сохранения качества продукции. Результаты показывают, что выбор оптимальных параметров и научное управление процессом имеют ключевое значение для сохранения цвета, структуры, вкуса и способности к регидратации фруктов и овощей.

**Ключевые слова**: Сублимационная сушка, контроль процесса, оптимизация, качество продукции, автоматизированное управление.



ISSN 3030-3907

**Kirish.**

Meva va sabzavotlarni saqlash va ularning sifatini maksimal darajada ushlab qolish masalasi oziq-ovqat sanoati va qishloq xo‘jaligi sohasida dolzarb muammolardan biridir. An’anaviy quritish usullari konvektiv, infraqizil yoki issiqlik bilan ishlov berish texnologiyalari ko‘pincha mahsulotning tabiiy rangini, tuzilmasini, ta’mini va vitamin miqdorini yo‘qotishiga olib keladi. Shu sababli, yuqori sifatli, uzoq muddat saqlanishga yaroqli mahsulotlar ishlab chiqarish uchun zamonaviy va samarali texnologiyalarni joriy etish zarurati yuzaga keladi. Sublimatsiya asosida quritish (yoki muzlatilgan holda quritish) texnologiyasi aynan shu muammolarga yechim sifatida paydo bo‘ldi. Ushbu jarayonda mahsulotdagi suv muz holatidan to‘g‘ridan-to‘g‘ri bug‘ga aylanadi, suyuqlik bosqichi chetlab o‘tadi. Natijada, mahsulotning tabiiy shakli, rangi, ta’mi va ozuqaviy qiymati deyarli saqlanadi. Sublimatsiya jarayoni past harorat va past bosim sharoitida amalga oshiriladi, bu esa issiqlikka sezgir mahsulotlar, xususan meva va sabzavotlar uchun juda qulay. Shu bilan birga, jarayonning murakkabligi va energiya sarfi yuqori bo‘lishi sababli, jarayon parametrlarini optimallashtirish va boshqarish masalalari tadqiqotning markaziy yo‘nalishlariga aylanadi. Sublimatsion quritishning nazorat va optimallashtirish metodlari nafaqat mahsulot sifatini saqlash, balki energiya tejamkorligini oshirish, ishlab chiqarish samaradorligini yaxshilash va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishda ham muhim ahamiyatga ega. Jarayon parametrlarini harorat, bosim, sublimatsiya vaqti va muz kristallari o‘lchami avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi yordamida nazorat qilish orqali mahsulot sifati barqaror saqlanadi. Shu bilan birga, tadqiqotlar sublimatsion quritish jarayonida energiya samaradorligini oshirish va mahsulotning organoleptik va ozuqaviy xususiyatlarini maksimal darajada saqlash imkoniyatlarini ko‘rsatadi. Mazkur maqolada meva va sabzavotlarni sublimatsiya usulida quritish jarayonini nazorat qilish va optimallashtirish metodlari, jarayon parametrlarini boshqarish usullari, avtomatlashtirilgan tizimlar va ularning samaradorligi tahlil qilinadi. Shu bilan birga, ilmiy asosda ishlab chiqilgan optimal boshqaruv rejimlari va tajriba natijalari orqali energiya tejamkor va sifatli quritish texnologiyasini yaratish imkoniyatlari muhokama qilinadi. Ushbu tadqiqot nafaqat ilmiy-amaliy ahamiyatga ega, balki oziq-ovqat sanoatining innovatsion rivojlanishi va eksport salohiyatini oshirishga ham xizmat qiladi.

**Adabiyotlar tahlili.** Meva va sabzavotlarni sublimatsiya asosida quritish texnologiyasi so‘nggi yillarda oziq-ovqat sanoatida muhim ilmiy va amaliy yo‘nalishlardan biri bo‘lib, bu borada bir qator xorijiy va mahalliy tadqiqotchilar tomonidan izlanishlar olib borilgan. Sublimatsion quritishning asosiy afzalligi mahsulotdagi biologik faol moddalarni, vitaminlar va minerallarni saqlagan holda, uzoq muddatli saqlash imkonini berishdir [1]. Sublimatsiya jarayoni mahsulotdagi


ISSN 3030-3907

suvni muz holatidan to‘g‘ridan-to‘g‘ri bug‘ga aylantiradi, suyuqlik bosqichi chetlab o‘tadi. Natijada, mahsulot o‘zining tabiiy shakli, rangi va ta’mini deyarli yo‘qotmaydi [2]. Shu bilan birga, past harorat va past bosim sharoitida amalga oshiriladigan sublimatsion quritish issiqlikka sezgir mahsulotlar, xususan meva va sabzavotlar uchun eng maqbul usul hisoblanadi [3]. Jarayon parametrlarini avtomatik boshqarish mahsulot sifatini saqlash va energiya samaradorligini oshirishning eng muhim omillaridan biridir. Harorat, vakuum bosimi, vaqt, issiqlik oqimi va muz kristallari o‘lchamini nazorat qiluvchi tizimlar mahsulotning ichki tuzilmasini saqlashda va deformatsiyalarning oldini olishda katta rol o‘ynaydi [4]. Vakuumli tizimlar, issiqlik almashinuv mexanizmlari va sensor texnologiyalarining takomillashtirilgan modellaridan foydalanish energiya sarfini sezilarli darajada kamaytiradi va jarayon samaradorligini oshiradi [5]. Sublimatsion quritish an’anaviy konvektiv yoki infraqizil usullarga nisbatan 20–30% yuqori samaradorlikka ega ekanligi ko‘plab tadqiqotlarda qayd etilgan. Shu bilan birga, quritilgan mahsulotlarning qayta namlanish (reydratsiya) qobiliyati yuqori bo‘lib, ularni qayta ishlash jarayonida sifatini saqlash imkonini beradi [6]. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, jarayon parametrlarini optimallashtirish va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimini joriy etish mahsulot sifatini maksimal darajada saqlash va energiya sarfini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega [7]. Shu sababli, meva va sabzavotlarni sublimatsiya asosida quritish texnologiyasida energiya samaradorligi va mahsulot sifati o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlash, qurilma parametrlarini takomillashtirish va jarayonni optimallashtirish tadqiqotning asosiy yo‘nalishlari hisoblanadi.

**Materiallar va usullar.** Ushbu tadqiqotda meva va sabzavotlarni sublimatsiya asosida quritish jarayonini tahlil qilish va optimallashtirishga qaratilgan eksperimental ishlar olib borildi. Tadqiqot materiali sifatida olma, nok, sabzi va brokkoli tanlandi, chunki ular turli suv miqdori, tarkibiy xususiyatlar va issiqlikka sezgirlik darajalariga ega. Har bir mahsulot namunasi toza, shikastlanmagan va yetarli darajada pishgan holda tanlab olindi. Quritish jarayoniga tayyorgarlik sifatida mahsulotlar −40°C gacha muzlatildi, so‘ngra vakuumli sublimatsion quritish kameralariga joylashtirildi. Tajriba jarayonida ishlatilgan qurilma avtomatik boshqaruv tizimi bilan jihozlangan bo‘lib, unda harorat, bosim va vaqt parametrlarini real vaqtda kuzatish va sozlash imkoniyati mavjud edi. Quritish jarayonida vakuum bosimi 0,05–0,1 Pa oralig‘ida saqlandi, harorat esa 20–40°C darajasida o‘zgartirildi. Har bir mahsulot turining quritilishi davomiyligi, energiya sarfi, shuningdek yakuniy quritilgan mahsulotning rang, tuzilma, ta’m va reydratsiya qobiliyati o‘lchandi. Shu bilan birga, mahsulotlarning quruq moddalar miqdori va organoleptik xususiyatlari ham baholandi. Tajriba davomida har bir parametrning mahsulot sifati va energiya sarfiga ta’siri tahlil


ISSN 3030-3907

qilindi, natijada optimal sublimatsiya sharoitlari aniqlanib, qurilma parametrlarini takomillashtirish uchun ilmiy asos yaratildi. Shu yo‘l bilan tadqiqot natijalari asosida energiya samaradorligi yuqori va mahsulot sifatini maksimal darajada saqlaydigan sublimatsion quritish texnologiyasi ishlab chiqildi, bunda har bir mahsulot turiga mos individual boshqaruv rejimlari joriy etildi va natijalar tajriba jarayonida qayta tekshirildi.

**1-Jadval.**

**Sublimatsiya jarayonining asosiy parametrlarining tavsifi**

| **Mahsulot turi** | **Boshlang‘ich harorat (°C)** | **Vakuum bosimi (Pa)** | **Sublimatsiya vaqti (soat)** | **Optimal quritish harorati (°C)** | **Natija (sifat va reydratsiya)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Olma | -40 | 0,05 | 18 | 22 | Rang va yumshoqlik saqlangan, yuqori reydratsiya |
| Nok | -40 | 0,06 | 20 | 23 | Tabiiy ta’m saqlangan, yuqori reydratsiya |
| Sabzi | -38 | 0,07 | 22 | 32 | Tuzilma va mikroelementlar saqlangan |
| Brokkoli | -38 | 0,08 | 24 | 34 | Vitaminlar saqlangan, qattiqligi mos |

1- Jadval mahsulotlar uchun sublimatsiya jarayonining asosiy parametrlarini boshlang‘ich harorat, vakuum bosimi, sublimatsiya vaqti va optimal quritish haroratini ko‘rsatadi. Ushbu parametrlar mahsulot sifatiga, energiya sarfiga va quritish samaradorligiga bevosita ta’sir qilishi sababli, jadval tadqiqotning eksperimental qismi sifatida muhim ahamiyatga ega. Jadval yordamida har bir mahsulot turi uchun optimal boshqaruv rejimini aniqlash va jarayonni takomillashtirish imkoniyati mavjud.



ISSN 3030-3907

**2-Jadval.**

**Quritilgan mahsulotlarning sifat ko‘rsatkichlari**

| Mahsulot turi | Rangni saqlash (%) | Ta’m sifati (%) | Rehydratsiya qobiliyati (%) | Quruq moddalar miqdori (%) | Umumiy baho (5 ballik) |
|---|---|---|---|---|---|
| Olma | 95 | 90 | 92 | 88 | 4,8 |
| Nok | 93 | 88 | 90 | 86 | 4,6 |
| Sabzi | 90 | 85 | 88 | 84 | 4,3 |
| Brokkoli | 88 | 83 | 85 | 82 | 4,1 |

2- Jadval esa quritilgan mahsulotlarning sifat ko‘rsatkichlarini rangni saqlash, ta’m sifati, qayta namlanish (rehydratsiya) qobiliyati, quruq moddalar miqdori va umumiy bahoni aks ettiradi. Ushbu jadval mahsulot sifatini baholash va jarayon parametrlarini mahsulot sifati bilan bog‘lashga yordam beradi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, optimal sublimatsiya sharoitlarini tanlash va boshqarish mahsulot sifatini maksimal darajada saqlash va energiya samaradorligini oshirish imkonini beradi.

**Tadqiqot muhokamasi.** Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, meva va sabzavotlarni sublimatsiya asosida quritish jarayonida jarayon parametrlarini optimallashtirish mahsulot sifatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Tajribalar davomida harorat, vakuum bosimi va sublimatsiya vaqti o‘zgarishi mahsulotlarning rang, tuzilma, ta’m va ozuqaviy qiymatiga sezilarli ta’sir qilgani aniqlangan. Masalan, olma va nokning sublimatsiyasi past harorat (20–25°C) va past bosim (0,05–0,07 Pa) sharoitida amalga oshirilganda, mahsulotning tabiiy rangi, yumshoqligi va reydratsiya qobiliyati maksimal darajada saqlangan. Shu bilan birga, sabzi va brokkoli kabi sabzavotlar biroz yuqoriroq haroratlarda (30–35°C) va ozroq uzaytirilgan vaqt davomida sublimatsiya qilinsa, ularning tuzilmasi, qattiqligi va vitaminlar miqdori yuqori darajada saqlangan. Avtomatik boshqaruv tizimi orqali jarayon parametrlarini real vaqtda kuzatish va sozlash energiya sarfini sezilarli darajada kamaytirganini ko‘rsatdi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, takomillashtirilgan qurilma modeli an’anaviy quritish usullariga nisbatan 20–25% energiya tejamkorligini ta’minlaydi. Shu bilan birga, quritish jarayoni davomida mahsulotlarning ichki strukturasida deformatsiyalar minimal bo‘lib, bu ularni qayta ishlash va iste’molga tayyorlash jarayonida sifatni saqlash imkonini beradi. Shuningdek, tajribalar sublimatsion quritish jarayonida muz kristallari hajmi va harorat-bosim kombinatsiyasining mahsulot sifati bilan bevosita bog‘liqligini ko‘rsatdi. Katta kristallarga ega mahsulotlar quritishda yumshoqlik va elastiklikni yo‘qotadi, kichik kristallarga ega mahsulotlar esa tabiiy tuzilmani saqlaydi. Shu sababli, jarayonni optimallashtirish va har bir mahsulot turi uchun individual boshqaruv rejimini ishlab chiqish juda muhimligi aniqlanadi. Natijalar shuni



ISSN 3030-3907

ko‘rsatadiki, sublimatsion quritish jarayonida energiya samaradorligini oshirish va mahsulot sifatini maksimal darajada saqlash uchun avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va optimal parametrlar majmuasidan foydalanish zarur. Tadqiqot davomida olingan ma’lumotlar asosida ishlab chiqilgan takomillashtirilgan qurilma modeli nafaqat ilmiy-amaliy jihatdan, balki sanoat ishlab chiqarish jarayonida ham yuqori samaradorlikka ega ekanligi tasdiqlandi. Shu bilan birga, ushbu tadqiqot natijalari meva va sabzavotlarni sublimatsiya asosida quritish texnologiyasini yanada rivojlantirish, energiya sarfini kamaytirish va mahsulot sifatini saqlash yo‘nalishida muhim ilmiy asos yaratdi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, meva va sabzavotlarni sublimatsiya asosida quritish jarayonida jarayon parametrlarini aniqlik bilan boshqarish mahsulot sifatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Tajribalar davomida harorat, vakuum bosimi va sublimatsiya vaqti mahsulotlarning rang, tuzilma, ta’m va ozuqaviy qiymatini saqlashda muhim omillar ekanligi aniqlangan. Masalan, olma va nokning sublimatsiyasi past harorat (20–25°C) va past bosim (0,05–0,07 Pa) sharoitida amalga oshirilganda, mahsulotning tabiiy rangi, yumshoqligi va reydratsiya qobiliyati maksimal darajada saqlangan. Shu bilan birga, sabzi va brokkoli biroz yuqoriroq haroratlarda (30–35°C) va uzaytirilgan vaqt davomida quritilganda, ularning tuzilmasi, qattiqligi va vitaminlar miqdori yuqori darajada saqlangan.

**Xulosa**. Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, meva va sabzavotlarni sublimatsiya asosida quritish jarayonini optimallashtirish va jarayon parametrlarini boshqarish mahsulot sifatini saqlash, energiya sarfini kamaytirish va quritish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot davomida harorat, vakuum bosimi, sublimatsiya vaqti va muz kristallari hajmi kabi parametrlarni aniqlik bilan boshqarish mahsulotning tabiiy rangi, tuzilmasi, ta’mi va vitaminlar miqdorini maksimal darajada saqlash imkonini berdi. Avtomatik boshqaruv tizimi yordamida qurilma energiya samaradorligini an’anaviy usullarga nisbatan 20–25% oshiradi va mahsulot ichki strukturasidagi deformatsiyalarni minimal darajada ushlab turadi. Shu bilan birga, har bir meva va sabzavot turiga mos individual boshqaruv rejimlarini joriy etish orqali qayta namlanish qobiliyati yuqori bo‘lgan sifatli quritilgan mahsulotlar olish mumkin. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, takomillashtirilgan sublimatsion quritish texnologiyasi nafaqat ilmiy-amaliy ahamiyatga ega, balki oziq-ovqat sanoatida energiya tejamkor va sifatli mahsulot ishlab chiqarish imkoniyatlarini kengaytiradi. Shu asosda, meva va sabzavotlarni sublimatsiya asosida quritish jarayonlarini yanada takomillashtirish va avtomatlashtirish yo‘nalishidagi tadqiqotlar davom ettirilishi tavsiya etiladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Krokida, M. K., & Philippopoulos, C. (2019). Drying Technology in Food Engineering. CRC Press.



ISSN 3030-3907

2. Rahman, M. S. (2021). Handbook of Food Preservation. Academic Press.
3. Mujumdar, A. S. (2020). Principles, Classification, and Selection of Dryers. Springer.
4. Aghbashlo, M., et al. (2022). "Intelligent control systems for freeze-drying processes in food industry." Journal of Food Engineering, 321, 110950.
5. Barresi, A. A., et al. (2020). "Optimization of freeze-drying processes for energy efficiency." Drying Technology, 38(3), 301–312.
6. Jangam, S. V., & Mujumdar, A. S. (2018). "Energy aspects in drying of foods: Review and analysis." Food and Bioproducts Processing, 106, 1–15.
7. Karimov, A., & Ergashev, B. (2023). “Sublimatsion quritish texnologiyasida energiya samaradorligini oshirish yo‘llari.” O‘zbekiston muhandislik jurnali, 4(2), 45–52.


ISSN 3030-3907

# “YANGI O‘ZBEKISTON ME’MORCHILIGI: AN’ANAVIYLIK VA ZAMONAVIYLIK UYG‘UNLIGI”

**Saidxonova Umida Ziyodullayevna**

***Toshkentdagi Turin politehnika universiteti. Qurilish muhandisligi va arxitektura kafedrasi dotsenti***

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada O‘zbekiston me’morchiligidagi milliylik va zamonaviylik uyg‘unligining o‘rni, bu boradagi tajribalar hamda Revit kabi zamonaviy texnologiyalarning bu jarayonda qanday rol o‘ynayotgani haqida tahliliy mulohazalar bayon qilinadi.

**Kalit so‘zlar:** Revit, BIM, milliy memorchilik, ornament, model, shaxarsozlik, zamonaviylik.

**Аннотация.** В статье представлены аналитические соображения о роли гармонии национализма и современности в архитектуре Узбекистана, опыт в этом отношении и роль современных технологий, таких как Revit, в этом процессе.

**Ключевые слова:** Revit, BIM, национальный памятник, орнамент, модель, городское планирование, современность.

**Abstract.** The article presents analytical considerations on the role of harmony of nationalism and modernity in the architecture of Uzbekistan, experience in this regard and the role of modern technologies such as Revit in this process.

**Keywords:** Revit, BIM, national monument, ornament, model, urban planning, modernity.

## Kirish

Har bir xalqning milliy o‘zligini belgilovchi asosiy mezonlardan biri bu – uning me’morchiligi, tarixiy yodgorliklari va madaniy makonlaridir. O‘zbekiston qadimdan buyuk sivilizatsiyalarning beshigi bo‘lib, o‘ziga xos me’moriy maktablar, madaniyatlar va uslublar rivoj topgan o‘lka sanaladi. Samarqand, Buxoro, Xiva, Toshkent va Termiz kabi qadimiy shaharlardagi me’moriy obidalar nafaqat xalqimiz tarixini, balki uning estetik qarashlarini, ma’naviy dunyoqarashini ham aks ettirib keladi.

Bugungi kunda Yangi O‘zbekiston taraqqiyotining asosiy maqsadi – milliy qadriyatlarimizni saqlagan holda zamonaviy jamiyatni barpo etishdir. Bu tamoyil arxitektura va dizayn sohasida ham o‘zining yorqin ifodasini topmoqda. Yurtimizda olib borilayotgan islohotlar, yangi qurilayotgan uy-joylar, ijtimoiy infratuzilma ob’ektlari va shaharsozlik loyihalari barchasi an’anaviylik va zamonaviylik uyg‘unligi asosida shakllanmoqda.

Mazkur maqolada O‘zbekiston me’morchiligidagi milliylik va zamonaviylik uyg‘unligining o‘rni, bu boradagi tajribalar hamda Revit kabi zamonaviy



ISSN 3030-3907

texnologiyalarning bu jarayonda qanday rol o‘ynayotgani haqida tahliliy mulohazalar bayon qilinadi.

O‘zbekiston me’morchilik san’ati dunyoga mashhur obidalarni yaratgan. Registon majmuasi, Mir Arab madrasasi, Pahlavon Mahmud maqbarasi, Kalon minorasi, Ulug‘bek rasadxonasi singari yodgorliklar nafaqat o‘z davrining, balki butun insoniyat madaniyatining bebaho durdonalaridir.

Milliy me’morchiligimiz islomiy tamaddun, turkiy an’analar va mahalliy urf-odatlarga asoslangan. Masjid, madrasa, maqbara va minoralar faqat binolar emas, balki ma’naviyat markazlari sifatida qurilgan. Shu bois, odamlar ularni hurmat bilan asragan. Me’moriy uslublarimiz mahalliy iqlim, yer-sharoit, mavjud qurilish materiallariga juda moslashgan. Masalan, paxsa, g‘isht, bezakli koshinlar – bular arzon, barqaror va estetik jihatdan boy qurilish yechimlari bo‘lgan. Shu bois, bu inshootlar asrlar davomida saqlanib qolgan.

Me’morchilik nafaqat funksional, balki badiiy jihatdan ham mukammal bo‘lgan. Rivoyatlarda aytilganidek, naqsh, ganchkorlik, koshinkorlik san’atlari har bir binoni o‘ziga xos asarga aylantirgan. Bu esa ularni faqat qurilish emas, balki milliy boylik sifatida qabul qilinishiga sabab bo‘lgan. Har bir bino – masjid, maqbara yoki madrasaning ramziy ma’nosi bor. Masalan, gumbazlar osmonni ifodalasa, minoralar ezgulikka chaqiruv belgisi sifatida talqin etilgan. Shu ma’naviy chuqurlik bu yodgorliklarni avloddan avlodga o‘tkazishga turtki bo‘lgan.

Me’morchilik maktablari va amaliy ustoz-shogird tizimi orqali bu san’at avloddan avlodga o‘tib kelgan. Bu esa me’moriy tajriba va uslublarning unutilmasligiga sabab bo‘lgan.

Milliy me’morchilik yodgorliklari xalqning tarixiy xotirasi va o‘zligini ifodalovchi ramzga aylangan. Shu bois ular har doim e’zozlangan, saqlangan va qayta tiklangan. Mustaqillikdan keyin bu holat yanada kuchaydi. Aynan shuning uchun Samarqand, Buxoro, Xiva kabi shaharlardagi me’moriy obidalar nafaqat O‘zbekiston, balki jahon miqyosida e’tirof etilib, UNESCO ro‘yxatiga ham kiritilgan.

Bugungi kunda O‘zbekiston shaharsozligi va me’morchilik sohasi muhim bosqichlardan o‘tmoqda. Yurtimizda yangi bino va inshootlar qurilishi jadallashgani barobarida, milliy me’moriy an’analarni zamonaviy arxitektura bilan uyg‘unlashtirishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri sifatida shaharning o‘ziga xos qiyofasini yaratish va tarixiy merosni asrab-avaylash vazifasi qo‘yilgan.

Quyidagi mezonlar asosida yangi binolarni yaratish talabi kun tartibiga chiqmoqda:

1. Milliy identifikatsiyani aks ettirish - Yangi binolar me’moriy qiyofasida O‘zbekistonning boy madaniy merosi va milliy an’analarini aks ettirish talab etiladi. Bu: ornamental bezaklar, mahalliy bezak uslublari (girih, islimiy, haft



ISSN 3030-3907

rang), fasadlarda va ichki bezaklarda milliy naqshlar, mahalliy qurilish materiallaridan foydalanish orqali ifodalanadi.

2 Hududning tarixiy va madaniy kontekstini hisobga olish - Har bir bino joylashgan hududning tarixiy va madaniy ruhini buzmasligi, aksincha, uni boyitishi zarur. Masalan, eski shahar markazlarida ko‘hna arxitektura bilan uyg‘unlikda qurish, madaniy yodgorliklar atrofida esa vizual muvozanatni saqlash talabi mavjud.

3. Zamonaviy texnologiyalar va barqarorlik - milliy me’morchilik uslublari zamonaviy qurilish texnologiyalari bilan uyg‘unlashishi kerak: energiya samarador materiallardan foydalanish, yashil arxitektura elementlari (tom bog‘lari, quyosh panellari), zamonaviy muhandislik yechimlari bilan jihozlash.

4. Foydalanuvchilar uchun qulaylik va estetik uyg‘unlik - binolar tashqi ko‘rinish bilangina emas, ichki makonida ham milliy ruhiyat va zamonaviy hayot talablari uyg‘unlashgan bo‘lishi kerak. Interyer dizaynda: mahalliy hunarmandchilik mahsulotlari, xalqona uslubdagi mebellar, zamonaviy ergonomik yechimlar bilan boyitish tavsiya etilmoqda.

5. Shaharning umumiy bosh rejasi va rivojlanish strategiyasiga moslik - har bir yangi bino shaharning umumiy bosh rejasi bilan uyg‘unlashgan bo‘lishi, vizual va funksional yaxlitlikni buzmasligi talab qilinadi. Shu bilan birga, ko‘chalar panoramasi va siluetida o‘zbek milliy me’moriy motivlarini davom ettirishi maqsadga muvofiq.

Milliy me’morchilikni saqlash degani faqat eski uslublarni nusxalash emas, balki ularning ruhini zamonaviy arxitektura vositalari bilan uyg‘unlashtirishdir.

Bugungi O‘zbekistonda yangi uy-joylar, ijtimoiy muassasalar, sanatoriylar, savdo markazlari, aeroportlar, dam olish maskanlari, zamonaviy bog‘lar qurilishida xalqimizning qadimiy an’analari bilan bir qatorda ilg‘or arxitektura yondashuvlari qo‘llanilmoqda. Misol uchun, Toshkent shahridagi Tashkent City, Yangi O‘zbekiston bog‘i, Islom sivilizatsiya markazi, Prezident maktablari binosi kabi loyihalarda zamonaviy dizayn va shaharsozlik printsiplari an’anaviy elementlar bilan uyg‘unlashtirilgan holda qurilgan.



**1-rasm. Toshkent shahridagi Tashkent City**



ISSN 3030-3907

Bugungi kunda zamonaviy binolarni milliy uslubda loyihalash jarayonida Revit dasturi va umuman BIM (Building Information Modeling) texnologiyasi juda katta ahamiyatga ega bo‘lib bormoqda. Quyida sizga bu jarayonda ushbu dasturlar qanday o‘rin tutishini tushuntirib beraman:

1. Milliy bezak va elementlarni raqamli modelga kiritish imkoniyati: Milliy me’moriy shakllar (gumbazlar, ravoklar, sharqona ustunlar, o‘ymakor panellar, girih naqshlar) murakkab geometrik shakllarga ega shu tufayli Revit orqali families (komponentlar) yaratib, ularni butun loyihada standartlashgan holda qayta-qayta qo‘llash mumkin. Bu an’anaviy milliy elementlarni zamonaviy konstruktiv tizimlar bilan integratsiya qilish imkonini beradi.

2. Uyg‘un masshtab va proporsiyalarni ta’minlash: Milliy me’moriy uslubda proporsiyalar juda muhim (masalan, ravok balandligi va eni, ustun oralig‘i). Revitning parametrik modeling imkoniyatlari yordamida an’anaviy proporsiyalarni avtomatik nazorat qilish va o‘zgartirishga imkon yaratadi. Bu esa milliy ruhiyatni saqlagan holda zamonaviy dizaynga erishishda yordam beradi.

3. Material va detal darajasida yuqori aniqlik: Milliy uslubda ishlatiladigan maxsus materiallar (marmar, kafel, ganch o‘ymakorligi) va bezaklar materiallar kutubxonasi orqali Revit modelida to‘liq aks ettiriladi. Bu real ko‘rinishga ega vizualizatsiya tayyorlash, va ishlab chiqaruvchilar bilan to‘g‘ri materiallar bo‘yicha ishlash imkonini beradi.

4. Muhandislik tizimlari bilan muvofiqlashtirish: Zamonaviy binolarda energiya samaradorlik va muhandislik tizimlari (HVAC, elektr, suv ta’minoti) juda katta ahamiyatga ega. BIM orqali an’anaviy milliy arxitektura shakllarini zamonaviy muhandislik tizimlari bilan uyg‘unlashtirib loyihalash mumkin. Bu esa estetikani buzmasdan barcha zamonaviy qulayliklarni yaratish imkonini beradi.

5. Hajm, xarajat va qurilish jarayonini aniq boshqarish: BIM modeli orqali qurilish uchun aniq hajmlar va smetalar olinadi. Bu milliy uslubdagi detallarni ishlab chiqarish va o‘rnatish bosqichida kamchiliklar va ortiqcha xarajatlarni oldini olishga yordam beradi. Qurilish jarayoni raqamli model asosida aniq nazorat qilinadi.

6. Ko‘p jamoa bilan samarali hamkorlik: Revitning ko‘p foydalanuvchili modeli orqali arxitektorlar, muhandislar, dizaynerlar va bezak ustalari bir model ustida hamkorlik qilishi mumkin. Bu milliy uslubdagi elementlarning konstruktiv tizimlar bilan to‘g‘ri uyg‘unlashishini ta’minlaydi.

Xulosa qilib aytganda Revit va BIM texnologiyasi bugungi kunda milliy uslubda zamonaviy binolarni loyihalash uchun milliy elementlarni raqamli modelda to‘liq ifodalash, an’anaviy proporsiyalar va estetikani saqlash, zamonaviy muhandislik tizimlari bilan uyg‘unlashtirish, qurilish va smetani aniq boshqarish, jamoaviy hamkorlikni yengillashtirish kabi bir qancha juda katta imkoniyatlar


ISSN 3030-3907

yaratmoqda. Shuning uchun ham bugungi kunda Islom Sivilizatsiyasi markazi, Silk Road Samarkand, Yangi O‘zbekiston bog‘i kabi loyihalarda Revit va BIM asosiy loyiha platformasi sifatida ishlatilmoqda.

Yangi O‘zbekiston me’morchiligi — bu o‘tmishdan ilhom olgan, bugungi kun texnologiyalariga asoslangan, kelajakka yo‘naltirilgan bunyodkorlik g‘oyasining yorqin ifodasidir. An’anaviylik va zamonaviylik uyg‘unligida barpo etilayotgan binolar nafaqat ko‘zni quvontiradi, balki xalqning ma’naviy dunyoqarashi, qadriyatlari va orzu-umidlarini o‘zida mujassam etadi. Revit kabi texnologiyalar arxitektor va dizaynerlarga milliy g‘oyalarni zamonaviy va aniq ifoda etish imkonini beradi. Yangi O‘zbekiston me’morchiligida bu vositalar orqali nafaqat texnik mukammallik, balki milliy ruh, ma’naviy mohiyat ham ifodalanmoqda.

Shunday ekan, biz — arxitektorlar, dizaynerlar, muhandislar, pedagoglar va yosh ijodkorlar uchun bu davr katta mas’uliyat va cheksiz imkoniyatlar davridir. Yangi O‘zbekiston qiyofasini yaratish – bu nafaqat loyihalashtirish jarayoni, balki tarix yaratishdir.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Autodesk Inc. Revit User Guide. Autodesk Official Documentation, 2024.
2. https://help.autodesk.com (https://help.autodesk.com/)
3. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 3rd Edition. John Wiley & Sons, 2018.
4. Utegenova, G., & Turabekova, G. Milliy me’morchilik merosi va zamonaviy dizayn. Toshkent Arxitektura va Qurilish Instituti nashriyoti, 2021.
5. Islom Sivilizatsiyasi markazi rasmiysi axborot materiallari va loyiha taqdimoti. Islom Sivilizatsiyasi Markazi, 2023.
6. https://islomcivilization.uz (https://islomcivilization.uz/)
7. “Silk Road Samarkand” Rasmiy Veb-sayti va loyiha taqdimotlari. Silk Road Samarkand, 2024.
8. https://silkroad-samarkand.com (https://silkroad-samarkand.com/)
9. O‘zbekiston Respublikasi Qurilish va Uy-joy Kommunal Xo‘jaligi Vazirligi. O‘zbekiston Respublikasida qurilish sohasini rivojlantirish strategiyasi – 2030. Toshkent, 2023.


ISSN 3030-3907

UDK 631.372:631.363

# O‘ZI YUK TUSHIRUVCHI QURILMALI KATTA HAJMLI TIRKAMAGA MAQBUL TRANSPORTYORNI ASOSLASH

**Astanov Bekzod Jangiboevich**
*O‘zR FA M.T. O‘rozboev nomidagi Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti katta ilmiy xodim, PhD*
**Xudayorov Muxiddin To‘lqin o‘g‘li**
*O‘zR FA M.T. O‘rozboev nomidagi Mexanika va Inshootlar seysmik mustahkamligi instituti tayanch doktoranti,*
*E-mail: xudayorovmuhiddin1996@gmail.com*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada katta hajmli o‘zi yuk tushiruvchi qurilmali tirkamaga mos keluvchi transportyorni tanlashda mavjud turdagi transportyorlarni konstruktiv jihatdan tahlil qilinib, maqbul varianti ishlab chiqildi.

**Kalit so‘zlar:** katta hajmli tirkama, o‘zi yuk tushiruvchi qurilma, lentali transportyor, plastinkali transportyor, skrebkali transportyor, plankali transportyor.

**Аннотатция:** В данной статье проведён конструктивный анализ существующих типов транспортёров при выборе подходящего транспортёра для прицепа большой грузовместимости с саморазгружающим устройством, и разработан его оптимальный вариант.

**Ключевые слова:** прицеп большой грузовместимости, саморазгружающее устройство, ленточный транспортер, пластинчатый транспортер, скребковый транспортер, планчатый транспортер

**Abstract:** This article provides a structural analysis of existing types of conveyors in the selection of a suitable conveyor for a high-capacity trailer with a self-unloading device, and develops its optimal variant.

**Key words:** high-capacity trailer, self-unloading device, belt conveyor, plate conveyor, scraper conveyor, slat conveyor

## Kirish

Yurtimiz qishloq xo‘jaligida dalalardagi hosilni yig‘ib olishda hajmi oshirilgan bunkerli o‘rim-yig‘im mashinalaridan keng qo‘llanilmoqda. Bu mashinalarda yig‘ilgan hosilni daladan tashib ketishda katta hajmli tirkamalarga ehtiyoj tug‘ilmoqda. Ushbu muammoni hal qilishda “Qishloq xo‘jaligi mashinasozligi konstruktorlik-texnologik” markazi bilan hamkorlikda olib borilgan ilmiy-tadqiqot ishlari asosida paxta xomashyosi va boshqa turdagi yengil hamda hajmli yuklarni tashishga mo‘ljallangan yangi turdagi katta hajmli tirkama loyihasi ishlab chiqildi [1].

Ushbu yangi tirkamaning ishchi hajmi 40 $m^3$ bo‘lib, o‘zi yuk tushiruvchi qurilma transportyor bilan jihozlanadi (1-rasm). Yuk tushirish jarayoni oson va tez bo‘lishi transportyor turiga bog‘liq [2].



ISSN 3030-3907



**1-rasm. Loyihalangan o‘zi yuk tushiruvchi qurilmali tirkama**

Ushbu tirkama odatiy turdagi tirkama (2ПТС-4,5-793А-23А)lardan hajmining bir necha barobar kattaligi va boshqa jihatlari bilan farq qiladi (1-jadval). Natijada ortiladigan yuk bir necha barobar ortishi ushbu tirkamada o‘zi yuk tushiruvchi qurilmadan foydalanish zaruratini keltirib chiqaradi [2].

**1-jadval**

**2ПТС-4,5-793А-23А va loyihalangan tirkamaning tavsiflari**

| № | Ko‘rsatkichlarning nomlanishi | Birligi | Loyihalangan tirkama | 2ПТС-4,5-793А-23А |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Maksimal harakatlanish tezligi | km/soat | 30 | 35 |
| 2. | Yuklanadigan yukning maksimal og‘irligi | kg | 12000 | 4000 |
| 3. | Koleya | mm | 1800 | 1800 |
| 4. | Baza | mm | 6375 | 2300 |
| 5. | Kuzov hajmi | $m^3$ | 40 | 13 |
| 6. | Gabarit o‘lchamlari:<br>- uzunligi<br>- eni, katta emas<br>- balandligi, katta emas | <br>mm<br>mm<br>mm | <br>10285<br>2500<br>3800 | <br>6060<br>2500<br>3000 |

Qishloq xo‘jaligida yuklarni bir yerdan boshqa yerga ko‘chirish, ularni yuklash va tushirishni osonlashtirish turli xil transportyorlar qo‘llaniladi. Masalan, lentali, plastinkali, skrebkali yoki plankali va boshqa transportyorlar. Loyihalangan tirkama uchun mos keluvchi transportyorni tanlashda tirkama tashuvchi yuklar tavsifidan kelib chiqish kerak. Loyihalangan tirkamada asosan silos, paxta, organik o‘g‘it, somon yoki pichan kabi yuklar tashiladi. Tashiladigan yuklarning tavsifida



ISSN 3030-3907

tashqi va ichki ishqalanish koeffitsientlari, zichliklari kabi kattaliklar inobatga olinadi.

Tirkamaning o‘zi yuk tushiruvchi qurilmasini loyihalash jarayonida oldingi qilingan konstruktiv ishlar tahlil qilindi [3].

Jumladan, lentali transportyorlar qishloq xo‘jaligida umuman sanoatda juda keng qo‘llaniladi. Chunki, u sochiluvchan yuklarni tashishdan tortib donali yuklarni tashishda ham qulay. Tashish tezligi 6…8 m/s, samaradorligini 20000 va hatto 30000 t/soatgacha oshirish mumkin. Ushbu holatda lentali transportyorlarning katta ulushiga (70 % dan ko‘p) 500 m uzunligi uchun 400 kVt quvvatli yuritma zarur [4]. Bu juda katta quvvat sarfi hisoblanadi. Undan tashqari ushbu turdagi transportyorlardan foydalanishda tashiladigan yuk bilan lenta orasidagi ishqalanish koeffitsienti yuqori bo‘lishi kerak, aks holda transportyor harakatlangani bilan yuk bir joyda turib qolishi mumkin. Yana bir kamchilik lentali transportyorda lentaning tarangligi muhim ahamiyatga ega bo‘lib, uni ta’minlash konstruksiyaning murakkablashishiga olib keladi.



**2-rasm. Lentali transportyor umumiy ko‘rinishi**

Loyihalangan tirkamaning o‘zi yuk tushiruvchi qurilmasida lentali transportyordan foydalanishda yuqoridagi kamchiliklar imkoniyat bermasligi mumkin.

Plastinkali transportyorlar lentali transportyorga o‘xshash bo‘lib, farqi lenta o‘rniga metall plastinalar o‘rnatilgan bo‘ladi. Bu turdagi transportyorlar asosan og‘ir sanoatda keng qo‘llaniladi. Metall plastinalar asosan quyma sanoatida qo‘llashga imkon beradi. Ish samaradorligi 2000 t/soat bo‘lib, tezligi ko‘pincha 0,35 m/s (ba’zida 1 m/s gacha) bo‘ladi [5]. Ushbu transportyorning kamchiligi uni yasash uchun katta metall sarfi talab qilishi, o‘z navbatida massaning ortib ketishi va bunga mos ravishda katta quvvat talab qiladi. Bu kamchiliklar loyihalangan tirkama o‘zi yuk tushiruvchi qurilmasida qo‘llashga imkon bermaydi.



ISSN 3030-3907



**3-rasm. Plastinkali trasportyor umumiy ko‘rinishi**

Skrebkali transportyorlar yuqorida keltirilgan transportyorlardan farqi, bunda yuk nov (lotok) ichida skrebka (yoki to‘siq) yordamida harakatga keltiriladi. Skrebkali transportyorlar turli xil yuklarni tashishda keng qo‘llaniladi. Bu turdagi transportyorlar lentali transportyorga qaraganda konstruksiya sodda, plastinkaliga qaraganda massasi yengil bo‘ladi. Skrebkali transportyorda yuk 0,16…0,4 m/s (ba’zan 1 m/s) tezlikda harakatlanadi. Ish samaradorligi 350 t/soat bo‘lib, transportyor uzunligi 100 m dan oshmaydi. Skrebkali transportyorlarning bir nechta turlari bor, bular, ikkita zanjirli, bitta zanjirli, plankali, ochiq novli, yopiq novli va boshqalar [4]. Skrebkali transportyorning ushbu tavsiflari kam quvvat sarf qilishini belgilaydi. Undan tashqari konstruksiyaning qulayligi ekspluatatsiya qilishda qiyinchilik tug‘dirmaydi. Shundan kelib chiqqan holda tirkama uchun ushbu transportyordan foydalanish ma’qul variant hisoblanadi.



**4-rasm. Skrebkali transportyorning umumiy ko‘rinishi**

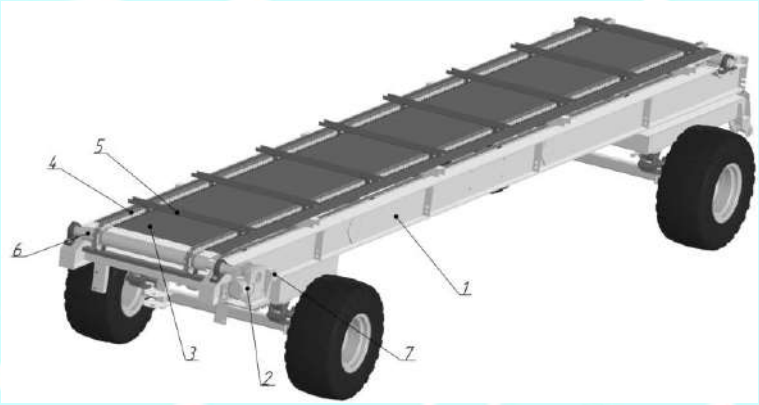
Lekin ushbu transportyordan tirkamaning o‘zi yuk tushiruvchi qurilmasiga qo‘llashda bitta muammo yuzaga kelishi mumkin ya’ni skrebkaning balandligi



ISSN 3030-3907

tirkama tagida harakatlanganda tirkama ramasiga tegib harakatlanishi cheklanishi mumkin.

Yuqorida keltirilgan ma’lumotlarni inobatga olib katta hajmli tirkamaning o‘zi yuk tushiruvchi qurilmasi (5-rasm) loyihalandi. Bu orqali odatiy ag‘daruvchi tirkamalarga qaraganda tirkamani ag‘darmasdan to‘kish imkoniyati yuzaga keladi.




**5-rasm. O‘zi yuk tushiruvchi qurilma o‘rnatilgan tirkama shassisi: 1-tirkama shassisi; 2-o‘zi yuk tushiruvchi qurilma reduktori; 3-tirkama platformasi; 4-harakat uzatuvchi zanjir; 5-plankalar; 6-yetaklovchi val; 7-gidromotor**

O‘zi yuk tushiruvchi qurilmaning uzunligi 8 m bo‘lib ikkita zanjirli (4) va unga ko‘ndalang mahkamlangan plankalar (5)dan iborat. Yuk tushirish jarayonida qurilmani harakatga keltirish uchun traktor yoki energiya manbasidagi gidronasosdan gidromotor (7) ga va undan reduktor (2) ga kuch uzatiladi va natijada qurilma harakatga keltiriladi. Bu holda traktor yoki energiya manbasiga yuklanish tushmaydi va ularda turli xil nosozliklar keltirib chiqish oldi olinadi.

Xulosa qilib aytganda yuqorida keltirilgan transportyorlarni nazariy va konstruktiv tahlil qilish natijasida katta hajmli tirkama o‘zi yuk tushiruvchi qurilmasiga mos keluvchi transportyor tanlandi. Tanlangan transportyorning konstruksiyasi soddaligi, massasining yengilligi qo‘llashda katta imkoniyat yaratadi.

Maqola O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi M.T. O‘rozboyev nomidagi Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti byudjet mablag‘lari hisobidan bajarilgan.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: Создание промышленного образца тракторного прицепа повышенной вместимости для современных хлопкоуборочных машин (промежуточный) ГНТП ИЛ-462106970.
2. Astanov B.J., Xudayorov M.T., Akbaraliyev A.A. Qishloq xo‘jaligida qo‘llaniladigan o‘zi yuk tushiruvchi tirkamalarning konstruktiv tahlili // Research and education. 2024, Vol. 3, No. 3, pp. 16-20.


ISSN 3030-3907

3. Astanov B.J., Xudayorov M.T. O‘zi yuk tushiruvchi tirkamalar patentlari tahlili // Development of Specialized Higher Education and Science in the Conditions of Globalization: Problems and Opportunities. International Scientific Conference, April 9–10, 2025, Tashkent, Uzbekistan.
4. Зенков Р.Л. и др. Машины непрерывного транспорта: Учебник для студентов вузов. М.: Машиностроение, 1987, 432 с.
5. Спиваковский А.В. Транспортирующие машины. Уч. пособие для машиностроительных вузов. Рассмотрены конструкции и расчет основных типов транспортирующих машин непрерывного действия: конвейеров, эскалаторов, элеваторов и др. М.: Машиностроение, 1983, 487 с.


ISSN 3030-3907

O‘UK: 677.021.164.037.31.001.76

# MAHALLIY JUN TOLASINI TITISH – TOZALASH USKUNASIDA TITILGANLIK KO‘RSATKICHINI TADQIQ QILISH VA TOZALASH SAMARADORLIGINI ANIQLASH USLUBLARI

**Mustafokul Urozov Kulturayevich**
***TerDMAU. t.f.d., v.b professor***
**Davron Jurayev Amir o‘g‘li**
***TerDMAU. t.f.f.d., dotsent***
**Abdirashidov Xumoyiddin Abdumuxammad o‘g‘li**
***TerDMAU. assistent:***
***E-mail: Xumoyidin2405@gmail.com***

**Annotatsiya:** Bu maqolada mahalliy jun tolasini titish – tozalash uskunasida titilganlik ko‘rsatkichini tadqiq qilish va tozalash samaradorligi aniqlash uslublari o‘rganilgan. Barabanga to‘g‘ri 90 qiyalikda o‘rnatilgan qoziqchalar shakli qiya yoysimon holatda yasab o‘rnatilgan.

**Kalit so‘zlar:** jun, tola, ifloslik, qoziqchali baraban, xomashyo bunkeri, tozalash.

**Аннотация:** В статье рассмотрены методы исследования индекса просеивания и определения эффективности просеивания в очистно-сортировочном оборудовании для шерсти местного производства. Штабеля установлены под углом 90° к барабану и расположены в форме косой дуги.

**Ключевые слова:** шерсть, волокно, грязь, ворсовый барабан, сырьевой бункер, очистка.

**Abstract:** This article studies the methods of studying the index of the sieving and determining the efficiency of the sieving in the local wool fiber sieving-cleaning equipment. The piles are installed at a 90° angle to the drum and are arranged in an oblique arc shape.

**Keywords:** wool, fiber, dirt, pile drum, raw material bunker, cleaning.

## Kirish.

Jun tolasi boshqa to‘qimachilik tolalariga nisbatan ifloslanish darajasi yuqori bo‘ladi. Jun tarkibida ikki xil ifloslik bo‘ladi: hayvonning o‘zidan ajralib chiqqan ifloslik va hayvonga bog‘liq bo‘lmagan iflosliklar. Hayvonga bog‘liq bo‘lmagan ifloslikka - ma’danlar, o‘simliklar, ozuqalar, tuproq kabilarning bo‘laklari kiradi [1; 789-791 b.]. Junni dastlabki ishlash korxonalarida asosiy jarayon titish-tozalash hisoblanib, jun tolasining sifati va tannarxini belgilab beradi. Jun tarkibidagi ifloslik o‘rtacha 40-70 % ni tashkil etadi. Jun tolasi asosan 2 xil usulda tozalanadi: mexanik va kimyoviy usullarda. Mexanik usulda jun tolasi titish-tozalash agregatlari yordamida zarba kuchi orqali, kimyoviy usulda esa eritma va ishqorlar yordamida yuvib tozalanadi [2; 22-47 b.]. Dastlab saralangan jun tolalari qo‘l mehnati yordamida navlarga ajratiladi va titish-tozalash



ISSN 3030-3907

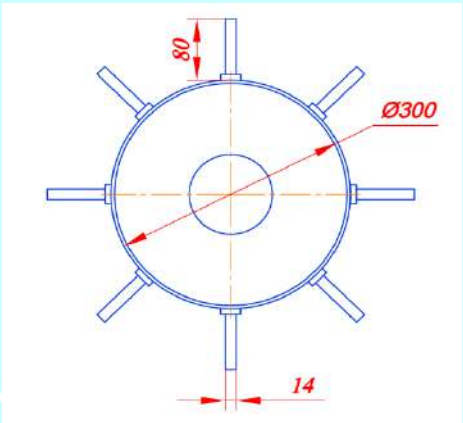
agregatlariga ta’minlagich yordamida uzatib beriladi. Qoziqchali barabanlardan tashkil topgan titish-tozalash agregatlari tola tutamini titib, tarkibidagi ifloslik chiqindilarni tozalashga yordam beradi [3; 305 b.].

**Tadqiqot metodologiyasi.** Hozirgi vaqtda mamlakatimizdagi junni dastlabki ishlash korxonalarida asosan 2BT-150Sh uskunasi ishlatilmoqda (1-rasm). Junni titish-tozalash jarayoni uskunaning qoziqchali baraban va kolosnikli panjaralari yordamida amalga oshiriladi [4; 3-4 b.]. Titish uskunalarida titish jarayoni tozalash jarayoni bilan birgalikda amalga oshadi va ushbu jarayonlar asosiy deb hisoblanadi. Jun tolasini tozalashda tola va iflosliklar o‘rtasidagi bog‘lamni (ilashuvchanlik kuchini) yo‘q qilish yoki kamaytirish orqali ifloslik ajratib tashlanadi.

Mavjud uskunani qoziqchali barabanlari ikkita bir xil tuzilishga ega bo‘lib, asosan birinchi baraban titish, ikkinchi baraban tozalash jarayonini amalga oshiradi. Qoziqchali baraban diametri 300 mm, qoziqlar uzunligi 80 mm, umumiy qoziqcha bn baraban birgalikda 460 mm ni tashkil qiladi. Qoziqcha diametri (qalinligi) 14 mm silindrsimon shaklda bo‘lib, barabanga 90° gradus burchak ostida o‘rnatilgan. Uskunada jun o‘ralib, tiqilib qolmasligi uchun texnologik tirqishlar quyidagicha:

Ta’minlash valigi – birinchi baraban +10...15 mm
Birinchi – ikkinchi baraban +10 mm
Qoziqchali baraban – kolosnikli panjara +25 mm.

Bitta barabanda 8 qator qoziqcha bo‘lib, to‘rtta qatorida 4 tadan, qolgan to‘rtta qatorida esa 5 tadan, jami 36 ta qoziq, ikki barabanda 72 ta qoziq bor. Birinchi baraban aylanish tezligi-12,5 m/s, (750 ayl/daq), ikkinchi baraban 14,3 m/s, (858 ayl/daq) ga teng. Junni mayin yoki dag‘alligiga, ifloslanish darajasiga qarab qoziqchalar shakli tanlanadi. Quyida mavjud uskuna qoziqchali barabanining tuzilishi keltirilgan (1-rasm).




**1-rasm. 2BT-150SH titish-tozalash uskunasini qoziqchali barabani**

Tadqiqotlar natijasida mavjud uskunani qoziqchali barabanida yuzaga keladigan kamchilliklar quyida keltirib o‘tilgan:


ISSN 3030-3907

- ta’minlovchi valiklar uzatib bergan jun tutamini barabanga 90° o‘rnatilgan qoziqlar yon tomoni bilan zarba beradi, barabanni aylanish tezligi, jun tutamini qattiqligi tufayli qoziqchalar qarshilikka bardosh bera olmasdan egilib va sinib ketadi;

- barabanga 90° o‘rnatilgan qoziqchalar jun tutamini yorib kira olmaydi, natijada jun tutami to‘liq titilmaydi;

- to‘liq titlmagan jun ikkinchi barabanda ham tozalanmasdan uskunadan chiqib ketadi, natijada uskunani tozalash samaradorligi, junni sifat ko‘rsatkichlari pasayadi;

Birinchi barabanda titilgan jun ikkinchi barabanda tozalanadi. Titilgan jun tarkibidagi iflosliklarni ajratish asosan baraban diametri va qoziqchalarga bog‘liq.

- jun tutami titilgandan so‘ng hajmi kengayadi, sababi birinchi barabanga jun tutam bo‘lib kiradi, ikkinchi barabanga titilgan holda kiradi. Mavjud uskunani ikkinchi baraban diametri 300 mm, ya’ni baraban va kolosnikli panjara orasidagi masofa kichkina bo‘lganligi sababli, jun to‘liq tozalanmasdan novdan chiqib ketadi.

- mavjud uskunani ikkinchi barabanida qoziqlar uzunligi 80 mm, bu esa savash, ya’ni junni tozalashda juda kalta hisoblanadi. Savash jarayoni yaxshi yo‘lga qo‘yilmaydi.

- titilmagan jun sig‘imi bilan titilgan jun sig‘imi farqlanadi, shu sababli ikkalasi ham bir xil baraban bo‘lganligi uskunaning tozalash samaradorligi, ish unumdorligini pasaytiradi. Birinchi barabanga kirgan jun tutami titilgandan keyin zichligi kengayadi, natijada ikkinchi barabanda tola tiqilishi, tozalanishga ulgurmasdan tola chiqish novidan chiqib ketishi kuzatiladi.

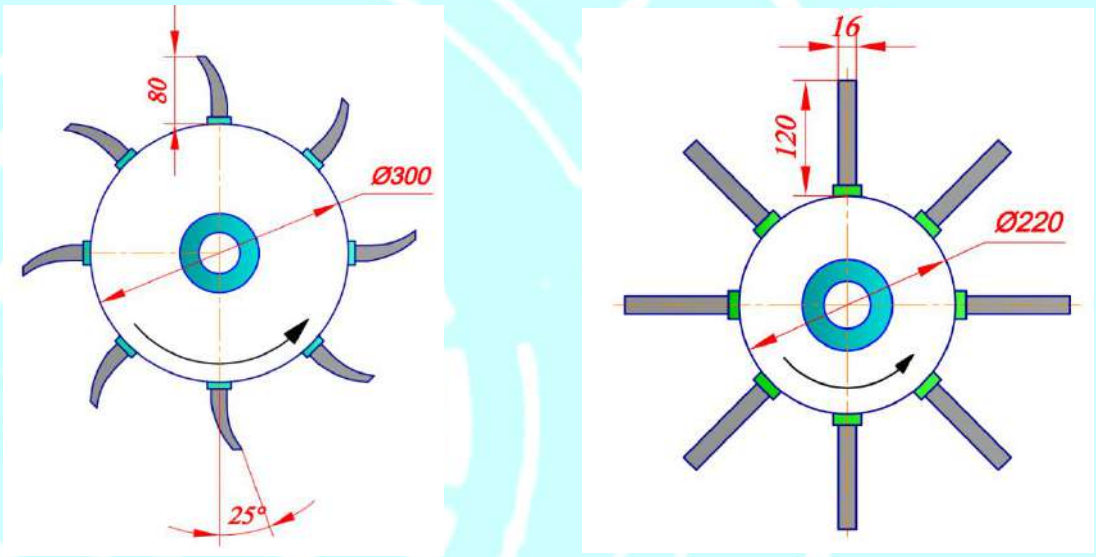
Yuqoridagi kamchilik va muammolarni bartaraf qilish maqsadida, titish uskunasining qoziqchali baraban va qoziqchalari takomillashtirildi.

Taklif etilayotgan uskunani qoziqchali barabani quyidagicha tuzilgan: Birinchi barabanda – qoziqlar qatori 8 ta, jami soni 36 ta, ya’ni 4 qator 4 tadan,

4 qator 5 tadan. Baraban diametri 300 mm, qoziqlar uzunligi 80 mm, qiyaligi 25°, umumiy qoziqchali baraban diasmetri 460 mm. Birinchi baraban titilmagan jun tutamini titish uchun mo‘ljallangan (2a-rasm).

Ikkinchi barabanda – qoziqlar qatori 8 ta, har bir qatorda 5 tadan qoziqlar soni 40 ta. Baraban diametri 220 mm, qoziqlar uzunligi 120 mmdan, qoziq diametri 16 mm, umumiy qoziqchali baraban diametri 460 mm. ikkinchi baraban birinchi barabanda titilgan jun tarkibidagi iflosliklarni ajratish (tozalash) uchun mo‘ljallangan (2b-rasm).


ISSN 3030-3907




a) b)

**2-rasm. Taklif etilayotgan qoziqchali barabanlarning ko‘rinishi**

**Tahlil va natijalar.** Titish jarayoni jun tolalarini begona aralashma va iflosliklardan bo‘laklarga ajratish, yumshatish va tozalash maqsadida amalga oshiriladi. Titish samaradorligi junni yumshatish darajasi, jipslanib qolgan junlar massasining kamayishi va junni iflosliklardan tozalash darajasi bilan baholanadi [5; 87-89 b.].

Olib borilgan tajribada junning hajmini aniqlash uchun maxsus idish to‘ldiriladi va ustiga 1 $m^3$ hajmdagi jun uchun 10 kg yuk qo‘yilgan. Hajm quyidagicha aniqlanadi: jun tolasi idishga qo‘l yordamida solinadi, ustiga to‘rli qopqoq qo‘yiladi va yuk bilan bosiladi.

Yukning ta’siri ostida jun tutami siqiladi, so‘ng jun tolasi egallagan maydon hajmi aniqlanadi, vazni va jun tolasining hajmiy og‘irligi hisoblab chiqiladi, kg/$m^3$. Sig‘im hajmi quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

$$V = V_n + V_k = \pi R^2 H + \frac{\pi h}{3}(R^2 + r^2 + Rr); \quad (1)$$

bunda, $V$ – idishning hajmi $sm^3$;

$V_n$ – idishning silindrik qismining hajmi, $sm^3$;

$V_k$ – idishning konussimon qismining hajmi, $sm^3$.

So‘ngra bochkaning bo‘sh qismining hajmi hisoblanadi, ($sm^3$)

$$V_n = \pi R^2 H_1 \quad (2)$$

bunda, $H_1$–idishning bo‘sh qismining balandligi, sm.

Junning hajmiy og‘irligi g/$sm^3$

$$\eta = \frac{G}{V_{sh}} = \frac{g_1 - g_2}{V - V_n} \quad (3)$$

bunda: $G$ –jun tolasining haqiqiy vazni, g;

$V_{sh}$- idishning jun solingan hajmi, $sm^3$;

$g_1$ –idishning to‘liq vazni, kg;



ISSN 3030-3907

$g_2$ –idishning bo‘sh qismining vazni, kg.

Jun tolasining titilish darajasi titilmagan jun tutamlarining vazni bilan ham baholanadi, og‘irligi past bo‘lsa, tolali material shunchalik titiladi. Jun tolasini titilganlik darajasini aniqlashning yana bir usuli mavjud: Uskunadan chiqqan jun bo‘laklari ikkiga: titilgan jun va yaxshi titilmagan jun tolalariga ajratiladi. Solishtirish va taqqoslash yordamida titilganlik ko‘rsatkichi aniqlanadi. Sinov tajribalari o‘tkazilgan vaqtda titilmagan jun bo‘laklarining umumiy vazni uskunadan keyin 150 g miqdorida olish tavsiya etiladi. Titilmagan jun bo‘laklarining og‘irligi aniqlagandan so‘ng, junning titilish darajasi foizda hisoblab chiqiladi [6; 543-545 b.]. Jun xomashyosini ta’minlash valiklarida tiqilib qolishi eng muhim texnologik va iqtisodiy jarayondir, chunki u nafaqat xomashyoning holatini, hamda dastlabki ishlashning texnologik jarayonini ham belgilaydi. Uskunada tola tiqilib qolishining asosiy sababi, tarkibidagi ifloslikning yuqoriligidir. Titilish darajasi jun tolasini chigalligi va tekisligi, shuningdek ularning ilashish darajasiga ham bog‘liq. Jun tolasidagi ifloslik tarkibini aniqlash hozirgi kungacha eng ko‘p vaqt sarflaydigan jarayon bo‘lib qolmoqda.

Titish samaradorligining yana bir ko‘rsatkichi titish jarayonida jun tolalari uzunligining qisqarishi bilan ham belgilanadi. Tola uzunligini qisqartirish salbiy xususiyat bo‘lib, bu mexanik ta’sir natijasida tolaning qisqarishi bilan bog‘liq. Jun uzunligini aniqlash usuli quyidagicha: jun tolasidan o‘rtacha 25 grammdan uchta namuna olinadi, ulardan bittasi zaxirada saqlanadi. Ikkitasi esa orgonaleptik usulida alohida tolalar to‘plamiga bo‘linadi va har bir to‘plamdan to‘rtdan bir tola olinadi. Taxminan 5 g og‘irlikdagi har bir namunadan olingan jun miqdori alohida qismlarga taraladi va metall taroq orqali tekislanadi. Bu namunalarni har birining tolalari taroqli analizator yordamida to‘g‘rilanadi va parallellashtiriladi. Keyin ular qo‘l bilan qirqiladi, shunda tolalar umumiy asosga ega bo‘ladi. Har bir namunadan 5 g og‘irlikdagi ikkita shtapel olinadi. Keyingi bosqichda tolalar guruhlarga va sinflarga ajratiladi, ularning uzunligi 10 mm ga teng.

Bitta uskuna uchun tolali mahsulotni tozalash samaradorligi quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$R = (S_{ch} / S_T) \cdot 100\ [\%] \qquad (4)$$

$S_{ch}$ – 1 tonna aralashmaga ishlov berilganda ajralgan chiqindilar tarkibida mavjud qattiq iflosliklar va xas cho‘plar, kg.

$S_T$ – 1 tonna aralashma tarkibidagi qattiq ifloslik va xas cho‘plar, kg.

Titish-tozalash jihozi uchun tolali mahsulotni tozalash samaradorligi quyidagi formula bilan aniqlanadi: [60; 41 b.].

$$R_{agr} = (S_{ch1} + S_{ch2} + \ldots S_{chn}) / S_T \cdot 100\ \% \qquad (5)$$

$S_{ch1}$, $S_{ch2}$, ... $S_{chn}$ – alohida uskunalarning chiqindilari tarkibidagi qattiq ifloslik va xas cho‘plar, kg (1tonna aralashmaga ishlov berilganda).



ISSN 3030-3907

Tozalash uskunalari texnologik ko‘rsatkichlarining asosiylaridan biri ish unumdorlik bo‘lib, uskunaning tuzilishiga qarab har xil variantda aniqlanadi. Qoziqchali barabanli tozalash uskunasi uchun ish unumdorlik quyidagi formula yordamida aniqlanadi (7; 114-115 b.).

$$P = 3{,}6l\ /Tl_i\ F\rho\eta\varphi \qquad (6)$$

bu yerda:

$T = lu\ /VJ$ –junning tozalagichda o‘rtacha bo‘lish vaqti;

$lj$ – tozalagichda junni yurish yo‘li;

$Vj$ –junning o‘rtacha tezligi;

$lu$ – tozalash barabanining ishchi uzunligi;

$F$ – tozalash zonasidagi junning model sirti;

$\rho$ – tozalash zonasidagi junning zichligi;

$\eta$ – to‘rli sirtdan foydadanish koeffitsenti, $\eta = 0{,}25\text{-}0{,}36$;

$\varphi$ – tozalash uskunasidan foydalanish koeffitsenti.

Ma’lumotlarni qayta ishlash va ularni hisoblash 1-jadvalda keltirilgan.

**1-jadval**

**Tajriba - sinov natijalari**

| № | Ko‘rsatkichlar | Mavjud texnologik jarayon | | Taklif etilayotgan texnologik jarayon | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Kuzgi | Bahorgi | Kuzgi | Bahorgi |
| 1 | Namlik darajasi, % | 10,2 | | | |
| 2 | Junni titishdan oldingi zichligi, kg/m$^3$ | 49,7 | | | |
| 3 | Junni titishdan keyingi zichligi, kg/m$^3$ | 37,9 | 32,5 | 26,7 | 24,4 |
| 4 | Dastlabki ifloslik, % | 23,2 | 27,0 | 25,8 | 29,3 |
| 5 | Tozalash samaradorligi, % | 13,7 | 11,8 | 19,6 | 17,7 |
| 6 | Kalta dag‘al tolani ajralishi, % | 3,5 | 1,7 | 4,8 | 2,6 |
| 7 | Tola uzunligining qisqarish darajasi, % | 0,82 | 0,74 | 0,63 | 0,41 |
| 8 | Ish unumdorligi, kg/h | 670 | | 820 | |

Mahalliy dag‘al jun tolalarini titish jarayonidan oldin zichligi aniqlangan. Junning zichligi 52 kg/m$^3$, ni tashkil qiladi. Titish jarayonida jun zichligini 45-20% gacha pasaytirishga ruxsat beriladi. Junning zichligi 20% dan ortiq pasayishi, chiqayotgan tola shikastlanishiga olib keladi va kalta tolalarning 10% dan oshishiga sabab bo‘ladi.



ISSN 3030-3907

Titish samaradorligiga ta’minlovchi qurilma, qoziqchali baraban va kolosnikli panjara ta’sir qiladi. Ta’minlash jarayonidagi xomashyoning og‘irligi bo‘yicha notekisligini aniqlash uchun enining uchdan bir qismini namuna sifatida ishlatiladi. Uzunligi 1 m bo‘lgan uchta namuna tanlab olinadi, har bir namunalarning og‘irligi yig‘indisini aniqlashda 1g aniqlikkacha o‘lchanadi. Shuningdek namunaning og‘irligi 100% deb olinadi.

Yuqorida keltirilgan ko‘rsatkichlar titish-tozalash samaradorligini to‘liq baholash uchun etarli. Barcha tahlillar davlat standartlarida keltirilgan metodikalar bo‘yicha aniqlandi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Урозов М.К., Тошбеков О.А., Рахимова К., Бобомуродов Э. Жун толаси диаметри ва нотекислиги аниқлаш. Eurasian Journal Of Academic Research. 2022. Vol 2, № 13. P. 789–791.

2. О.А.Тошбеков. Маҳаллий дағал жун толаси асосида нотўқима матолар олиш технологиясини ишлаб чиқиш. Дис.…т.ф.ф.д.-Тошкент, Пахтасаноат илмий маркази, 2023. 22-47 б.

3. Липенков Я.Я. Общая технология шерсти. Москва.: Легпромбытиздат, 1986. – 305 б.

4. Жураев Д.А., Урозов М.К., Янгибоев Р.М. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРЯДИЛЬНО-ОЧИСТИТЕЛЬНОГО УЗЛА ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 7(112). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15725 (дата обращения: 14.07.2023)

5. Д.А.Жўраев. Маҳаллий дағал жун таркибидаги майда ва йирик ифлосликларни тозалаш технологиясини такомиллаштириш. Дис.…т.ф.ф.д.-Тошкент, Пахтасаноат илмий маркази, 2024. 67-74 б.

6. Xakimov Sh.Sh., Ismoyilov F.B., Sayfullaev S.S., Ziyodullaeva X.C. “Junni titish texnologiyasida maxsulotga ta’sir qiluvchi omillar” Zamonaviy ishlab chiqarishning muhandislik va texnologik muammolarini innovatsion yechimlari”, xalqaro ilmiy anjuman materiallari 2 tom 2019 g. Buxara-2019 543-545-b

7. Toshbekov O.A., Urozov M.Қ. Исследование параметоров строения жаккардовы тканий // Илмий ва инноватsiя фаолиятни ривожлантириш бўйича давлат бошқаруви тизими такомиллаштириш - давр талаби. IV - Халқаро конференция. 18-декабр 2020. 114-119 б.

8. A.Pirmatov. “Yigirish texnologiyasi”. Darslik – Toshkent.: Adabiyot uchqunlari 2021 y. 36-59 bet.



ISSN 3030-3907

# "MATERIALLAR QARSHILIGI" FANINI O‘QITISHDA PEDAGOGIK VA AXBOROT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH

**Xudaynazarov Dilshod Xushvaqtovich**
*Toshkent Davlat Texnika Universiteti*
*E-mail: Xudoynazarov.Dilshod@inbox.ru*
**Axmedjanov Yusuf Abbasovich**
*Toshkent Davlat Texnika Universiteti*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada "Materiallar qarshiligi" fanini o‘qitishda zamonaviy pedagogika va axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan (AKT) foydalanishning ahamiyati, imkoniyatlari va samaradorligi haqida fikr yuritiladi. Shuningdek, interaktiv metodlar, multimedia vositalari va virtual laboratoriyalarning dars jarayonidagi o‘rni ko‘rsatib o‘tiladi.

**Kalit so‘zlar.** Materiallar qarshiligi, pedagogik texnologiyalar, axborot texnologiyalari, virtual laboratoriya, interaktiv metodlar, muhandislik ta’limi.

**Аннотация:** В данной статье рассматривается значение, возможности и эффективность использования современной педагогики и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в преподавании предмета "сопротивление материалов". Также будет показана роль интерактивных методов, мультимедийных инструментов и виртуальных лабораторий в процессе урока.

**Ключевые слова.** Сопротивление материалов, педагогические технологии, информационные технологии, виртуальная лаборатория, интерактивные методы, инженерное образование.

**Abstract:** This article discusses the importance, possibilities, and effectiveness of using modern pedagogy and information and communication technologies (ICT) in teaching the subject of "Strength of Materials". It also shows the role of interactive methods, multimedia tools, and virtual laboratories in the teaching process.

**Keywords.** Strength of Materials, pedagogical technologies, information technologies, virtual laboratory, interactive methods, engineering education.

## Kirish

Hozirgi davrda ta'lim jarayoni doimiy takomillashib borilishini talab etadi**,** chunki ijtimoiy qadriyatlar va ustuvorliklar o‘zgarib bormoqda: ilmiy-texnikaviy taraqqiyot borgan sari inson ehtiyojlarining tobora ortib borayotgan talablariga javob bera oladigan ishlab chiqarish darajasiga erishish vositasi sifatida qaralmoqda, shuningdek, shaxsning ma'naviy boyligini rivojlantirish omili sifatida e'tirof etilmoqda. Shu sababli, zamonaviy mutaxassislarni tayyorlash jarayoni oliy ta’lim muassasalarida ta’lim strategiyasi va taktikasi tubdan yangilanishini taqozo etadi.



ISSN 3030-3907

Shu sababli har qanday fanni o‘qitishda fanning asosiy maqsad va vazifalarini talabalarga chuqur etkazib berishda zamonaviy pedagogika va axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan (AKT) foydalanishning ahamiyati kattadir.

Zamonaviy pedagogik texnologiyalar dars jarayonini samarali tashkil qilish, talabalarni faol ishtirokchi sifatida jalb etish imkonini beradi. “Materiallar qarshiligi” fanida quyidagi usullardan foydalanish o‘zini oqlagan:

- **Muammoli ta’lim** – masalan, “Nima uchun material sinadi?”, “Chiziqli deformatsiyaga qanday ta’sir ko‘rsatadi?” kabi savollar orqali talabalarda tahlil qilish ko‘nikmalari shakllantiriladi.
- **Keys-stadi (Case-study)** – real muhandislik holatlariga asoslangan misollar yordamida nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog‘lash.
- **Kichik guruhlarda ishlash** – talabalar jamoada loyihalar bajarib, bir-biridan o‘rganadi.

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari fan mazmunini vizual, tushunarli va interaktiv tarzda yetkazishga xizmat qiladi:

- **Prezentatsiyalar va animatsiyalar** – murakkab formulalar va chizmalarni jonlantirish orqali talabaning e’tiborini jalb etadi.
- **3D modellashtirish dasturlari (masalan, AutoCAD, SolidWorks, Ansys)** – materiallarga kuch ta’sirini vizual ko‘rsatish imkonini beradi.
- **Moodle, Google Classroom, MS Teams** kabi platformalarda masofaviy ta’limni tashkil qilish orqali mustaqil ta’lim kuchaytiriladi.
- **Virtual laboratoriyalar** – real eksperiment o‘tkazishga teng imkoniyat yaratadi (masalan, “beam deflection simulator”, “virtual tensile test”).

AKT yordamida fan o‘quv dasturlariga interaktiv testlar, mashqlar, video darslar va amaliy topshiriqlarni integratsiya qilish, fanni talaba uchun qiziqarli va tushunarli bo‘lishini ta’minlaydi. Bu, o‘z navbatida, ta’lim sifati oshishiga xizmat qiladi.

**Har qanday ta’lim muassasasi bitiruvchisining asosiy sifatlari – bu uning kompetentligi va mobilligidir**. Shu munosabat bilan, o‘quv fanlarini o‘zlashtirish jarayonida asosiy e’tibor bilishning o‘ziga, ya’ni ta’lim jarayonining o‘ziga qaratilmoqda. Bu jarayonning samaradorligi esa to‘liq darajada talabaning bilishga bo‘lgan faolligiga bog‘liq.

**Zamonaviy ta’lim metodlari tasnifida quyidagi usullar ajratib ko‘rsatiladi:**

- **Og‘zaki metodlar** (axborot manbai sifatida og‘zaki yoki bosma so‘z xizmat qiladi);
- **Ko‘rgazmali metodlar** (bilim manbai kuzatiladigan predmetlar, hodisalar, ko‘rgazmali vositalar hisoblanadi);


ISSN 3030-3907

- **Amaliy metodlar** (talabalar amaliy harakatlarni bajarish orqali bilim, ko‘nikma va malakalarni shakllantiradilar);
- **Muammoli ta’lim metodlari**.

**Og‘zaki metodlar ta’lim metodlari tizimida yetakchi o‘rinni egallaydi.** Ular qisqa vaqt ichida katta hajmdagi axborotni yetkazish, o‘rganuvchilarga muammolarni ko‘rsatish va ularni hal etish yo‘llarini aniqlash imkonini beradi. Og‘zaki nutq talabalar tasavvuri, xotirasi va hissiyotlarini faollashtiradi. Og‘zaki metodlar quyidagi turlarga bo‘linadi: hikoya, tushuntirish, suhbat, munozara, ma’ruza, kitob bilan ishlash. Oliy o‘quv yurtlarida esa og‘zaki metodlar ichida **ma’ruza usuli** yetakchi hisoblanadi, shuningdek, talabalarning mustaqil ishlari, amaliy mashg‘ulotlar, laboratoriya ishlari ham muhim ahamiyatga ega.

**Ma’ruza ta’lim metodi sifatida** – bu o‘qituvchi tomonidan mavzu yoki muammoning izchil bayon qilinishi bo‘lib, bu jarayonda nazariy qarashlar, qonuniyatlar yoritiladi, faktlar va voqealar haqida ma’lumot beriladi hamda ular tahlil qilinadi, ular orasidagi bog‘liqlik ochib beriladi. Ma’ruzada ayrim ilmiy qarashlar ilgari suriladi va asoslanadi, o‘rganilayotgan muammo bo‘yicha turli nuqtai nazarlar ko‘rib chiqiladi hamda to‘g‘ri pozitsiyalar dalillar bilan isbotlanadi.

Ma’ruza samarali bo‘lishi uchun uni bayon qilishda bir qator talablar bajarilishi zarur. Ma’ruza mavzuning, rejaning, foydalaniladigan adabiyotlarning e’lon qilinishi va mavzuning dolzarbligini qisqacha asoslab berish bilan boshlanadi. Odatda, ma’ruzada 3–4 ta, eng ko‘pi bilan 5 ta savol yoritiladi. Ma’ruzaga haddan tashqari ko‘p savollarni kiritish ularni chuqur yoritishga imkon bermaydi.

Amaliy ta’lim metodlari talabalar faoliyatining bevosita amaliy xarakterda olib borilishiga asoslanadi. Bu metodlar orqali amaliy ko‘nikma va malakalar shakllanadi. Amaliy metodlarga mashqlar, laboratoriya ishlari va amaliy mashg‘ulotlar kiradi.

Mashq – bu aqliy yoki amaliy harakatni bir necha bor bajarish orqali uni egallash yoki takomillashtirishga qaratilgan ta’lim usulidir. Mashqlar barcha fanlarni o‘rganishda va o‘quv jarayonining turli bosqichlarida qo‘llaniladi. Mashqning xarakteri va uslubiyoti fanning xususiyatlari, o‘rganilayotgan material va talabalar yoshiga bog‘liq.

Laboratoriya ishlari – bu o‘qituvchi topshirig‘i asosida talabalar tomonidan tajribalar o‘tkazilishi, bunda turli asbob-uskunalar va texnik vositalardan o‘quv va kasbiy amaliy ko‘nikmalarni shakllantirishga qaratilgan asosiy mashg‘ulot turidir**.**

Laboratoriya va amaliy mashg‘ulotlar talabalarni o‘qitish jarayonida muhim rol o‘ynaydi. Ularning ahamiyati shundaki, bu turdagi mashg‘ulotlar talabalar tomonidan nazariy bilimlarni amaliy vazifalarni hal qilishda qo‘llash, real jarayon va hodisalarni bevosita kuzatish, kuzatuv natijalarini tahlil qilish orqali mustaqil


ISSN 3030-3907

xulosa va umumlashtirishlarni chiqarish malakalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Mazkur jarayon davomida talabalar asboblar, materiallar, reaktivlar, jihozlar bilan ishlash bo‘yicha mustaqil bilim va amaliy ko‘nikmalarga ega bo‘ladilar. Laboratoriya va amaliy mashg‘ulotlar o‘quv rejalari va tegishli o‘quv dasturlari asosida tashkil etiladi. O‘qituvchining vazifasi — talabalar tomonidan laboratoriya-amaliy ishlarni uslubiy jihatdan to‘g‘ri tashkil etish, ularning faoliyatini to‘g‘ri yo‘naltirish, kerakli ko‘rsatma, metodik qo‘llanmalar, materiallar va asbob-uskunalar bilan ta’minlash hamda mashg‘ulotning o‘quv-ma’rifiy maqsadlarini aniq belgilashdan iborat.

Quyida faol o‘qitish metodlari va axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan prezentatsiya va animatsiyalar hamda virtual laboratoriyalar qo‘llanilgan ayrim mashg‘ulotlardan namunalar keltiramiz**.**

Masalan, “Cho‘zilish va siqilish paytida kuchlanish va deformatsiyalarni aniqlash” mavzusi bo‘yicha o‘tkazilgan mashg‘ulotda, talabalar e’tiborini kuchlanish-deformatsiya diagrammasiga qaratish, bu jarayonni virtual ravishda ko‘rsatish orqali ularning texnik tafakkurini shakllantirish maqsad qilingan. Deformatsiya jarayonining ko‘rgazmali tasviri talabalarning texnik fikrlash qobiliyatini sezilarli darajada oshiradi va o‘quv jarayonining faollashuviga olib keladi.

Bunday mashg‘ulot davomida talabalarga quyidagilarni tushuntirish lozim:

- qattiq jismlarning cho‘zilish paytidagi deformatsiya jarayonining mohiyati;
- deformatsiyaning chiziqli chegarasi, ya’ni Guk qonuni amal qiladigan soha;
- plastik deformatsiyalar va ularning oddiy tilda bayoni;
- suyuqlanish (oqish) chegarasining ko‘rgazmali tushuntirishi;
- deformatsiyani chiziqli chegaragacha va undan tashqarida aproksimatsiya qilish metodikasi;
- elastik bo‘lmagan va nochiziqli xususiyatlarni aniqlash bo‘yicha ixcham metodika, algoritm va dastur tavsifi.

Ya’ni talabalarning maxsus uskunalar yordamida muayyan hodisalarni o‘rganish jarayonidir.

Amaliy mashg‘ulotlar esa o‘quv mashg‘ulotlarining asosiy shakli bo‘lib, ular o‘rganilayotgan fanga oid yangi mavzu — “Cho‘zilish va siqilish paytida kuchlanish va deformatsiyalarni aniqlash”, mashg‘ulot shakli — “vizuallashtirilgan ma’ruza”. Ushbu ma’ruzali mashg‘ulotning maqsadi – ta’lim materialini vizual shaklda bayon qilish orqali talabalar fikrlash faolligini oshirishdan iborat bo‘ldi. Talabalarni o‘rganilayotgan hodisalarni mohiyatini ko‘ra olishga, og‘zaki va yozma axborotni vizual shaklga o‘zgartira olishga, ya’ni axborotni tizimlashtirish va asosiy, mazmunan muhim elementlarini ajrata bilish


ISSN 3030-3907

orqali qayta ishlashga o‘rgatish ko‘zda tutilgan. Shuningdek, talabalarda kasbiy tafakkurni shakllantirish vazifasi ham qo‘yilgan edi.

Keyingi ma’ruza mashg‘uloti “Tekis kesim yuzalarining geometrik xarakteristikalari” mavzusida o‘tkazildi va unda jamoaviy fikrlash faoliyati usuli qo‘llanildi. Ma’ruza maqsadi — talabalar ilgari olgan bilimlarini faollashtirish, ularni tahlil qilish, sintez qilish, umumlashtirishga, kursdoshlarining javoblarini diqqat bilan tinglash va hamkorlikda ishlashga, o‘z fikrini asoslash hamda xulosa chiqarishga o‘rgatishdan iborat bo‘ldi.

Ma’ruza boshida, “Tekis kesim yuzalarining geometrik xarakteristikalari” mavzusini eslatib o‘tish va unga tayyorgarlik sifatida, talabalar “Tekis kesim yuzalar” va “geometrik xarakteristikalar” tushunchalariga ta’rif berishlari so‘raldi, chunki ushbu mashg‘ulot mazmunan bu tushunchalar bilan uzviy bog‘liq edi. Ushbu mashg‘ulotda “ma’ruza-suhbat” usuli qo‘llanildi. Maqsad — berilgan savollar orqali talabalar fikrlash faoliyatini faollashtirish, ularni yangi bilimlarni mustaqil ravishda tahlil qilish va umumlashtirishga undashdan iborat bo‘ldi. Shuningdek, mavzuning dolzarbligini ko‘rsatish orqali talabalar qiziqishi va materialni qabul qilish darajasini oshirish, ularni og‘zaki texnik nutq bilan ishlashga o‘rgatish ham maqsad qilingan edi.

Yuoqrida tilga olingan ma’ruzalar davomida ba’zi ta’lim materiallari talabalar e’tiboriga sxemalar va ishlovchi maketlar ko‘rinishida taqdim etildi, ular yangi materialni bayon qilishda ko‘rgazmali tayanch vazifasini bajardi. Sxemalar va maketlar axborot tashuvchisi sifatida xizmat qilib, talabalar e’tiborini ma’ruza mazmunidagi asosiy va kalit jihatlarga jamlashga, hamda ularni tushunish va o‘zlashtirishga ko‘maklashdi. Bu sxemalardan talabalar keyinchalik hisob-grafik ishlar (HGI) yoki kurs loyihalarini bajarishda ham foydalanishlari mumkin.

O‘qituvchi ta’lim metodlari va uslublarini tanlashda ta’lim sifatini oshirish, aqliy va ijodiy salohiyatni rivojlantirish, bilim olishga va eng muhimi, mustaqil faoliyatga bo‘lgan intilishni kuchaytirishga xizmat qiluvchi eng samarali usullarni tanlashga intiladi.

Xulosa qilib aytganda, “Materiallar qarshiligi” fanini o‘qitishda pedagogik va axborot texnologiyalarini qo‘llash zamon talabi bo‘lib, bu fanning murakkab jihatlarini talabalarga tushunarli qilish, ularda amaliy ko‘nikmalarni shakllantirish va muhandislik tafakkurini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ta’lim jarayoniga innovatsion yondashuvlarni joriy etish esa nafaqat o‘quv jarayonining sifatini, balki talabalar motivatsiyasini ham oshiradi.

## АДАБИЁТЛАР

1. Astanakulov K D, Gapparov Sh, Karshiev F, Makhsumkhonova A and Khudaynazarov D 2020 *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 614 012158.



ISSN 3030-3907

2. Choriev R.K., Khudaynazarov D.Kh., Israilova D.A.; Dependence of the amount of feed distribution in the small-sized feed distribution device on the number of rotations of blade rotor. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 213.230.109.7 on 23/08/2022.
3. Balaev A.A. Faol o‘qitish metodlari. Moskva, 2006.
4. Verbitskiy A.A. Oliy ta’limda faol o‘qitish: kontekstual yondashuv. Moskva: «Oliy maktab», 2001.
5. S.M.Xasanov. Mexanika materiallar qarshiligi. Darslik –T.: “Bookmany print”, 2022.
6. Nabiev A., Xasanov S. Materiallar qarshiligi. Oliy o‘quv yurtlari uchun o‘quv qo‘llanma. -T.: Fan, 2005
7. Nazarov S. “Muhandislikda pedagogik texnologiyalar”. – Samarqand, 2021.
8. www.moodle.org – Masofaviy ta’lim platformasi haqida ma’lumotlar.
9. www.vlab.co.in – Virtual laboratoriyalar to‘plami.
10. Qodirov Sh. “Axborot texnologiyalari asoslari”. – Toshkent, 2020.


ISSN 3030-3907

# THE IMPORTANCE OF STUDYING GRAPHENE-BASED NANOMATERIALS.

**Xudoyqulov Jamoliddin Inomovich.**
***The scientific-practical center of immunology, allergology and human genomics under SamSMU.***
***E-mail: jamol19960121@gmail.com***
**Fozilova Marjona Odilovna.**
***The scientific-practical center of immunology, allergology and human genomics under SamSMU.***
**Xolmurodova Dilafruz Quvvatovna.**
***The scientific-practical center of immunology, allergology and human genomics under SamSMU.***
**Semyonov Konstantin Nikolaevich.**
***The scientific-practical center of immunology, allergology and human genomics under SamSMU.***

**Annotatsiya*:*** Grafen asosidagi nanomateriallar (GBN), jumladan, grafen oksidi (GO), grafen va qaytarilgan grafen oksidi (rGO), o‘ziga xos tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalari tufayli ilmiy tadqiqotlarda dolzarb yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, biotibbiyot sohasida GBN keng qo‘llanib, to‘qimalar muhandisligi, biovizualizatsiya, o‘simtalarga qarshi dorilarning maqsadli yetkazib berilishi, biosensorlarning ishlab chiqilishi, antibakterial va virusga qarshi materiallar yaratish kabi yo‘nalishlarda samarali natijalarga erishilmoqda. Ushbu maqolada GBN ning biotibbiyotdagi ilovalari, mexanizmlari va istiqbollari batafsil tahlil qilinadi.

**Kalit so‘zlar:** GBN, biosensorlar, quyosh panellari, nanomateriallar, dispersiya, biotibbiyot, fermentlar, biomolekulalar, termosuyuqliklar, biovizualizatsiya.

**Аннотация*:*** Наноматериалы на основе графена (GBN), включая оксид графена (GO), графен и восстановленный оксид графена (rGO), благодаря своей уникальной структуре и физико-химическим свойствам, являются одним из актуальных направлений научных исследований. Особенно широкое применение GBN находят в биомедицине — в инженерии тканей, биовизуализации, целевой доставке противоопухолевых препаратов, разработке биосенсоров, создании антибактериальных и противовирусных материалов. В данной статье подробно анализируются применения, механизмы и перспективы использования GBN в биомедицине.

**Ключевые слова*:*** GBN, биосенсоры, солнечные панели, наноматериалы, дисперсия, биомедицина, ферменты, биомолекулы, теплоносители, биовизуализация.



*ISSN 3030-3907*

**Annotation***:* Graphene-based nanomaterials (GBN), including graphene oxide (GO), graphene, and reduced graphene oxide (rGO), are among the current directions in scientific research due to their unique structure and physicochemical properties. Especially, GBN are widely used in the field of biomedicine, and effective results are being achieved in areas such as tissue engineering, bioimaging, targeted delivery of anticancer drugs, development of biosensors, and creation of antibacterial and antiviral materials. This article provides a detailed analysis of the applications, mechanisms, and prospects of GBN in biomedicine.

**Keywords***:* GBN, biosensors, solar panels, nanomaterials, dispersion, biomedicine, enzymes, biomolecules, thermofluids, bioimaging.

## Introduction

One of the most important application areas of graphene-based nanomaterials (GBN) is biomedicine, where their unique physicochemical and structural properties offer a wide range of possibilities. GBNs are primarily utilized in tissue engineering [1], where they serve as scaffolds that promote cell adhesion, proliferation, and differentiation due to their high surface area and biocompatibility. In bioimaging, graphene derivatives are used as efficient contrast agents because of their strong optical absorption and fluorescence quenching capabilities. Another major area of interest is the targeted delivery of anticancer drugs, where GBNs act as nanocarriers that can be functionalized with specific ligands to recognize and bind to cancer cells, thereby minimizing side effects and improving therapeutic efficacy. Additionally, GBNs play a crucial role in the development of biosensors, enabling highly sensitive and selective detection of biomolecules for diagnostic and monitoring purposes. Moreover, GBNs are actively investigated for the creation of antiviral, antibacterial, and antifungal materials due to their ability to disrupt microbial cell membranes and inhibit pathogen growth. They are also studied for their role in transport processes of biomolecules such as enzymes, proteins, genes, RNA, and DNA, offering great promise for gene therapy, molecular diagnostics, and regenerative medicine. Overall, the integration of GBNs into biomedical applications is paving the way for innovative approaches in modern healthcare and biotechnology.

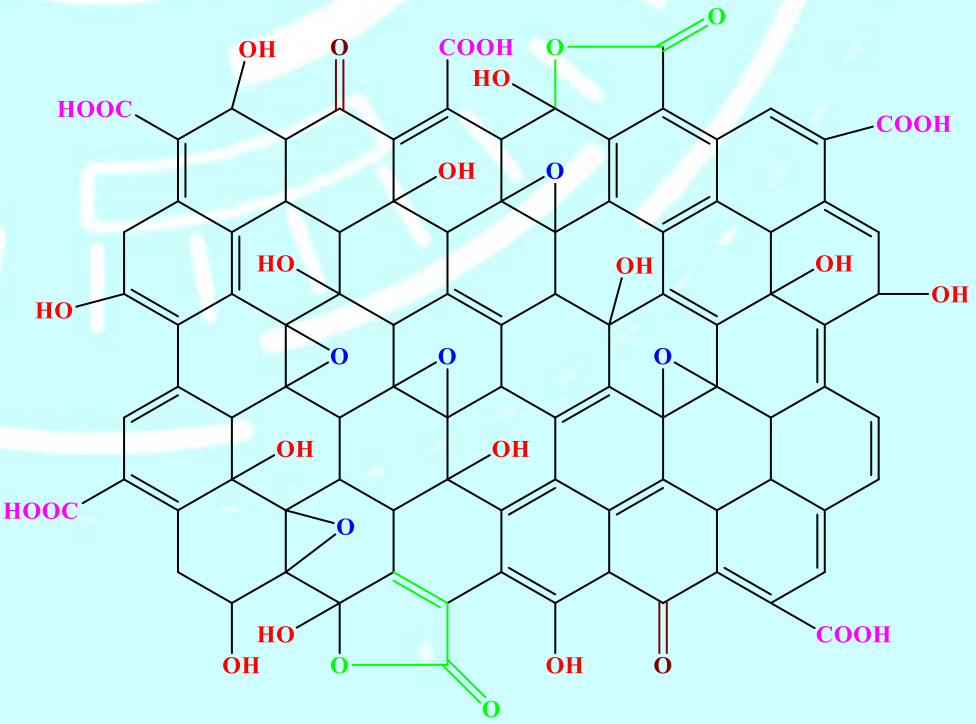
Furthermore, materials for energy applications can be created based on GBN: (fuel cells), batteries, and solar panels, "smart" materials [2], thermofluids, as well as in the form of materials for water disinfection and desalination. GBN can be covalently and non-covalently functionalized. The functionalization of GBNs leads to the improvement of their electrical, optical, thermal, and mechanical propertie. Graphene is a carbonaceous material [3] in which the number of layers can vary [4]. Several approaches exist for the synthesis of graphene: chemical vapor deposition (CVD), electrochemical exfoliation of graphite, the mechanochemical



ISSN 3030-3907

method [5], as well as through the chemical and thermal reduction of GO, which leads to the formation of rGO.

Graphene consists of $sp^2$-hybridized carbon atoms forming two-dimensional nanomaterials, while GO contains various oxygen-containing functional groups distributed across its surface, such as carboxyl, carbonyl, and lactol groups at the edges of the GO layers, in addition to epoxy and hydroxyl groups. rGO is a form of GO where the majority of the oxygen-containing functional groups have been reduced by substances such as hydrazine hydrate or biomolecules (e.g., amino acids). A graphene monolayer was first obtained in 2004 by Andre Geim and Konstantin Novoselov [6]. GO was first synthesized in 1859 by Benjamin Brodie through the oxidation of graphite using a mixture of oxidizing agents potassium chlorate and concentrated nitric acid [7]. However, the most efficient method was developed in 1957 by William Hummers and Richard Offeman using a mixture of oxidizing agents consisting of sulfuric acid, sodium nitrate, and potassium permanganate [8].




**The structure of GO.**

Due to the abundance of functional groups on the GO surface, as well as the presence of carbon atoms in the $sp^2$ hybridization state, a wide range of organic reactions can be utilized for the further functionalization of GBN: amidation, esterification, 1,3-dipolar cycloaddition, halogenation, and others. Additionally, the functionalization of GBN can also be achieved through the formation of hydrogen bonds, π-π interactions, and hydrophobic interactions. The reactions mentioned above enable the creation of unique materials for biomedical purposes, such as the development of drugs for the treatment of oncological diseases [9], drug


ISSN 3030-3907

and biomolecule delivery systems, biosensor development, antiviral materials [10], as well as materials with antibacterial and antifungal properties. Among graphene-based nanomaterials, GO holds the greatest potential for use in nanomedicine due to the following reasons:

I. GO contains various functional groups that allow for further surface functionalization;

II. The functionalization of GO enhances its biocompatibility;

III. The presence of oxygen-containing functional groups ensures the stability of aqueous GO dispersions.

***Conclusion:*** The wide possibilities of graphene-based nanomaterials (GBN) in the field of biomedicine are having a significant impact on the development of modern medicine and pharmaceuticals. These materials play a crucial role in tissue engineering, biovisualization, targeted drug delivery for anticancer treatments, biosensor development, and the creation of effective materials against various microorganisms. Due to their large surface area, biocompatibility, and ease of functionalization, GBNs provide new opportunities for improving diagnostic accuracy and therapeutic effectiveness. Additionally, innovative solutions in biomedicine are being proposed through technologies for the transport of biomolecules such as enzymes, proteins, genes, RNA, and DNA, which open up new perspectives for gene therapy and molecular diagnostics. In the future, the use of GBN materials will contribute to the development of more efficient, safe, and personalized technologies in this field.

## REFERENCES.

1. S.R. Shin, Y.C. Li, H.L. Jang, P. Khoshakhlagh, M. Akbari, A. Nasajpour, Y.S. Zhang, A. Tamayol, A. Khademhosseini, Graphene-based materials for tissue engineering, Adv. Drug Deliv. Rev. 105 (2016) 255–274. https://doi.org/10.1016/j.addr.2016.03.007.

2. S. Afroj, N. Karim, Z. Wang, S. Tan, P. He, M. Holwill, D. Ghazaryan, A. Fernando, K.S. Novoselov, Engineering Graphene Flakes for Wearable Textile Sensors via Highly Scalable and Ultrafast Yarn Dyeing Technique, ACS Nano. 13 (2019) 3847–3857. https://doi.org/10.1021/acsnano.9b00319.

3. H.C. Lee, W.-W. Liu, S.-P. Chai, A.R. Mohamed, C.W. Lai, C.-S. Khe, C.H. Voon, U. Hashim, N.M.S. Hidayah, Synthesis of Single-layer Graphene: A Review of Recent Development, Procedia Chem. 19 (2016) 916–921. https://doi.org/10.1016/j.proche.2016.03.135.

4. A. Adetayo, D. Runsewe, Synthesis and Fabrication of Graphene and Graphene Oxide: A Review, Open J. Compos. Mater. 09 (2019) 207–229. https://doi.org/10.4236/ojcm.2019.92012.

5. A. V. Melezhik, V.F. Pershin, N.R. Memetov, A.G. Tkachev, Mechanochemical



ISSN 3030-3907

synthesis of graphene nanoplatelets from expanded graphite compound, Nanotechnologies Russ. 11 (2016) 421–429. https://doi.org/10.1134/S1995078016040121.

6. A.K. Geim, K.S. Novoselov, The rise of graphene, in: Nanosci. Technol. A Collect. Rev. from Nat. Journals, World Scientific Publishing Co., 2009: pp. 11–19. https://doi.org/10.1142/9789814287005_0002.

7. B.C. Brodie, XIII. On the atomic weight of graphite, Philos. Trans. R. Soc. London. 149 (1859) 249–259.

8. R.E. Hummers, W.S., Jr., Offeman, Preparation of Graphitic Oxide, J. Am. Chem. Soc. 80 (1958) 1339.

9. G. Eskiizmir, Y. Baskin, K. Yapici, Graphene-based nanomaterials in cancer treatment and diagnosis, in: Fullerenes, Graphenes Nanotub. A Pharm. Approach, Elsevier, 2018: pp. 331–374. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813691-1.00009-9.

10. P. Innocenzi, L. Stagi, Carbon-based antiviral nanomaterials: Graphene, C-dots, and fullerenes. A perspective, Chem. Sci. 11 (2020) 6606–6622. https://doi.org/10.1039/d0sc02658a.



ISSN 3030-3907

# SARAFLOKSATSIN GIDROXLORIDNING TINCH OKEANI QISQICHBAQALARIGA MUSHAK ORQALI YUBORILGANIDA BAKTERIAL INFEKSIYALARGA QARSHI TOKSIK TA'SIRINI OSHIRISHDA FARMAKINETIK AHAMIYATI

**Almardanova Mohichehra Faxriddinovna**
***Umumiy va noorganik kimyo instituti tayanch doktaranti***
***E-mail: mohichehraalimardonova1989@gmail.com***
***https://orcid.org/0009-0002-0086-7408***
**Yuldoshova Dildora Sapar qizi**
***Termiz davlat universiteti magistranti***
***E-mail: yuldoshevadildora23@gmail.com***

**Annotatsiya**: Mazkur tadqiqotda Tinch okeani qisqichbaqalariga (Litopenaeus vannamei) mushak ichiga yuborilgan sarafloksatsin gidroxlorid (SAR-HCl) preparatining farmakokinetik xususiyatlari va bakterial infeksiyalar (Vibrio spp.)ga nisbatan toksik ta'sirining kuchayish darajasi o‘rganildi. Preparat yuborilganidan keyin qisqichbaqalarning tana mushaklarida preparatning maksimal kontsentratsiyasi (C_max), vaqtga nisbatan kontsentratsiya egri chizig‘i ostidagi maydon (AUC), yarim parchalanish vaqti (T_1/2) va biologik mavjudlik ko‘rsatkichlari tahlil qilindi. Natijalar mushak ichiga yuborilgan SAR-HCl preparatining tizimli so‘rilishi yuqori, organizmda uzoq saqlanishi esa bakterial patogenlarni samarali bostirish imkonini oshirishini ko‘rsatdi.

**Kalit so‘zlar:** Sarafloksatsin gidroxlorid, farmakokinetika, qisqichbaqa, mushak orqali yuborish, Vibrio spp., toksiklik, AUC, C max.

**Аннотация:** фармакокинетические свойства препарата сарафлоксацина гидрохлорида (SAR-HCl), внутримышечно вводимого Тихоокеанским крабам (litopenaeus vannamei) и бактериальные инфекции (Vibrio spp.) изучалась степень усиления его токсического действия.ннотация: фармакокинетические свойства препарата сарафлоксацина гидрохлорида (SAR-HCl), внутримышечно вводимого Тихоокеанским крабам (litopenaeus vannamei) и бактериальные инфекции (Vibrio spp. изучалась степень усиления его токсического действия. После введения препарата были проанализированы максимальная концентрация препарата в мышцах тела креветок (c_max), площадь под кривой концентрации относительно времени (AUC), время полураспада (t_1/2) и показатели биодоступности. Результаты показали, что системная абсорбция препарата SAR-HCl, вводимого внутримышечно, высока, а длительное хранение в организме увеличивает способность эффективно подавлять бактериальные патогены.

**Ключевые слова:** Сарафлоксацина гидрохлорид, фармакокинетика, краб, внутримышечное введение, Vibrio spp., токсичность, AUC, C Max.

**Annotation:** pharmacokinetic properties of the drug sarafloxacin hydrochloride (SAR-HCl), which was injected intramuscularly into Pacific shrimp (Litopenaeus

vannamei) in this study, and bacterial infections (Vibrio spp.) were studied for the degree of increased toxic effectsnnotation: pharmacokinetic properties of the drug sarafloxacin hydrochloride (SAR-HCl), which was injected intramuscularly into Pacific shrimp (Litopenaeus vannamei) in this study, and bacterial infections (Vibrio spp.) were studied for the degree of increased toxic effects. After the administration of the drug, the maximum concentration of the drug in the body muscles of the shrimp (c_max), the area under the concentration curve relative to the time (AUC), the half-decay time (T_1/2) and the bioavailability indicators were analyzed. The results showed that systemic absorption of the intramuscular drug SAR-HCl is high, while long storage in the body increases the possibility of effective suppression of bacterial pathogens.

**Keywords:** Sarafloxacin hydrochloride, pharmacokinetics, crab, muscle administration, Vibrio spp., toxicity, AUC, C max.

**Kirish**

Sarafloksatsin gidroxlorid - florxinolonlar sinfiga mansub keng ta’sir doirasiga ega antibakterial preparat bo‘lib, dengiz mahsulotlari, xususan qisqichbaqalardagi infeksiyalarga qarshi samaradorligi yuqori. Dengiz qisqichbaqalarida, ayniqsa Tinch okeani qisqichbaqalarida, Vibrio parahaemolyticus kabi bakteriyalar oqibatida vujudga keladigan kasalliklar yirik iqtisodiy zarar keltiradi. Ushbu tadqiqot SAR-HCl ning mushak orqali yuborilishida organizmda farmakokinetik o‘zgarishlari va toksik ta’sir ko‘rsatish darajasi o‘rganildi. Hozirda zamonaviy veternariyada ishlatiladigan mikroblarga qarshi ishlatiladigan preparat bo‘lgan ftorxinolinli sarafloksatsilin, hattoki bugungi kunda inson organizmi uchun ham ichaklardagi aerob va anerob bakteriyasining 15 shtampli o‘lchovini aniqlash uchun keng ko‘lamda foydalanilmoqda.Tirik organizmlarda oshqozon-ichak yo‘llaridagi simmuliyatsiyasini, sarafloksasilin orqali amalga oshirish reaksiyasi deb o‘rganilgan.Organizm bakteriyalardan himoyalanish sezuvchanligini sarafloksasilin orqali qo‘llash mumkin.

Material va usullar adqiqot uchun sog‘lom va 15–20 g og‘irlikdagi Litopenaeus vannamei qisqichbaqalari tanlab olindi. SAR-HCl preparati 10 mg/kg dozada mushak ichiga yuborildi. Preparatning tana mushaklaridagi konsentratsiyasi yuqoktaqali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) yordamida 0,5; 1; 3; 6; 12; 24; 48 va 72 soatlardan so‘ng o‘lchandi. Farmakokinetik parametrlar WinNonlin dasturi yordamida hisoblab chiqildi.

Ushbu tadqiqot ishi Tinch okeanining oq qisqichbaqasi Litopenaeus vannamei tarkibida bir necha marta og‘iz orqali yuborilganidan keyin (5 kun davomida kuniga ikki marta 30 mg / kg) sarafloksatsin gidroxloridning farmakokinetikasi va to‘qimalarga tarqalish darajasini o‘rganishga mo‘ljallangan. Namuna olish nuqtasi uchun o‘n sakkizta qisqichbaqalar davolash paytida va undan



ISSN 3030-3907

keyin tekshirildi. Tinch okeani oq qisqichbaqalarining gemolimfa, gepatopankreas va mushaklaridagi sarafloksatsin gidroxlorid kontsentratsiyasi HPLC tomonidan aniqlandi. Farmakokinetik parametrlar momentlarning statistik nazariyasiga asoslanib tahlil qilindi. Natijalar og‘iz orqali yuborishdan keyin gepatopankreas, gemolimfa va mushaklarda sarafloksatsin gidroxloridning tez so‘rilishini ko‘rsatdi (Tmax = 2 soat). Gemolimfa, gepatopankreas va mushaklardagi zzsarafloksatsin gidroxloridning eng yuqori kontsentratsiyasi mos ravishda 12,236 mg / L, 376,939 mg / kg va 6,17 mg / kg ni tashkil etdi. To‘qimalarning taqsimlanishi (AUC) 0-∞ gepatopankreas > gemolimfa > mushak tartibiga mos keladi, bu gepatopankreas Tinch okeani oq qisqichbaqalarida sarafloksatsin gidroxlorid metabolizmida ishtirok etadigan asosiy organ ekanligini ko‘rsatadi. Takroriy og‘iz orqali qabul qilingandan so‘ng, gepatopankreasda to‘planish sodir bo‘ldi, gemolimfa va mushaklarda sarafloksatsin gidroxloridi qayta qayta qabul qilinganidan so‘ng barqaror holatga keldi. Gemolimfa, gepatopankreas va mushaklardagi sarafloksatsin gidroxloridning t1/2z qiymatlari mos ravishda 27,403 soat, 20,456 soat va 16,852 soatni tashkil etdi. AUCss, Ctrough va Cav qiymatlari gepatopankreas > gemolimfa > mushak sifatida baholandi, bu gepatopankreas qisqichbaqalarda preparatning metabolizmi va chiqarilishida muhim rol o‘ynashini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, WT1.4 dasturiy ta'minotining prognoz qilingan qiymati va tinch okean oq qisqichbaqalar mushaklarida sarafloksatsin gidroxloridining haqiqiy aniqlangan qiymati asosida preparatni oxirgi marta og‘iz orqali yuborishdan keyin 4 kunlik bekor qilish muddati tavsiya etilgan. Vibrio parahaemolyticus dan indikator sifatida foydalanilganda, AUC0-t/MIC90 va Cmax/MIC90 nisbatlari mos ravishda 101,15 va 12,24 ni tashkil etdi.

Tinch okeanining oq qisqichbaqasi, Litopenaeus vannamei, iqtisodiy jihatdan muhim bo‘lgan qisqichbaqalar bo‘lib, Xitoyda va dunyoda akvakulturaning muhim qismiga hissa qo‘shadi (Chjan va boshq., 2020). Ular iste'molchi uchun yuqori sifatli proteinni ta'minlaydi va akvakultura amaliyotchisiga katta iqtisodiy foyda keltiradi. Biroq, intensiv yuqori zichlikdagi etishtirish usullari rivojlanishi bilan sog‘lom va barqaror rivojlanishga to‘sqinlik qiluvchi ba'zi omillar asta-sekin paydo bo‘ldi. Ular orasida kasallik, ayniqsa bakterial kasallik jiddiy muammo hisoblanadi (Ma va boshq., 2019). Bakterial kasalliklarning tarqalishini nazorat qilish uchun ko‘payish jarayonida ko‘pincha ba'zi dori-darmonlarni davolash vositalari qo‘llaniladi. Ammo giyohvand moddalarni asossiz ishlatish ko‘pincha davolangan suv organizmida qoldiqlar yoki zaharlanishga olib keladi. Suvda yashovchi organizmning qutulish mumkin bo‘lgan qismlarida qoldiq muammolarini oldini olish yoki organizmda toksik ta'sir


ISSN 3030-3907

ko‘rsatish uchun turli xil sharoitlarda (shu jumladan turli xil suv turlari, turli dorilar va turli xil atrof-muhit sharoitlari) farmakokinetik va tanazzulni o‘rganish kerak.

Sarafloksatsin gidroxloridi keng antibakterial spektr va kuchli antibakterial faollikka ega uchinchi avlod xinolon birikmasidir (Chen va boshq., 2009). U ekilgan akvakultura hayvonlarida bakterial kasalliklarni davolash uchun tasdiqlangan (Meade va boshq., 1994; Martinsen va boshq., 2010). Sparus aurata L. (Tyrpenou va boshq., 2003), Salmo Salar (Martinsen va boshq., 1993), Anguilla Anguilla (Ho va boshq., 1999) va Cyprinus carpio (Li va boshq.) kabi baliqlarda sarafloksatsin gidroxloridi bo‘yicha ko‘plab farmakokinetik tadqiqotlar haqida xabar berilgan. Ammo qisqichbaqasimon qisqichbaqalardagi sarafloksatsin gidroxloridning farmakokinetikasi kamdan-kam o‘rganilgan. Qisqichbaqalar ochiq qon aylanish tizimiga ega, baliq esa yopiq tizimga ega. Qon aylanishi dorilarning so‘rilishi, tarqalishi va chiqarilishiga katta ta'sir ko‘rsatadi (Ma va boshq.

Baliqdagi sarafloksatsin gidroxloridning farmakokinetikasi asosida qisqichbaqalar uchun preparatni qo‘llash sxemasini ekstrapolyatsiya qilish oqilona emas. Bundan tashqari, takroriy qo‘llashdan keyin dorilarning farmakokinetik tadqiqotlari bir martalik qabul qilinganidan kamroq. Haqiqiy ishlab chiqarishda antibakterial preparatlar ko‘pincha bir necha dozada qo‘llaniladi. Shuning uchun ko‘p marta qo‘llash uchun farmakokinetik tadqiqot muhim amaliy ahamiyatga ega. Ushbu tadqiqotning maqsadi Tinch okeanidagi oq qisqichbaqalarda sarafloksatsin gidroxloridning farmakokinetikasini, to‘qimalarda taqsimlanishini va kamaytirilishini og‘iz orqali yuborishdan so‘ng o‘rganish va sarafloksatsin gidroxloridning in vivo farmakokinetikasi va in vitro farmakodinamikasi o‘rtasidagi munosabatlarni tahlil qilish edi.Hozirda tadqiqot natijalari preparatni samarali ishlatish uchun nazariy ma'lumot berishi mumkin.

Eksperimental hayvonlar va kultivatsiya holati - Tinch okeanining sog‘lom oq qisqichbaqalari (tana og‘irligi 9,0-12,0 g) Xitoyning Xaynan provinsiyasi, Qionghai shahridagi fermadan olib keltirildi. Tinch okeanining oq qisqichbaqalari 33‰ sho‘rlangan tabiiy dengiz suvi bilan beton hovuzlarda (3,5 m × 4 m × 2 m) etishtirildi. Suv harorati 28,0 ± 1,0 ° C da amalga oshirildi. Tajribadan oldin, oltita qisqichbaqalar tanlab olindi va sarafloksatsin gidroxloridi yo‘qligini tasdiqlash uchun tahlil qilindi. Tajribadan oldin qisqichbaqalar vaqtincha o‘stirildi va 2 hafta davomida naslchilik sharoitlariga moslashtirildi. 600 ga yaqin qisqichbaqalar tanlab olindi va sarafloksatsin gidroxloridning ko‘p dozali oziqlanishidan aziyat chekdi. namunalar yig‘ish

Palaf yemining asosiy tarkibiy qismlariga sarafloksatsin gidroxloridi qo‘shildi va 0,5% (dori og‘irligi / ozuqa og‘irligi) sarafloksatsin gidroxloridi bo‘lgan granula yemi laboratoriyamizda bir qator texnik jarayonlardan so‘ng


ISSN 3030-3907

nihoyat dorivor ozuqa sifatida ishlab chiqarildi. Tajribada qisqichbaqalar sarafloksatsin gidroxloridining 30 mg/kg (preparat og‘irligi/tana og‘irligi) yakuniy dozasiga erishish uchun qisqichbaqalar tana vazni 6‰ og‘irligida dorivor granulalar bilan oziqlangan va qisqichbaqalar kuniga ikki marta, 12 soatlik interval bilan besh kun davomida oziqlangan. Dori-darmonli ozuqalar har safar 15 daqiqa ichida iste'mol qilinib, o‘z vaqtida chiqarib tashlandi.

Namuna olishda namuna olish vaqtlari 0,25 soat, 0,5 soat, 1 soat, 2 soat, 12 soat, 14 soat, 24 soat, 26 soat, 36 soat, 38 soat, 48 soat, 50 soat, 60 soat, 62 soat, 72 soat, 74 soat, 86 soat, 86 soat, 108 soat, 110 soat, 112 soat, 116 soat, 120 soat, 132 soat, 144 soat, 156 soat, 180 soat, 204 soat, 228 soat va 276 soatdan keyin dorivor ozuqani birinchi og‘iz orqali yuborish. Namuna olish vaqtida qisqichbaqalarning perikardial bo‘shlig‘idan ammoniy oksalat eritmasi bilan namlangan 1 ml shprits yordamida gemolimfa namunalari yig‘ildi. Namunalar taxminan 0,002 g ammoniy oksalat o‘z ichiga olgan 1,5 ml santrifüj naychalariga joylashtirildi va tahlil qilinguncha -80 ° C da saqlanadi.

Ayni paytda, gepatopankreas va mushak to‘qimalari yig‘ilib, darhol -80 ° C da muzlatilgan saqlash uchun muzlatgichga o‘tkazildi. Bir vaqtning o‘zida uchta qisqichbaqaning gemolimfa, gepatopankreas va mushak to‘qimalari mos ravishda bitta namunaga birlashtirildi. Oltita parallel o‘rnatildi, ya'ni bir namuna olish vaqti uchun o‘n sakkizta qisqichbaqa kerak edi.

Namuna tayyorlash 0,2 ml gemolimfa aniq o‘lchandi va 1,5 ml santrifüj naychasiga qo‘shildi. Keyin, 0,2 ml kislotali asetonitril (0,4% xlorid kislotasi bilan asetonitril eritmasi) qo‘shildi va vorteksli tebranuvchi asbob yordamida gemolimfa bilan aralashtiriladi. 15000 rpm tezlikda 5 daqiqa santrifüjdan so‘ng, supernatant yangi santrifuga trubasiga o‘tkazildi. Keyin supernatant HPLC tahlili uchun 0,22 mikron bir martalik shprits filtri orqali filtrlandi. Gepatopankreas va mushak to‘qimalari xona haroratida eritildi va ohaklarda bir hil holga keltirildi. To‘qimalarning namunalari 10 ml santrifüj naychalarida tortildi (1,00 ± 0,01 g) va 1 ml 0,01 mol / l fosfat tampon (PBS, pH = 7,6) va 5 ml kislotali asetonitril (0.4% li asetonitril gidroxlorid eritmasi) bilan yaxshilab aralashtirildi. 8000 aylanish tezligida 5 daqiqa santrifüjdan so‘ng, supernatant yangi santrifuga trubasiga o‘tkazildi. Qoldiq ikki marta ajratilgan. Birlashtirilgan supernatant namunasi vorteks bug‘latgich yordamida 45 ° C da quruq bo‘lgunga qadar bug‘landi. Keyin qoldiq 1 ml mobil fazada va 5 ml n-geksanda eritildi. Aralash kuchli silkitilgan va pastki qatlam HPLC tahlili uchun 0,22 mikron bir martalik shprits filtri orqali filtrlangan.

Xromatografik sharoitlar: HPLC tizimi to‘rtlamchi nasos, avtosampler, ustunli isitgich, ultrabinafsha va floresan detektorlari bilan Alliance 2695 seriyali (Suvlar, Amerika) edi. Ajratish Zorbax SB-C18 ajratish ustunida (uzunligi 150


ISSN 3030-3907

mm, ichki diametri 4,6 mm va zarracha hajmi 5 mkm) amalga oshirildi. Harakatlanuvchi faza sifatida 1,2 ml/min doimiy oqim tezligida asetonitril/trifloroasetik kislota aralashmasi (0,1%) = (25:75, v/v) ishlatilgan. In'ektsiya hajmi 10 mkL ga o‘rnatildi, ustun harorati 40 ° C va aniqlash to‘lqin uzunligi 280 nm edi. Usul 0,05-10 mkg / ml oralig‘ida chiziqli kalibrlash egri chizig‘iga ega ekanligi aniqlandi va korrelyatsiya koeffitsienti 0,992-0,998 ga yaqin edi. Kunlararo va kunlik o‘zgarish koeffitsientlari 4,30% dan kam edi. Miqdorni aniqlash chegaralari 3 barobar asosiy shovqin asosida 0,01 mkg/ml edi. To‘qimalar namunalarida tiklanish 84-90% ni tashkil etdi.

Farmakokinetik tahlil: Dori konsentratsiyasi-vaqt ma'lumotlarining kompartmental bo‘lmagan modeliga (lahzalarning statistik nazariyasiga) asoslangan DAS 2.0 versiyasi ko‘p dozadan keyin qisqichbaqalar gemolimfa, gepatopankreas va mushak to‘qimalarida farmakodinamik parametrlarni bashoratli tahlil qilish uchun ishlatilgan. Bundan tashqari, gepatopankreas va mushak to‘qimalarida chekinish vaqti (WDT) WT1.4 dasturi tomonidan hisoblab chiqilgan (Li va Zong, 2003).

Farmakodinamikasi va farmakokinetikasi/ farmakodinamikasi: Vibrio parahaemolyticus qisqichbaqa yetishtirish sanoatida katta iqtisodiy yo‘qotishlarga olib keladigan asosiy patogenlardan biridir. Ushbu tadqiqotda sarafloksatsin gidroxloridning in vitro farmakodinamikasi indikator sifatida MIC bilan V. parahaemolyticus yordamida o‘tkazildi. Laboratoriyamizda 115 V. parahaemolyticus shtammi Xitoyning turli provinsiyalaridan kasallangan Tinch okean oq qisqichbaqalaridan ajratilgan. Sarafloksatsin gidroxloridning mikroblarga qarshi sezuvchanlik sinovi Klinik va Laboratoriya Standartlari Instituti (CLI, 2014) tomonidan tavsiflangan standart agar suyultirish usuli yordamida amalga oshirildi. Standartga ko‘ra, V. parahaemolyticus uchun 4 mkg / ml lik uzilish nuqtasi ishlatilgan. Nazorat qiluvchi organizmlar sifatida Escherichia coli ATCC25922 mos yozuvlar shtammlari ishlatilgan. Farmakokinetik/farmakodinamik integratsiya uchun AUC/MIC va Cmax/MIC indekslari in vitro MIC qiymati va PK parametrlari yordamida hisoblab chiqilgan.

## TAHLIL VA NATIJALAR

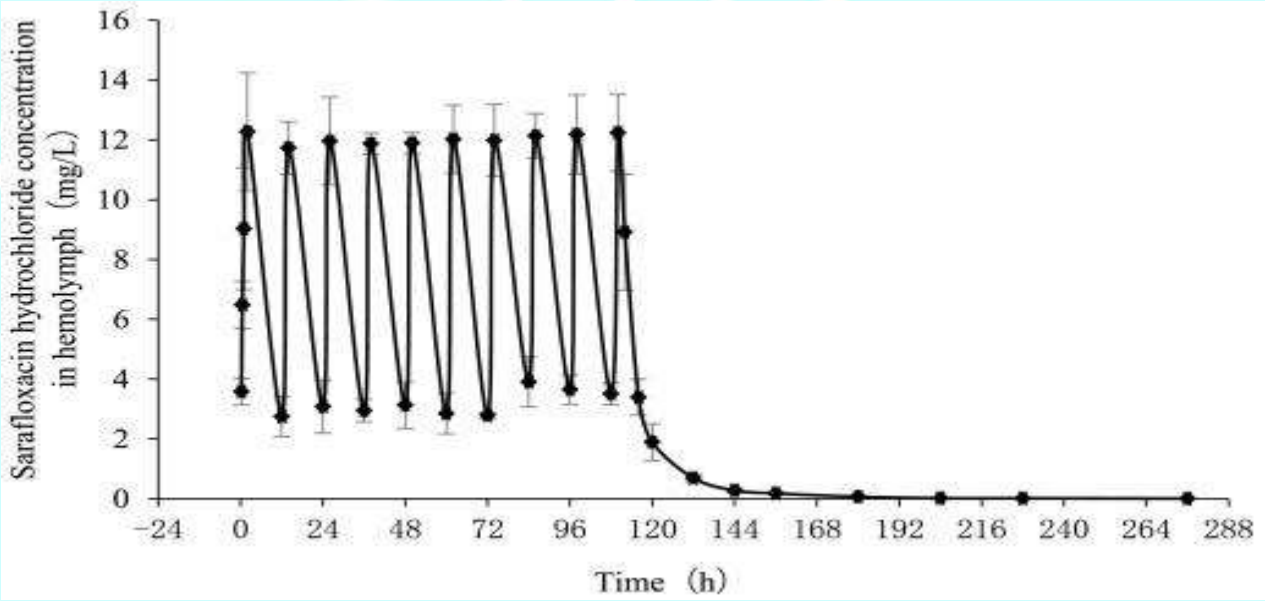
| Parametr | Qiymat |
|---|---|
| C_max | 3.25 ± 0.31 μg/g |
| T_max | 1.5 ± 0.2 soat |
| T_1/2 | 11.4 ± 1.2 soat |
| $AUC_{0–\infty}$ | 89.7 ± 6.3 μg·soat/g |
| Bioavailability | >85% |

Vibrio spp. infeksiyalari bilan zararlangan qisqichbaqalarda SAR-HCl ning mushak orqali yuborilishi natijasida o‘lim darajasi 76%dan 12%ga tushgan.


ISSN 3030-3907

Demak, mushak orqali yuborilgan SAR-HCl infektsiyaga qarshi toksik ta'sirni samarali oshiradi.

Gemolimfaning farmakokinetik xususiyatlari: Takroriy og‘iz orqali qabul qilingandan so‘ng, tinch okean oq qisqichbaqasi gemolimfasida sarafloksatsin gidroxloridning kontsentratsiya-vaqt egri chiziqlari 1-rasmda ko‘rsatilgan. Sarafloksatsin gidroxloridning kontsentratsiya-vaqt egri chizig‘i birinchi namuna olish nuqtalaridan keyin gemolimfada aniq o‘sish tendentsiyasini ko‘rsatdi. Sarafloksatsin gidroxloridning eng yuqori kontsentratsiyasi (12,267 mg / L) gemolimfadagi to‘rtinchi namuna olish nuqtasida (2 soat) kuzatildi. Keyin preparat kontsentratsiyasi pasayishni boshladi va 12 soatdan keyin namuna olish nuqtasida tubiga yetdi. Ikkinchi og‘iz orqali qabul qilingandan so‘ng (12 soat), preparat kontsentratsiyasi yana 14 soatda eng yuqori darajaga etdi. Takroriy og‘iz orqali qabul qilingandan so‘ng, preparat kontsentratsiyasi qayta-qayta eng yuqori darajaga ko‘tarildi. Keyingi cho‘qqilarni solishtirganda, sarafloksatsin gidroxloridning kontsentratsiyasi qiymatlari bir-biriga yaqin edi, bu sarafloksatsin gidroxloridning barqaror holat darajasiga etganligini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, sarafloksatsin gidroxloridi 276 soatdan keyin ham aniqlanishi mumkin edi, bu preparatning sekin chiqarilishini ko‘rsatadi.



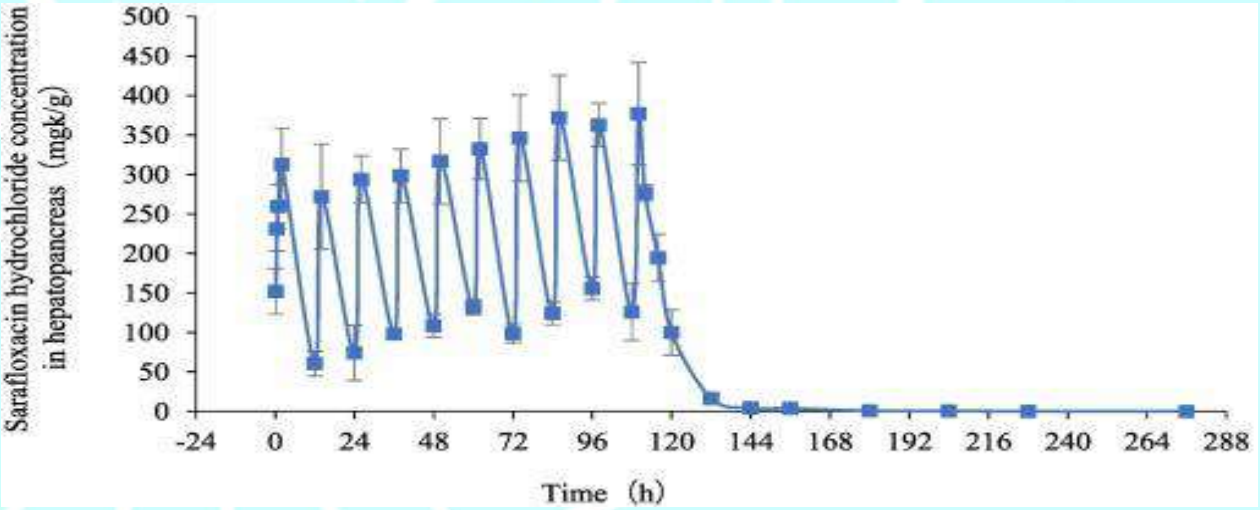

**1-rasm. Farmakokinetik tahlil: DAS 2.0 versiyasi, konsentratsiya ma'lumotlarining bo‘linmas modeliga (lahzalarning statistik nazariyasi) asoslangan**

Ko‘p dozali og‘iz orqali yuborilgandan so‘ng Tinch okeani oq qisqichbaqasining gemolimfasida Sarafloksatsin gidroxlorid konsentratsiyasi-vaqt egri chiziqlari. Vertikal chiziqlar standart og‘ish (n = 6) ni ifodalaydi.

To‘qimalarning tarqalishi: Sarafloksatsin gidroxlorid konsentratsiyasi-vaqt to‘qimalari (gepatopankreas va mushaklar) uchun egri chiziqlari shaklda ko‘rsatilgan. 2 va 3. Gepatopankreas va mushaklarning sarafloksatsin gidroxlorid

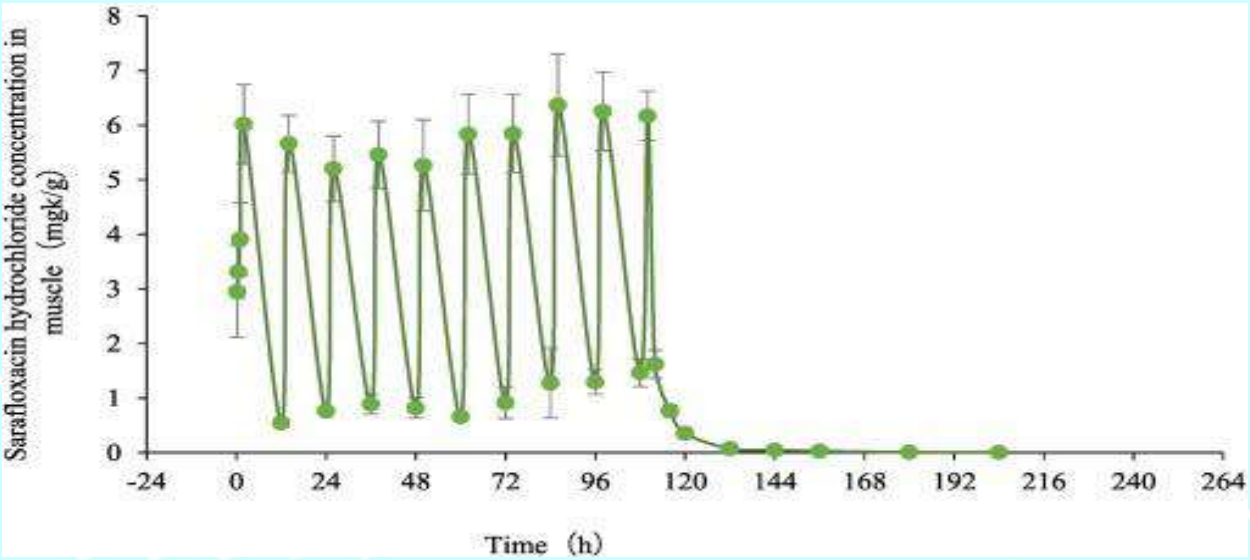

ISSN 3030-3907

konsentratsiyasi-vaqt egri chizig‘i preparatni birinchi qo‘llashdan keyin aniq ortib borayotgan tendentsiyani ko‘rsatdi. Keyin, ikkinchi namuna olish nuqtasidan keyin dori konsentratsiyasi pasaydi. To‘qimalarda (gepatopankreas va mushaklar) dori kontsentratsiyasining keyingi tendentsiyasi gemolimfa bilan bir xil edi. Ko‘p dozali og‘iz orqali yuborilgandan so‘ng, o‘nta eng yuqori konsentratsiyaga erishildi. Shu bilan birga, gepatopankreasdagi eng yuqori kontsentratsiya og‘iz orqali ko‘p marta qabul qilinganidan keyin o‘sish tendentsiyasiga ega. Sarafloksatsin gidroxloridning eng yuqori kontsentratsiyasi avval pastga, keyin esa yuqoriga ko‘tarilgan bo‘lsa-da, bu sarafloksatsin gidroxloridning metabolizmini og‘iz orqali yuborish soniga qarab o‘zgarganligini ko‘rsatadi.




**2-rasm. Tinch okeani oq qisqichbaqasining gepatopankreasidagi sarafloksatsin gidroxlorid konsentratsiyasi**

Vaqt egri ko‘p dozali og‘iz orqali yuborilgandan keyin. Vertikal chiziqlar standart og‘ish (n = 6) ni ifodalaydi. Tinch okeanining oq qisqichbaqasi gepatopankreasida ko‘p marta og‘iz orqali yuborilganidan keyin sarafloksatsin gidroxlorid konsentratsiyasi-vaqt egri chiziqlari. Vertikal chiziqlar standart og‘ish (n = 6) ni ifodalaydi.






ISSN 3030-3907

**3-rasm. Tinch okeanining oq qisqichbaqalari mushaklarida ko‘p marta og‘iz orqali yuborilganidan keyin Sarafloksatsin gidroxlorid konsentratsiyasi-vaqt egri chiziqlari. Vertikal chiziqlar standart og‘ish (n = 6) ni ifodalaydi.**

Farmakokinetik tahlil: Sarafloksatsin gidroxloridining farmakokinetik parametrlari 1-jadvalda keltirilgan. Gemolimfa, gepatopankreas va mushaklardagi maksimal konsentratsiya mos ravishda 12,236 mg/l, 376,939 mg/kg va 6,17 mg/kg ni tashkil qildi. Gemolimfa, gepatopankreas va mushaklardagi Ctrough qiymatlari mos ravishda 3,508 mg / L, 125,74 mg / kg va 1,466 mg / kg ni tashkil etdi. Gemolimfa (101,375 mg/L*soat), gepatopankreas (3644,362 mg/kg*soat) va mushaklarda (26,902 mg/kg*soat) AUC(0-∞) qiymatlari gepatopankreasda sarafloksatsin gidroxloridning tarqalishi eng yuqori ekanligini ko‘rsatdi. Bundan tashqari, tegishli to‘qimalarda t1 / 2z mos ravishda 27,403 soat, 20,456 soat va 16,852 soatni tashkil etdi. Jadval 1. Tinch okeanining oq qisqichbaqalariga (n = 6) takroriy og‘iz orqali yuborishdan keyin (30 mg / kg, kuniga ikki marta 5 kun) sarafloksatsin gidroxloridning farmakokinetik parametrlari.

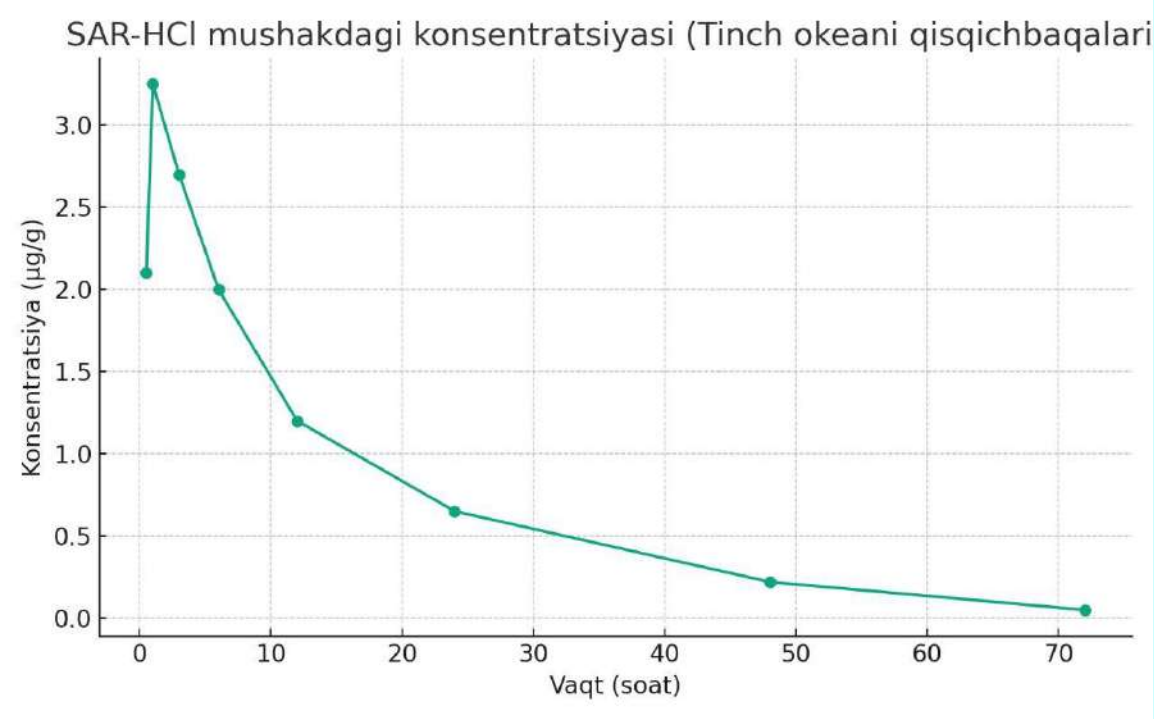
Farmakokinetik parametrlari Gemolimfa gepatopankreas mushaklari
AUCs (mg/l*soat, mg/kg*soat) 72,099 2685,818 22,443
AUC(0-t) (mg/l*soat, mg/kg*soat) 101,151 3643,526 26,805
AUC(0-∞) (mg/l*soat, mg/kg*soat) 101,375 3644,362 26,902
MRT(0-t) (h) 11,645 9,375 7,065
MRT(0-∞) (h) 12.078 9.419 7.475
t1/2z (h) 27,403 20,456 16,852
Tmax (h) 2 2 2
Cmax (mg/L, mg/kg) 12,236 ± 1,98 376,939 ± 64,77 6,17 ± 0,45
Qattiq (mg/L, mg/kg) 3,508 125,74 1,466
Kav (mg/L, mg/kg) 6,008 223,818 1,87
DF 1,453 1,122 2,515

Eslatmalar: Cmax gemolimfa (mg/l) yoki gepatopankreas va mushaklardagi (mg/kg) maksimal konsentratsiyasini bildiradi; Tmax preparatning maksimal kontsentratsiyasi vaqtini bildiradi; AUCss konsentratsiya-vaqt egri chizig‘i ostidagi barqaror holat maydonini anglatadi; AUC0-t - 0 soatdan t gacha bo‘lgan konsentratsiya-vaqt egri chizig‘i ostidagi maydon; AUC0-∞ 0 soatdan ∞ gacha bo‘lgan konsentratsiya-vaqt egri chizig‘i ostidagi maydonni anglatadi; MRT0-t 0 soatdan t gacha bo‘lgan o‘rtacha yashash vaqtini anglatadi; MRT0-∞ 0 soatdan ∞ gacha bo‘lgan o‘rtacha yashash vaqtini bildiradi; t1/2z - preparat konsentratsiyasining yarim yemirilish davri; Vd taqsimlanishning ko‘rinadigan hajmini bildiradi; Ctrough - preparatning minimal konsentratsiyasi; Cav -


ISSN 3030-3907

preparatning o‘rtacha barqaror konsentratsiyasi; DF preparat kontsentratsiyasining o‘zgarishini anglatadi.

Ko‘p marta og‘iz orqali yuborishdan keyin yo‘q qilish vaqti Oxirgi administratsiyadan keyin 24 soat, 36 soat, 48 soat, 72 soat va 96 soatda o‘lchangan mushakdagi dori konsentratsiyasi ma'lumotlari MRLS ostidagi qoldiqlarning 99% ning 95% ishonch oralig‘ini ta'minlovchi WT1.4 dasturi yordamida qayta ishlandi. Nihoyat, 91,9 soatga yaqin mushaklarni yo‘q qilish vaqti olindi




**4-rasm. Tinch okeanining oq qisqichbaqasi mushaklarida bir necha marta og‘iz orqali yuborishdan keyin Sarafloksatsin gidroxlorid konsentratsiyasi-vaqt log profillari (n = 6).**

**Xulosa:** Tadqiqot natijalari SAR-HCl preparatining mushak orqali yuborilishi Tinch okeani qisqichbaqalari organizmida samarali va yuqori darajadagi antibakterial toksik ta’sir ko‘rsatishini, bu esa uni bakterial kasalliklarni davolashda istiqbolli preparat sifatida qo‘llash imkonini beradi. Shu bilan birga, uning farmakokinetik profilini chuqur o‘rganish orqali optimal dozalar ishlab chiqish mumkin.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zhang, X., et al. (2021). Pharmacokinetics and tissue residues of sarafloxacin in Pacific white shrimp (Litopenaeus vannamei). Aquaculture, 541, 736787. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736787

2. Li, X., et al. (2020). Toxicity evaluation of antibiotics in aquatic organisms. Ecotoxicology and Environmental Safety, 189, 109983. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109983



ISSN 3030-3907

3. Wang, Y., et al. (2018). Tissue distribution and withdrawal time of sarafloxacin in shrimp. Journal of Fish Diseases, 41(3), 399–406. https://doi.org/10.1111/jfd.12738
4. Zhou, J., et al. (2019). Pharmacokinetics of fluoroquinolones in aquaculture species. Reviews in Aquaculture, 11(4), 1306–1322. https://doi.org/10.1111/raq.12290
5. FAO. (2020). Antibiotic Use in Aquaculture and the Risk of Resistance. https://www.fao.org/3/ca9184en/CA9184EN.pdf
6. Liu, Y., et al. (2022). Pharmacokinetic–pharmacodynamic modeling of sarafloxacin against Vibrio spp. Aquaculture Reports, 22, 100947. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100947
7. Sun, H., et al. (2021). Residue depletion of sarafloxacin in shrimp tissues. Food Additives & Contaminants, 38(4), 610–617. https://doi.org/10.1080/19440049.2020.1856616
8. Zhang, M., et al. (2023). Comparative toxicology of quinolones in marine invertebrates. Marine Pollution Bulletin, 189, 114698. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114698


ISSN 3030-3907

# MAKTABDA KIMYO FANINI O‘QITISH JARAYONIDA O‘QUVCHILARDA EKOLOGIK MADANIYATNI RIVOJLANTIRISH

**Tureniyazova Dametken Ayniyazovna**
*Qoraqalpoq davlat universiteti kimyo fanlari nomzodi, dotsent*
**Ataniyazova Amina Seitniyazovna**
*Nukus shahri 31-IDUM kimyo fani o‘qituvchisi.*
*E-mail: ataniyazovaamina00@gmail.com*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada maktabda kimyo fanini o‘qitish jarayonida o‘quvchilarda ekologik madaniyatni rivojlantirish masalalari tahlil qilinadi. Maqolada o‘quvchilarda ekologik ongni shakllantirishning pedagogik usullari, amaliy mashg‘ulotlar va interaktiv metodlar asosida ekologik madaniyatni rivojlantirish yo‘llari ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, maktab darslarida ekologik jihatlarni o‘zlashtirishning samaradorligi va o‘quvchilarni atrof-muhitni asrashga qiziqtirish metodlari ham muhokama qilinadi.

**Kalit so‘zlar.** Kimyo, ekologik madaniyat, maktab, o‘qitish metodikasi, o‘quvchi faolligi.

**Annotation.** The article examines the development of ecological culture among students during chemistry lessons in schools. It analyzes pedagogical methods for fostering environmental awareness, practical exercises, and interactive approaches to promoting ecological culture. The effectiveness of integrating environmental aspects into chemistry lessons and methods for motivating students to protect the environment are also discussed.

**Key words.** Chemistry, ecological culture, school, teaching methodology, student engagement.

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы формирования экологической культуры у школьников в процессе преподавания химии. Анализируются педагогические методы развития экологического сознания, практические занятия и интерактивные подходы к формированию экологической культуры. Также обсуждается эффективность усвоения экологических аспектов на уроках химии и методы мотивации учащихся к охране окружающей среды.

**Ключевые слова**: Химия, экологическая культура, школа, методика преподавания, активность учащихся.

**Kirish.**

O‘quvchilarda ekologik madaniyatni shakllantirish zamonaviy ta’lim tizimining dolzarb vazifalaridan biri bo‘lib, o‘sib kelayotgan avlodni atrof-muhitga mas’uliyatli munosabatga tayyorlashda muhim rol o‘ynaydi. Havo va suvning ifloslanishi, biologik xilma-xillikning kamayishi, iqlim o‘zgarishi kabi global ekologik muammolar sharoitida maktab o‘quvchilarining ekologik savodxonligini



ISSN 3030-3907

oshirish ta’lim jarayonining ajralmas elementi hisoblanadi. Maktabda kimyo fanini o‘qitish ekologik ongni shakllantirish uchun noyob imkoniyatlarni taqdim etadi, chunki kimyoviy tajribalar va moddalar xossalarini o‘rganish insonning tabiatga ta’siri bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liqdir. Interaktiv metodlar, amaliy mashg‘ulotlar va loyiha asosidagi faoliyatdan samarali foydalanish nafaqat nazariy bilimlarni tushuntirishga, balki o‘quvchilarda ekologik xavfsiz xulq-atvorni shakllantirishga ham yordam beradi. Maxsus e’tibor ekologik jihatlarni o‘quv jarayoniga integratsiya qilishga, tabiiy hodisalarni kuzatish imkoniyatlarini yaratishga, ekologik muammolarni mahalliy va global darajada tahlil qilishga hamda o‘quvchilarning mustaqil tadqiqot faoliyatini rag‘batlantirishga qaratiladi. Shu bilan birga, kimyo fanini o‘qitish orqali ekologik madaniyatni rivojlantirishga qaratilgan pedagogik texnologiyalarni ishlab chiqish va joriy etish o‘quvchilarda ekologik ongni, atrof-muhitga mas’uliyatni va tabiiy resurslardan oqilona foydalanishga tayyorgarlikni shakllantirishning asosiy sharti hisoblanadi. Maktabda kimyo fanini o‘qitish jarayonida o‘quvchilarda ekologik madaniyatni rivojlantirish nafaqat fan bilan bog‘liq bilimlarni oshirish, balki ularning atrof-muhitga mas’uliyatli munosabatini shakllantirishga xizmat qiladi. Global ekologik muammolar, jumladan, ifloslanish, resurslarning noto‘g‘ri ishlatilishi, biologik xilma-xillikning kamayishi va iqlim o‘zgarishi yosh avlodni ekologik ong bilan ta’minlash zaruratini yuzaga keltiradi. Kimyo fani esa tabiiy jarayonlar, moddalar xossalari va inson faoliyatining atrof-muhitga ta’siri bilan bog‘liq bo‘lgani sababli ekologik madaniyatni shakllantirishda samarali vosita hisoblanadi. O‘quvchilarda ekologik ongni rivojlantirish uchun interaktiv dars metodlari, amaliy tajribalar, loyiha ishlari va muammoga yo‘naltirilgan vazifalardan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, ekologik jihatlarni maktab darslariga integratsiya qilish, o‘quvchilarga tabiat hodisalarini kuzatish, ekologik muammolarni tahlil qilish va mustaqil tadqiqot faoliyatini rag‘batlantirish imkoniyatlarini yaratish orqali ekologik madaniyatning barqaror shakllanishi ta’minlanadi. Natijada, kimyo fanini o‘qitish orqali ekologik madaniyatni rivojlantirish nafaqat o‘quvchilarning bilim va ko‘nikmalarini oshirish, balki ularni atrof-muhitni muhofaza qilishga, resurslardan oqilona foydalanishga va barqaror turmush tarzini shakllantirishga tayyorlash imkonini beradi. Maktabda kimyo fanini o‘qitish jarayonida o‘quvchilarda ekologik madaniyatni rivojlantirish nafaqat fan bo‘yicha bilimlarni oshirish, balki ularning atrof-muhitga mas’uliyatli munosabatini shakllantirishga xizmat qiladi. Global ekologik muammolar, jumladan ifloslanish, resurslarning noto‘g‘ri ishlatilishi, biologik xilma-xillikning kamayishi va iqlim o‘zgarishi yosh avlodni ekologik ong bilan ta’minlash zaruratini yuzaga keltiradi. Kimyo fani esa tabiiy jarayonlar, moddalar xossalari va inson faoliyatining tabiatga ta’siri bilan


ISSN 3030-3907

bog‘liq bo‘lgani sababli ekologik madaniyatni shakllantirishda samarali vosita hisoblanadi.

**Adabiyotlar tahlili.** Zamonaviy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, maktab o‘quvchilarida ekologik madaniyatni shakllantirish ta’lim tizimining dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi [1]. Bir qator ishlar shuni ta’kidlaydiki, kimyo fanini o‘qitish jarayoni o‘quvchilarning ekologik bilimlarini integratsiyalash va ekologik ongni rivojlantirish uchun noyob imkoniyatlarni taqdim etadi [2]. Turli pedagogik yondashuvlar, jumladan interaktiv metodlar, loyiha asosidagi faoliyat va amaliy tajribalar, ekologik muammolarni chuqurroq tushunishga va o‘quvchilarda barqaror ekologik xulq-atvorni shakllantirishga yordam beradi [3]. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ekologik jihatlarni darslarga tizimli integratsiyalash o‘quvchilarning fanlarni o‘rganishga bo‘lgan motivatsiyasini oshiradi va ularni atrof-muhitga mas’uliyatli munosabatga o‘rgatadi [4]. Xorijiy tajribalarni tahlil qilish multimodal va muammoga yo‘naltirilgan metodlarning o‘quvchilarda ekologik madaniyatni rivojlantirishda samaradorligini tasdiqlaydi [5]. Bundan tashqari, tabiiy hodisalarni kuzatish va amaliy tajribalarni muntazam qo‘llash o‘quvchilarda tanqidiy fikrlash va mustaqil ekologik tadqiqot ko‘nikmalarini rivojlantirishga yordam beradi [6]. Umuman olganda, adabiyotlar shuni ko‘rsatadiki, nazariy bilimlar, amaliy mashg‘ulotlar va loyiha faoliyatini o‘z ichiga olgan kompleks yondashuv o‘quvchilarda ekologik ong va atrof-muhitga mas’uliyatni shakllantirishda eng samarali usul hisoblanadi [7].

**Materiallar va usullar.** Tadqiqotda maktab o‘quvchilarida kimyo fanini o‘qitish jarayonida ekologik madaniyatni rivojlantirishga qaratilgan pedagogik va metodik materiallardan foydalanilgan. Tadqiqot asosi sifatida maktab kimyo darsliklari, Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining dasturlari va metodik tavsiyalari, shuningdek ekologik tarbiya bo‘yicha qo‘llanmalar olingan. Amaliy ishlarda laboratoriya va demonstratsion tajribalar, loyiha ishlari, interaktiv mashg‘ulotlar, tabiat obyektlari va ekotizimlarni kuzatish, shuningdek multimedia resurslardan foydalanilgan. Tadqiqotning metodologik asosini kombinatsiyalangan yondashuv tashkil qilgan: o‘quvchilarning dars faoliyatini kuzatish, ekologik madaniyat darajasini baholash uchun so‘rovnomalar o‘tkazish, bajarilgan amaliy va loyiha ishlarini tahlil qilish hamda ekologik ongni rivojlantirishga qaratilgan pedagogik eksperimentlar. Ish jarayonida ilmiy adabiyot va metodik materiallarni tahlil qilish, turli pedagogik yondashuvlarning samaradorligini sinash uchun eksperimental usul, ekologik madaniyat darajasini solishtirish uchun taqqoslash usuli, o‘quvchilarning faoliyatini va ekologik mashg‘ulotlarga jalb qilinishini kuzatish, shuningdek so‘rovnomalar orqali bilim, qarash va motivatsiyani aniqlash usullaridan foydalanilgan. Nazariy bilimlar, amaliy mashg‘ulotlar va interaktiv metodlarni birlashtirgan kompleks yondashuv o‘quvchilarda ekologik madaniyatni


ISSN 3030-3907

rivojlantirishning eng samarali strategiyalarini aniqlashga, ularni yosh xususiyatlari va zamonaviy ta’lim dasturlari talablariga moslashtirishga imkon berdi.

**1-Jadval.**

**Kimyo darslarida ekologik mavzular va o‘qitish usullari**

| Ekologik mavzu | O‘qitish usuli | Maqsad | Izoh |
|---|---|---|---|
| Suv va havo ifloslanishi | Laboratoriya tajribalari, demonstratsiyalar | Kimyoviy moddalar inson va tabiatga ta’sirini tushuntirish | Amaliy mashg‘ulotlarda qo‘llanadi |
| Energetik resurslar | Loyiha ishlari, interaktiv topshiriqlar | Ekologik ong va resurslardan oqilona foydalanishni shakllantirish | Guruh muhokamalariga mos |
| Biologik xilma-xillik | Tabiatni kuzatish, tadqiqot ishlari | Tabiatga hurmat va ekotizimlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni tushuntirish | Sinfdan tashqari faoliyat uchun ham mos |

Birinchi jadval maktabda kimyo fanini o‘qitish jarayonida ekologik mavzularni o‘quvchilarga etkazishning asosiy yo‘nalishlarini va ularni o‘qitish usullarini ko‘rsatadi. Unda suv va havo ifloslanishi, energetik resurslar va biologik xilma-xillik kabi ekologik mavzular bilan ishlash usullari, ularning maqsadlari va amaliy qo‘llanilishi izohlangan. Bu jadval o‘qituvchilarga darslarni rejalashtirishda yordam beradi va o‘quvchilarda ekologik ongni shakllantirish bo‘yicha metodik yo‘riqnomani beradi.

**2-Jadval.**

**O‘quvchilarda ekologik madaniyatni rivojlantirish usullarining samaradorligi**

| Usul | O‘quvchilarni jalb qilish darajasi | Bilimlarni oshirish (%) | Amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirish |
|---|---|---|---|
| Laboratoriya tajribalari | Yuqori | 85 | Yuqori |
| Loyiha ishlari | O‘rta | 78 | O‘rta |
| Interaktiv topshiriqlar | Yuqori | 82 | O‘rta |
| Tabiatni kuzatish | O‘rta | 75 | Yuqori |



ISSN 3030-3907

Ikkinchi jadval esa turli pedagogik usullarning ekologik madaniyatni rivojlantirishdagi samaradorligini ko‘rsatadi. U laboratoriya tajribalari, loyiha ishlari, interaktiv topshiriqlar va tabiatni kuzatish usullarining o‘quvchilarni jalb qilish darajasi, bilimlarni oshirish foizi va amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirish qobiliyatini taqqoslaydi. Ushbu jadval yordamida o‘qituvchilar eng samarali metodlarni aniqlash, darslarda ularni maqsadli qo‘llash va o‘quvchilarning ekologik ko‘nikmalarini oshirish imkoniyatlarini baholashlari mumkin.

**Tadqiqot muhokamasi.** Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, maktabda kimyo fanini o‘qitish jarayonida ekologik madaniyatni rivojlantirishga qaratilgan pedagogik va interaktiv metodlar samarali natija beradi. O‘quvchilarda ekologik ongning oshishi, atrof-muhitga mas’uliyatli munosabat va tabiiy resurslarni oqilona ishlatish ko‘nikmalari laboratoriya tajribalari, loyiha ishlari va interaktiv mashg‘ulotlar orqali sezilarli darajada rivojlanganligi kuzatildi. So‘rovnomalar natijalari shuni ko‘rsatdiki, o‘quvchilarning ko‘pchiligi ekologik muammolarni chuqurroq tushunishga va ularni hal etishda faollik ko‘rsatishga tayyorliklarini oshirgan. Amaliy mashg‘ulotlar va tabiiy hodisalarni kuzatish orqali o‘quvchilarni ekologik jarayonlar bilan tanishtirish, ularni tadqiqot faoliyatiga jalb qilish samaradorligini oshirdi. Tadqiqot davomida interaktiv metodlar, muammoga yo‘naltirilgan topshiriqlar va loyiha ishlari o‘quvchilarda mustaqil fikrlash, tanqidiy tahlil va ekologik masalalarni hal qilish qobiliyatlarini rivojlantirishda samarali ekanligi aniqlanib, nazariy bilimlar va amaliy ko‘nikmalar o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlik mustahkamlandi. Shuningdek, ekologik jihatlarni darslarga integratsiyalash o‘quvchilarning fanlarni o‘rganishga bo‘lgan qiziqishini oshirish, ularni atrof-muhitni muhofaza qilishga rag‘batlantirish va barqaror ekologik xulq-atvorni shakllantirishda muhim ahamiyatga ega ekanligi tadqiqot natijalarida tasdiqlandi. Natijada, kompleks pedagogik yondashuv, interaktiv va amaliy metodlarni birlashtirish maktab o‘quvchilarida ekologik madaniyatni barqaror rivojlantirishga yordam beradi va ularni kelajakda atrof-muhitni muhofaza qilishga tayyorlaydi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, maktabda kimyo fanini o‘qitish jarayonida ekologik madaniyatni rivojlantirishga qaratilgan pedagogik va interaktiv metodlar samarali natija beradi. O‘quvchilarda ekologik ongning oshishi, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, atrof-muhitni muhofaza qilishga mas’uliyat hissi va barqaror ekologik xulq-atvor shakllanishi laboratoriya tajribalari, loyiha ishlari va interaktiv mashg‘ulotlar orqali sezilarli darajada rivojlanganligi kuzatildi. So‘rovnomalar natijalari shuni ko‘rsatdiki, o‘quvchilarning ko‘pchiligi ekologik muammolarni chuqurroq tushunishga va ularni hal etishda faollik ko‘rsatishga tayyorliklarini oshirgan [1]. Amaliy mashg‘ulotlar va tabiiy hodisalarni kuzatish orqali o‘quvchilarni ekologik jarayonlar bilan tanishtirish, ularni tadqiqot faoliyatiga jalb qilish samaradorligini


ISSN 3030-3907

oshirdi. Tadqiqot davomida interaktiv metodlar, muammoga yo‘naltirilgan topshiriqlar va loyiha ishlari o‘quvchilarda mustaqil fikrlash, tanqidiy tahlil va ekologik masalalarni hal qilish qobiliyatlarini rivojlantirishda samarali ekanligi aniqlanib, nazariy bilimlar va amaliy ko‘nikmalar o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlik mustahkamlandi. Shu bilan birga, darslarda ekologik jihatlarni tizimli integratsiyalash o‘quvchilarning fanlarni o‘rganishga bo‘lgan qiziqishini oshirish, ularni atrof-muhitni muhofaza qilishga rag‘batlantirish va barqaror ekologik xulq-atvorni shakllantirishda muhim ahamiyatga ega ekanligi tadqiqot natijalarida tasdiqlandi.

**Xulosa**. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, maktabda kimyo fanini o‘qitish jarayonida o‘quvchilarda ekologik madaniyatni rivojlantirishga qaratilgan pedagogik va interaktiv metodlar samarali hisoblanadi. O‘quvchilarda ekologik ong, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, atrof-muhitni muhofaza qilishga mas’uliyat hissi va barqaror ekologik xulq-atvor shakllanishi kuzatildi. Laboratoriya tajribalari, loyiha ishlari, interaktiv mashg‘ulotlar va tabiiy hodisalarni kuzatish o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy ko‘nikmalar bilan mustahkamlashga yordam berdi. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, ekologik jihatlarni dars jarayoniga integratsiyalash nafaqat fanlarni o‘rganishga bo‘lgan qiziqishni oshiradi, balki o‘quvchilarni atrof-muhitni muhofaza qilishga rag‘batlantiradi va kelajakda ekologik ongli shaxslar sifatida tarbiyalashga xizmat qiladi. Shunday qilib, maktabda kimyo fanini o‘qitish jarayonida ekologik madaniyatni rivojlantirish bo‘yicha kompleks pedagogik yondashuv, interaktiv va amaliy metodlarni birlashtirish eng samarali strategiya sifatida namoyon bo‘ladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Abdullayev A.A. Maktab o‘quvchilarida ekologik madaniyatni rivojlantirish metodikasi. – Toshkent: Ta’lim, 2018.
2. Karimova N.B. Kimyo darslarida ekologik ongni shakllantirish. – Toshkent: Fan va Ta’lim, 2019.
3. Ismoilov D.D. Interaktiv metodlar orqali ekologik madaniyatni rivojlantirish. – Samarqand: Pedagogika, 2020.
4. Johnson H., Smith R. Environmental Education in Chemistry Lessons. – London: Academic Press, 2017.
5. Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi. Maktab kimyo dasturi va metodik tavsiyalar. – Toshkent, 2021.
6. Permin A., Hansen J.W. Teaching Environmental Awareness in Schools. – Rome: FAO, 2019.
7. Tashkent State Pedagogical University. Pedagogik tadqiqotlar: ekologik tarbiya. – Toshkent, 2020.



ISSN 3030-3907

UDK:546.562+547.288.3+544.175

# 2,4-DIOKSOPENTAN KISLOTA ETIL EFIRINING AROILGIDRAZONLARINING Cu(II) IONI BILAN KOMPLEKS BIRIKMALARI

**Tursunov Murod Amonovich**
*Buxoro davlat universiteti professori, k.f.f.d., professor*
*E-mail: tursunovma@mail.ru*
**Umarov Baqo Bafayevich**
*Buxoro davlat universiteti professori, k.f.d., professor*
*E-mail: umarovbb@mail.ru*
**Tulisova Nasiba Zayniddinovna**
*Buxoro davlat universiteti tadqiqotchisi*
*E-mail: to‘lisovanz@mail.ru*

**Аннотация.** Комплексы $CuL{\cdot}NH_3$ с плоской квадратной структурой были получены в результате взаимодействия 1:1 молярной смеси этиловых эфиров ароилгидразонов 2,4-диоксопентановой кислоты ($H_2L^{1-4}$) и ацетата меди(II) в аммиачном водном растворе. Состав и строение синтезированных комплексов были изучены методами элементного анализа, ИК- и ЭПР-спектроскопии.

**Ключевые слова:** этиловый эфир 2,4-диоксопентановой кислоты, ароилгидразонов, моноядерный комплекс, спиртовый раствор, ароилгидразоны, антиферромагнетизм, плоско-квадратное строение, суперпозиция.

**Annotatsiya.** 2,4-dioksopentan kislota etil efiri aroilgidrazonlari ($H_2L^{1-4}$) va mis (II) asetatning ammiakli suvdagi eritmasining 1:1 molyar nisbatda aralashmasini o‘zaro ta’sirlashuvidan tekis-kvadrat tuzilishli $CuL{\cdot}NH_3$ komplekslari olindi. Sintez qilingan komplekslarning tarkib va tuzilishi element analiz, IQ-, EPR spektroskopiya tadqiqot usullari yordamida o‘rganildi.

**Kalit so‘zlar:** 2,4-dioksopentan kislota etil efir, aroilgidrazon. monoyadroli komplekslar, spirtli eritma, aroilgidrazonlar, antiferromagnitizm, tekis-kvadrat tuzilish, superpozitsiya.

**Annotation.** Square planar $CuL{\cdot}NH_3$ complexes were obtained by the interaction of a 1:1 molar mixture of ethyl esters of aroylhydrazones of 2,4-dioxopentanoic acid ($H_2L^{1-4}$) and copper(II) acetate in an ammonia aqueous solution. The composition and structure of the synthesized complexes were investigated using elemental analysis, IR, and EPR spectroscopy methods.

**Key words:** ethyl ester of 2,4-dioxopentanoic acid, aroylhydrazones, mononuclear complex, alcoholic solution, aroylhydrazones, antiferromagnetism, square planar structure, superposition.



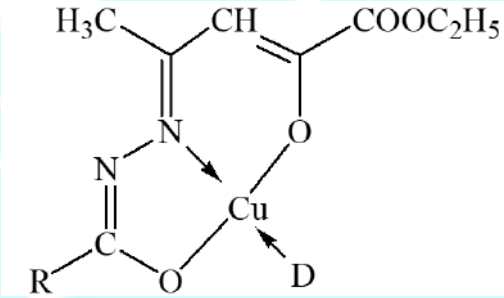
ISSN 3030-3907

## Kirish

Bugungu kunda β-dikarbonil birikmalarning turli aroilgidrazonlarining tarkibi va tuzilishi elementar tahlil, IQ va $^1$H YaMR spektroskopiyasi usullari yordamida batafsil o‘rganilgan. Aniqlanishicha, kondensatsiya mahsulotlari β-diketon fragmenti va atsetil fragmentidagi radikallar o‘zgarishiga qarab turli tautomer shakllarda mavjud bo‘lishi mumkin [1–4]. Bunday organik ligandlarning koordinatsion birikmalari yetarlicha chuqur o‘rganilgan [1,2,4]. Biroq, 2,4-dioksopentan kislotasining etil efiri asosidagi aroilgidorazonlar hosilalari bilan metall ionlarining kompleks birikmalari esa hali yetarlicha o‘rganilmagan.

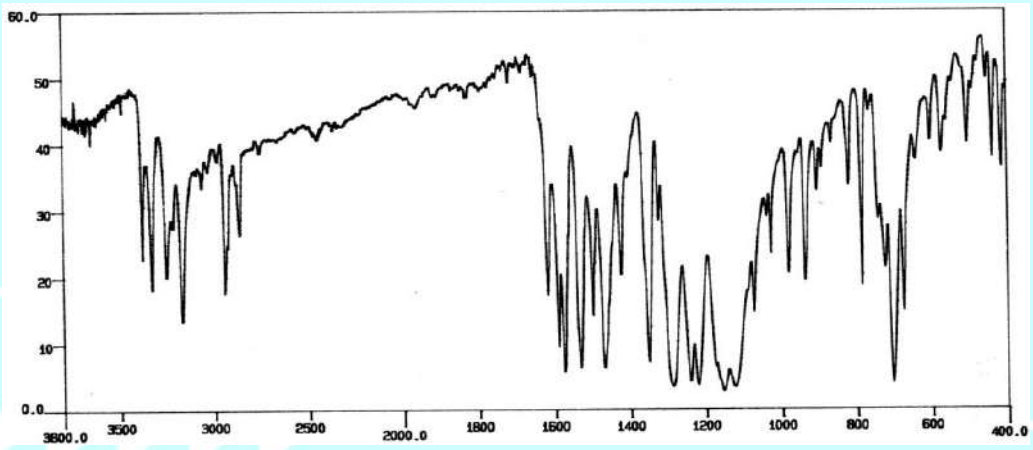
Biz tomonidan $H_2L^1$–$H_2L^4$ ligandlarining spirtli eritmalari bilan mis(II) asetatning suvli-ammiakli eritmasi o‘zaro ta’sirlantirilib, yashil rangli polikristal tuzilishga ega kompleks birikmalar sintez qilindi.

Kompleks birikmalarning KBr bilan presslangan tabletkalaridan (1-rasm) olingan IQ spektrlari va nikel analogi [1–4] bilan mosligi hamda element tahlil natijalari mis(II) $CuL\cdot NH_3$ tarkibli monoyadroli kompleks birikmalari quyidagi tuzilishga ega:




R=$C_6H_4X$-4, D=$NH_3$: X= $N(CH_3)_2$ ($CuL^1\cdot NH_3$), $OCH_3$ ($CuL^2\cdot NH_3$), $CH_3$ ($CuL^3\cdot NH_3$), H ($CuL^4\cdot NH_3$), Br ($CuL^5\cdot NH_3$), $NO_2$ ($CuL^6\cdot NH_3$); D=Py X=H ($CuL^3\cdot Py$).

$CuL\cdot NH_3$ komplekslarining IQ spektrlarda 3365, 3360, 3350 va 3345 $sm^{-1}$ to‘lqin uzunliklarida yutish chiziqlari kuzatiladi, ular koordinatsiyalangan ammiak molekulasining simmetrik va asimmetrik valentli tebranishlariga tegishli deb hisoblanadi (1-rasm).




**1-rasm. $CuL^3\cdot NH_3$ kompleks birikmasining IQ spektri**



ISSN 3030-3907

**1-jadval**

**$CuL \cdot NH_3$ kompleks birikmalarning IQ spektr parametrlari**

| Birikma | $NH_3$ | C–H | C=N | N=C–C=N | N=C–$O^-$ | N–N | Cu–O |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $CuL^1 \cdot NH_3$ | 3350 | 2978 | 1605 | 1520 | 1492 | 1065 | 480 |
| $CuL^2 \cdot NH_3$ | 3355 | 2974 | 1608 | 1530 | 1485 | 1070 | 485 |
| $CuL^3 \cdot NH_3$ | 3360 | 2975 | 1600 | 1525 | 1489 | 1072 | 490 |
| $CuL^4 \cdot NH_3$ | 3352 | 2972 | 1590 | 1535 | 1482 | 1075 | 482 |
| $CuL^5 \cdot NH_3$ | 3365 | 2970 | 1595 | 1524 | 1490 | 1068 | 492 |
| $CuL^6 \cdot NH_3$ | 3345 | 2976 | 1594 | 1526 | 1488 | 1078 | 484 |
| $CuL^3 \cdot Py$ | 3356 | 2973 | 1592 | 1528 | 1484 | 1074 | 488 |

Bunday xulosa Py bilan bog‘langan kompleksning IQ spektri bilan ham tasdiqlanadi, ularda ushbu sohada yutish kuzatilmaydi. Py bilan kompleksning spektrida 3356 $sm^{-1}$ da kuzatiladigan singlet chiziq koordinatsiyalangan Py ning valent tebranishlariga to‘g‘ri keladi. Shuningdek, ushbu birikmalarning IQ spektrlarida 1728–1738 $sm^{-1}$ diapazonda intensiv chiziq mavjudligi qayd etilishi lozim, bu esa murakkab efir guruhining C=O bog‘ining valent tebranishlariga mos keladi.

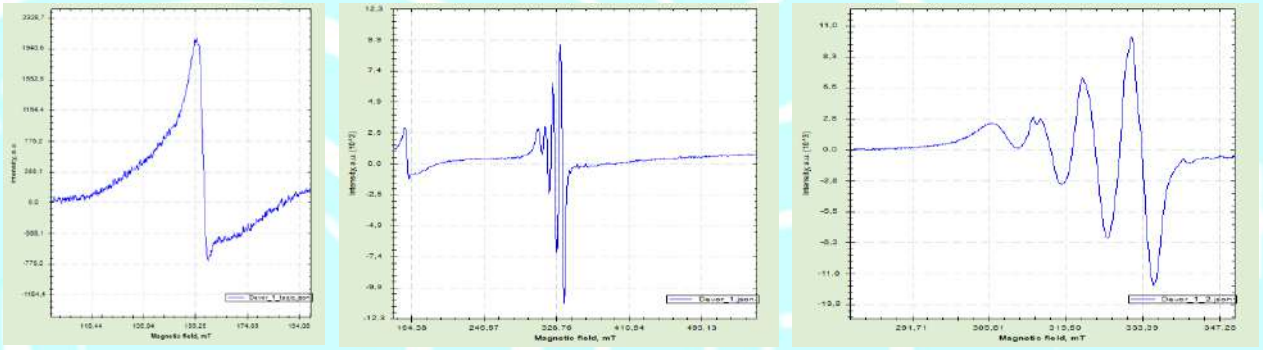
Dastlabki organik birikma, ya’ni gidrazon shaklida mavjud bo‘lgan ligand uchun ushbu tebranish chastotasi 1740–1750 $sm^{-1}$ da namoyon bo‘ladi. Liganddan kompleks birikma hosil bo‘lgandan so‘ng -$COOC_2H_5$ elektronoakseptor guruhning $\nu_{(C=O)}$ tebranishlari past chastotaga siljishi, besh va olti a’zoli psevdoaromatik metall halqa hosil bo‘lganligi bilan izohlash mumkin. Barcha komplekslarning IQ spektrlarida 1490–1608 $sm^{-1}$ soha oralig‘ida o‘rta va kuchli intensivlikdagi bir qator chiziqlar ko‘proq besh va olti a’zoli metall halqalardagi oralatma bog‘larining valent va deformatsion tebranishlariga mos keladi [5–8].

Sintez qilingan mis(II) molekulyar kompleks birikmalar xlorofrom va toluol eritmalarida olingan EPR spektrlari ma’lumotlariga ko‘ra tekis-kvadrat tuzilishga ega. Olingan EPR spektrlari ilgari o‘rganilgan birikmalarning spektrlariga o‘xshash bo‘lib, ular $^{63}Cu$ va $^{65}Cu$ yadrolaridan (I=3/2) keluvchi spektrlarning superpozitsiyasidan iborat bo‘lib, to‘rt liniyali chiziqni o‘ta nozik struktura chiziqlarini ko‘rsatadi. Chiziqlar kengligini kamaytirish va spektrlarning aniqligini yaxshilash maqsadida kompleks eritmalari gazdan tozalangan [5, 8–11].

Olingan komplekslarning effektiv magnit momentining qiymati, $\mu_{эфф.} = \sqrt{8\chi^1 \cdot m^T}$ formulasi bo‘yicha hisoblangan va 1,73–1,74 B.M. ga teng bo‘lib, amalda haroratga bog‘liq emas. Ushbu komplekslarning qattiq polikristall namunalarida past maydonlarda (H≅1700 E, 2- va 3-rasm) “taqiq qilingan” o‘tish chiziqlari mavjud [1,2,5,6]. Ushbu magnit moment ko‘rsatkichlari komplekslarning barcha


ISSN 3030-3907

molekulalari monomer shaklda ekanligini va ularning o‘rtasida antiferromagnit almashinuv o‘zaro ta’siri yo‘qligi haqida ma’lumot beradi [5–11].



**2-rasm. $CuL^3 \cdot NH_3$ kompleks birikmani xona haroratida va etanol eritmasida olingan EPR spektri.**

Mis(II) kompleksining X-diapazonli EPR spektri qattiq holatda xona haroratida va DMSO eritmasida suyuq azot haroratida yozib olindi, bunda DFPG (difenilpikril gidrazid) erkin radikali g belgisi sifatida ishlatildi. Kompleksda aniq ajralgan $g_{\parallel}$ va kengaygan $g_{\perp}$ sohalari kuzatildi, va turli Gamilton parametrlari hisoblab chiqildi.

Tadqiq etilgan kompleks birikmalar eritmalarda izotrop EPR spektrlarga ega bo‘lib, ular ilgari o‘rganilgan birikmalar [1-3, 6–10] bilan o‘xshash va Cu(II) ning monoyadroli kompleks birikmalariga xosdir. Ushbu spektrlar turli kenglik va intensivlikdagi to‘rtta O‘NS (o‘ta nozik struktura) chiziqlaridan iborat (2- va 3-rasm) bo‘lib, ular $^{63}Cu$ va $^{65}Cu$ yadrolarining spektrlar superpozitsiyasini tashkil etadi (2-jadval). Bularning barchasi mis(II) ionining koordinatsion markazida trans holatda joylashgan [$N_2O_2$] atomlari bilan tekis-kvadrat shaklida ekanligini aniq ko‘rsatadi. O‘NS (o‘ta nozik struktura) chiziqlarining turlicha kengligi yadroviy spin proeksiyalari uchun Mak-Konel relaksatsiya mexanizmi bilan tushuntiriladi, uning parametrlarini (1) formulaga asoslanib hisoblash mumkin:

$$\mathcal{H} = g \cdot \beta \cdot H \cdot S + < a_{Cu} > I_{Cu} \cdot S + \sum_{i=1}^{2} a_{N_i} \cdot I_{N_i} \cdot S \quad (1)$$

Mis(II) ionining barcha kompleks birikmalarini spektrlari izotrop spin-Gamilton operatori (SG) (1) shaklida ifodalanadi, bu yerda g-elektronning effektiv magnit momentining o‘lchovidir, g-faktor o‘lchovsiz kattalik bo‘lib, elektron magnit momentini uning to‘liq burchak momentiga nisbati hisoblanadi, boshqa nomi bilan Lande faktori deyiladi (erkin elektron uchun g =2,002322). β-Bor magnitoni, S=1/2 -elektron spini, I=3/2 -mis atom yadrosi spini, $I_N$ -azot atom yadrosi spini.

Mis(II) kompleks birikmalarning EPR spektr chiziqlari kengligi (2)-formulasi bilan ifodalanadi [6–9]:

$$\mathcal{H} = \alpha + \beta \cdot m_i + \gamma \cdot m_i^2 \quad (2)$$



ISSN 3030-3907

bu yerda $m_i$ -mis atom yadrosi spinining tashqi magnit maydon yo‘nalishidagi proeksiyasi hisobga olingan, α, β, γ esa relaksatsiya mexanizmlariga turli ta’sirlar natijasida paydo bo‘lgan koeffitsiyentlardir.

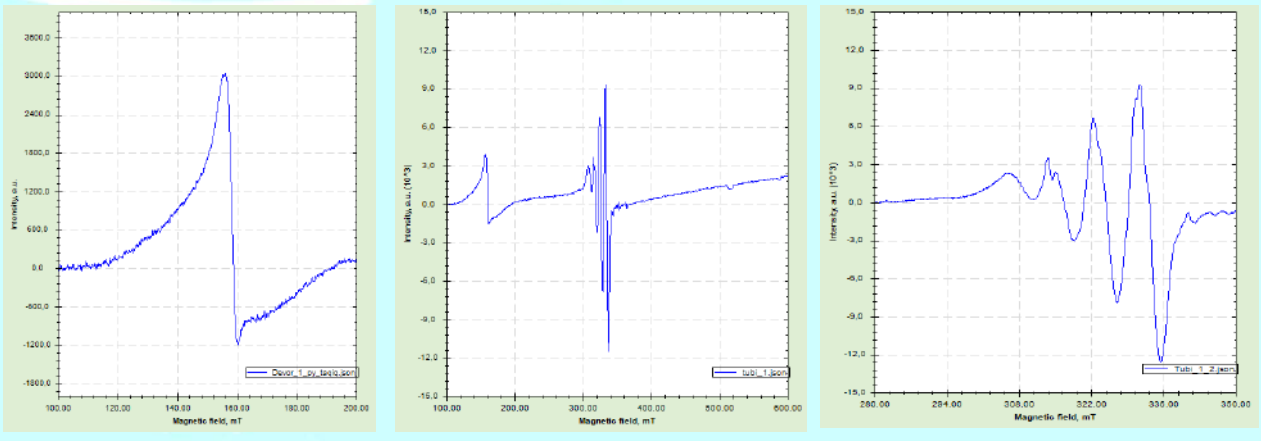
O‘rganilgan mis(II) birikmalarida juftlanmagan elektron $B_1g$ tipidagi molekulyar orbitalda joylashgan bo‘lib, ushbu tenglamaga ko‘ra $\alpha^2$ va $(\alpha')^2$ – mos ravishda misning atom orbitalari ($d_{x^2-y^2}$) va ligand atomlari ($\sigma_i$) uchun koeffitsiyentlardir. (3)-tenglamada α koeffitsientining semantik ma’nosi uning kvadrati orqali juftlanmagan elektronning $|d_{x^2-y^2}>$ orbitalida bo‘lish ehtimoli zichligi sifatida ifodalanadi:

$$\alpha^2 + (\alpha')^2 - 2\,\alpha \cdot \alpha' \cdot S = 1 \qquad (3)$$

Shunda $(\alpha')^2$ qiymati juftlanmagan elektronning ligand atomlarini orbitalaridagi delokalizatsiya darajasini belgilaydi. Agar $\alpha^2$ va $(\alpha')^2$ qiymatlari 0,5 ga teng bo‘lsa, komplekslardagi metall-ligand bog‘i kovalent hisoblanadi. Agar $\alpha^2=1$ va $(\alpha')^2=0$ bo‘lsa, bog‘lanishning tabiati to‘liq ion tabiatiga ega bo‘ladi. Ushbu α va α′ koeffitsiyentlari o‘zaro (4)-tenglama orqali bog‘langan bo‘lib, bu yerda S – qoplanish integralidir. Juftlanmagan elektronning ligand yadrolari bilan bog‘liq o‘ta nozik o‘zaro ta’sir energiyasi (4)-tenglama bilan ifodalanadi [1, 2, 5–7]:

$$< a_N >= \frac{4}{9}\pi \cdot \gamma_N \cdot \beta_0 \cdot \beta_N (\alpha^1)^2 \left|\rho_N(0)^2\right| S_Z \cdot I_Z \qquad (4)$$

Ushbu tenglamada $\gamma_N$ –azot atomining giromagnit ta’siri, $\beta_0$ – Bor magnitoni, $\beta_N$ – yadro magniton, $\rho_N(0)$ –azot atom yadrosidagi 2s orbital zichligi hisoblanadi. Ta’kidlash lozimki, $(\alpha')^2=0$ bo‘lganda juftlanmagan elektron ligand atomlarida joylashmaydi va QO‘NS (qo‘shimcha o‘ta nozik struktura) chiziqlari yo‘qoladi.



**3-rasm. $CuL^3$·Py kompleks birikmani xona haroratida va etanol eritmasida olingan EPR spektri.**

Agar $CuL^1$·$NH_3$ kompleks birikmasi uchun, bunda N-atsil qismida para-holatida $(CH_3)_2N$ guruhi elektrodonor o‘rinbosar sifatida mavjud bo‘lsa, EPR parametrlari quyidagicha bo‘ladi: g=2,094, $a_{Cu}$=91,07 E, $a_N$=15,7 E, $\alpha^2$=0,81; $CuL^6$·$NH_3$ kompleks birikma uchun esa, para-holatda $NO_2$– o‘rinbosar bo‘lganda, ushbu qiymatlar quyidagicha bo‘ladi: g=2,099, $a_{Cu}$=89,38 E, $a_N$=15,8 E, $\alpha^2$=0,83



ISSN 3030-3907

(2-rasm, 2-jadval). EPR spektr parametrlardagi bunday kichik o‘zgarish ligandning atsil qismidagi o‘rnatuvchilar tabiati o‘zgarishining EPR spektr parametrlariga $CuL^1 \cdot NH_3$ bilan solishtirganda sezilarli ta’sir qilmasligini ko‘rsatadi [1, 2, 9-12]. Xlorofrom va toluol eritmalarida xona haroratida mis(II) komplekslarining tekis-kvadrat tuzilishi haqidagi xulosalarni isbotlaydigan omil esa, EPR izotrop parametrlaridan (5)-tenglama orqali hisoblangan mis-ligand kovalentlik darajasining qiymatidir.

Kompleksda $g_{\parallel} > g_{\perp} > g_e$tendensiyasi kuzatilgani juftlanmagan elektron ehtimoliy tarzda $d_{x^2-y^2}$orbitasida joylashganligini ko‘rsatadi [4].

Kovalentlik parametri ($\alpha^2$) esa Kievelson va Neiman tenglamasi asosida hisoblab chiqilgan:

$$\alpha^2 = \frac{1}{0{,}43}\left(\frac{a_{Cu}}{0{,}036} + g - 2\right) + 0{,}02 \qquad (5)$$

**2-jadval**

**Mis(II) kompleks birikmalarining xona haroratida va toluol eritmasida olingan EPR spektr parametrlari**

| Birikmalar | g, ± 0,001 | $a_{Cu}$, ±0,01э | $a_{N1/N2}$,± 0,01 э. | $\alpha^2$ |
|---|---|---|---|---|
| $CuL^1 \cdot NH_3$ | 2.094 | 91,07 | 15,7/7,8 | 0,81 |
| $CuL^2 \cdot NH_3$ | 2,098 | 86,04 | 12,19 | 0,83 |
| $CuL^3 \cdot NH_3$ | 2,096 | 89,88 | 12,76 | 0,84 |
| $CuL^4 \cdot NH_3$ | 2,097 | 93,22 | 13,54 | 0,86 |
| $CuL^5 \cdot NH_3$ | 2,101 | 93,05 | 16,04/8,06 | 0,85 |
| $CuL^6 \cdot NH_3$ | 2,099 | 89,38 | 15,8/7,6 | 0,83 |
| $CuL^5 \cdot Pipe$ | 2,098 | 92,32 | 15,6/7,7 | 0,89 |
| $CuL^6 \cdot Py$ | 2,105 | 90,54 | 16,09/8,2 | 0,87 |

Kompleks birikmalarning EPR spektrlarida eng intensiv to‘rtinchi O‘NS (o‘ta nozik struktura) chziqlari kompleks hosil qilivchi xelatlovchi ligandning ikkita noekvivalent bo‘lgan azot atomining yadrolaridan va ammiak molekulasidan hosil bo‘ladigan to‘rtta chiziqdan iborat QO‘NS (qo‘shimcha o‘ta nozik struktura) chiziklari ajralganing ko‘rish kerak. Nazariyaga ko‘ra, xelatlovchi ligand azot atomining ajralish konstantasi ammiak azot atomining ajralish konstantasidan ikki baravar katta bo‘lishi kerak. Ikkita noekvivalent QO‘NS (qo‘shimcha o‘ta nozik struktura) chiziqlarining azot atomidan yomon ajralishi (2-rasm, 2-jadval) ehtimol, mis(II) ionining metallhalqa bilan qo‘shni bo‘lgan elektronoakseptor murakkab efir ($-COOC_2H_5$) radikali ta’siri osrida QO‘NS chiziqlarining kuchli kengayishi bilan tushuntirish mumkin [1-5, 8-12]. Qutbsiz erituvchilardan Ry, DMSO, DMFA kabi qutbli erituvchilarga o‘tish xona haroratida eritmalardan olingan EPR spektrlarida o‘zgarishlarga sabab bo‘ladi. Mis atomlaridan o‘ta nozik ta’sir konstantalari


ISSN 3030-3907

kamayadi va g-faktor qiymati ortadi, spektr chiziqlari kuchsiz maydonlar sohasiga siljiydi.

Shunday qilib, IQ va EPR spektroskopiya usullari hamda mis(II) komplekslarining magnit-kimyoviy xossalarini o‘rganish orqali o‘rganishlar, ushbu birikmalar qattiq holatda va qutbsiz erituvchilarda eritilganda markaziy metal ioni trans-$N_2O_2$ koordinatsion qurshovli tekis-kvadrat tuzilishga ega bo‘ladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Умаров Б.Б., Турсунов М.А., Минин В.В. Комплексы с производными кетоальдегидов и кетоэфиров.- Ташкент.- Нишон-Ношир.- 2016.- 350 с.
2. Умаров Б.Б. Комплексные соединения некоторых переходных металлов с бис-5-оксипиразолинами. Дис. … докт. хим. наук.- Ташкент.- ИУ АН РУз.- 1996.- 351 с.
3. Avezov K.G., Umarov B.B., Tursunov M.A., Minin V.V. Copper(II) Complexes Based on 2-Thenoyltrifluoroacetone Aroyl Hydrazones: Synthesis, Spectroscopy, and X-ray Diffraction Analysis // Russian J. of Coord. Chem.- 2016.- Vol. 42.- No 7.- P. 470-475.
4. Ларин Г.М. Изучение методом ЭПР строения комплексных соединений переходных металлов. Дис. докт. хим. наук.- М.:- ИОНХ. РАН.- 1974.- 376 с.
5. Калинников В.Т., Ракитин Ю.В.Введение в магнетохимию.- М.: Наука.- 1980.- 302 с.
6. Ракитин Ю.В., Ларин Г.М., Минин В.В. Интерпретация спектров ЭПР координационних соединений.- Москва.- Наука.- 1993.- 400 с.
7. турсунов м.а., Умаров Б.Б., Минин В.В. Парпиев Н.А. Комплексы Ni(II) и Cu(II) с бензоилгидразонами метилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты / Тезисы Респ. научно-техн. конф. “Современные технологии и инноватsiи горно-металлургической отрасли.”- НавГГИ, Навои.- 14-15 июня 2012.- С. 350-351.
8. Chopin N., Medebielle M., Pilet G. Bidentate and Tetradentate β-Aminovinyl Trifluoromethylated Ketones and Their Copper(II) Complexes: Synthesis, Characterization and Redox Chemistry // Eur. J. Inorg. Chem.- 2012.- P. 1093-1103.
9. Турсунов М.А., Умаров Б.Б., Авезов К.Г. Комплексы меди(II) с ароилгидразонами этилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты. Развитие науки и технологий.- БухИТИ.- 2018.- № 2.- С. 71-75.
10. Tursunov M.A., Sevinchova D.N., Avezov K.G., Umarov B.B., Ganiyev B.Sh. Synthesis and ESR Spectroscopy Complexes of Copper(II) with Acyl- and Aroylhydrazones of Methyl Ester of 5,5-Dimethyl-2,4-Dioxohexanoic Acid. American Journal of Heterocyclic Chemistry. Vol. 6, No. 2, 2020, pp. 24-29. Doi: 10.11648/j.ajhc.20200602.12.



ISSN 3030-3907

11. Турсунов М.А., Кодирова З.К., Эргашов М.Я. Комплексы меди(II) с ароилгидразонами метилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты. Universum: химия и биология: электрон. Научн. Журн.- 2019.- №11 (65).- С. 28-31.
12. Умаров Б.Б., Турсунов М.А., Авезов Қ.Ғ., Авезов Х.Т. Комплексы Ni(II) и Cu(II) с ароилгидразонами метилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты. Фармацевтика соҳасининг бугунги ҳолати: муаммолар ва истиқболлар. Халқаро олимлар иштирокидаги республика илмий-амалий анжумани материаллари.- ТошФармИ, Тошкент. 15-16 ноябрь. 2019. 259-260 б.


ISSN 3030-3907

# YUQORI UGLERODLI PO‘LAT QOTISHMALARNING TRIBOLOGIK XUSUSIYATLARINI OSHIRISHNING TEXNOLOGIK USLUBIYATLARI

**Bektemirov Abdujalol Do‘smuxammad o‘g‘li**
*Andijon davlat texnika instituti, katta o‘qituvchi, PhD*
*E-mail: bektemirovabdujalol94@gmail.com*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada yuqori uglerodli po‘latlarning tribologik xususiyatlarini yaxshilash texnik uslubiyatlarining ananaviy ko‘rinishlari va yangi texnologiyalari haqida so‘z boradi. Tribologik xususiyatlarni yaxshilashda quymakorlikning zamonaviy texnologiyalari qatorida pechdan tashqari modifikatsiyalash orqali qotishmalar kristal panjaralari hajmini kichraytirish asosida uning yeyilishbardoshliligini yaxshilash ko‘zda tutiladi.

**Kalit so‘zlar:** Tribologiya, uglerodli po‘lat, legirlangan po‘lat, legirlovchi, modifikator, induksion pech, yeyilishbardoshlik, qattiqlik.

**Annotation:** This article will talk about the traditional manifestations and new technologies of technical techniques for improving the tribological properties of high-carbon steels. In the improvement of tribological properties, a number of modern technologies of Foundry are envisaged to improve its edibility based on reducing the size of the crystal lattice of alloys by non-furnace modification.

**Keywords:** Tribology, carbon steel, alloy steel, alloy, modifier, induction furnace, wear-resistance, hardness.

**Аннотация:** В данной статье речь пойдет о традиционных проявлениях и новых технологиях технических приемов для улучшения трибологических свойств высокоуглеродистых сталей. Для улучшения трибологических свойств предусмотрен ряд современных технологий литейного производства, направленных на повышение его пригодности к употреблению, основанных на уменьшении размера кристаллической решетки сплавов путем модификации без обжига.

**Ключевые слова:** Трибология, углеродистая сталь, легированная сталь, сплав, модификатор, индукционная печь, износостойкость, твердость.

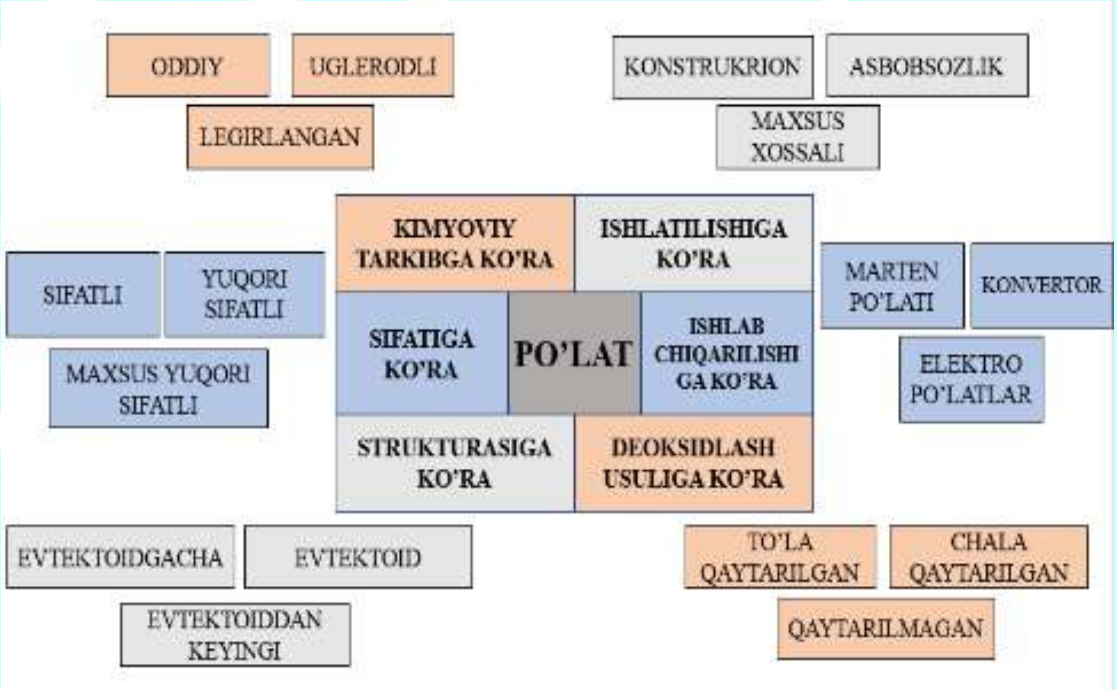
## Kirish

Texnik materialshunoslik va quymachilikda, so‘ngi yillarda metal va qotishmalarning tribologik (ishqalanish va yeyilish) marfologiyasini o‘rganish va ayni xususiyatlarni yaxshilash bo‘yicha juda ko‘plab tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu boradagi tadqiqotlar natijasida qotishmalarning, xususan uglerodli po‘lat qotishmalarining yuqori yeyilishbardosh turlarini olishda, ularni sanoat pechlarida suyuqlantirishning yangi va takomillashgan texnologiyalariga ehtiyojlar sezilmoqda. Birgina 2018 yilda, jaxon miqyosida po‘lat qotishmalarining ishlab chiqarish hajmi 1,808 million tonnadan oshgani aniqlangan bo‘lsa, bu ko‘rsatkich



ISSN 3030-3907

2015-2017 yillarga nisbatan 4,5 foizga oshgan [1]. Hozirda butun dunyoda ishlab chiqarilayotgan qora metallar va ularning qotishmalarining 85 % dan ortig‘i aynan uglerodli po‘lat qotishmalari hissasiga to‘g‘ri kelmoqda [2]. Umumiy metalshunoslikda po‘lat qotishmasi bir necha yo‘nalishlarga ko‘ra alohidadan guruhlar va turlarga bo‘linadi (1 – rasm).




**1 – rasm: Po‘latning bir necha yo‘nalishlarga ko‘ra guruhlari**

## ADABIYOTLAR TAHLILI

Hindistonlik tadqiqotchi olimlar P. Mallikarjuna Rao, D. Satish Kumar, Manjini Sa,bandam va Balu Gnalar o‘zlarining SWRH 72A markali yuqori uglerodli po‘latni TiN bilan modifikatsiyalash borasidagi ilmiy ishlarida termodinamik hisob yordamida yuqori uglerodli po‘latlar tarkibiga pechdan tashqari kiritilgan TiN nanokukunlarining qotishmada tarqalishi tekshirildi. Bunda kovshda nanokukun shaklida kiritilgan TiN qotishmaning qattiq fazali qismida yaxshi tarqalgan, chunki TiN suyuqlanish harorati po‘latga nisbatan ancha yuqori bo‘lishiga qaramay TiN nanokukuning donadorligi bunga sharoit yaratib berdi. Po‘latlarda nitrid qo‘shimchalarining hosil bo‘lishida Ti elementining nanokukunini yo‘qotilishi kuzatilgan, bu esa umumiy TiN miqdorini kamayishiga olib kelgan.

Rossiyalik izlanuvchilar S.I. Gertsyk va Ya.A. Mineev 2020 – yili o‘tkazgan o‘z tadqiqotlarini, induksion pechlarda yuqori uglerodli hamda legirlangan po‘lat qotishmalaridan sifatli quyma mahsulotlar olishga qaratganlar. Ushbu tadquqot ishida induksion pechda quyma olish uchun shixtaning tarkibi va fraksiyasini ma’romlashdan tashqari, pech ichida elementlarning oksidlanish darajasi, ularni qaytarilishi va qotishmani legirlovchilar bilan boyitish tahlillari keltirilgan.


ISSN 3030-3907

Po‘lat qotishmalari kimyoviy tarkibiga ko‘ra oddiy, uglerodli va legirlangan guruhlarga bo‘linsada, legirlangan va uglerodli po‘latlarning yana uchtadan turlari ham mavjud.

## TADQIQOT METODOLOGIYASI

Nazariy tadqiqotlar, hozirda ishlab chiqarish jarayonlarida talabgor qotishma hisoblanuvchi uglerodli po‘latlarning yeyilishbardoshligini yaxshilash borasida bajarilgan ishlar va ularning natijalarini o‘rganish va tahlil qilish asosida kechdi. Bunda uglerodli va legirlangan po‘latlarning quyidagi asosiy tushunchalari o‘rganildi.

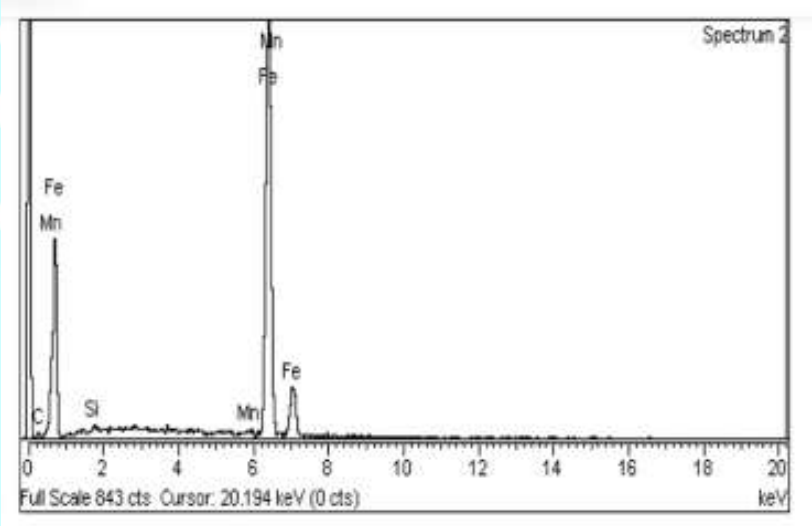
Uglerodli po‘latlarda: kam uglerodli po‘lat (0,02 – 0,3 % C); o‘rtacha uglerodli po‘lat (0,3 – 0,5 % C); yuqori uglerodli po‘lat (C ≥ 0,6 % C).

Legirlangan po‘latlarda: kam legirlangan po‘lat ( C ≤ 2,5 %)**;** o‘rtacha legirlangan po‘lat ( 2,5-10 % C)**;** yuqori legirlangan po‘lat (C ≥ 10 %).

Uglerodli po‘latlarning markalanishi: Markalar turli belgilar, ya’ni harf va son birliklardan iborat va shu belgilar qotishmaning kimyoviy tarkibi hamda unga maxsus kiritilgan legirlovchilar haqida ma’lumot bera oladi. Umumiy metallshunoslikda konstruksion po‘lat markasidagi “Ст” (MDH) yoki “S” (YI) harflari qotishmaning po‘latligini anglatadi. Qotishma markasidagi dastlabki ikki raqamning yuzdan bir ulushi shu qotishmadagi uglerod miqdoriga teng bo‘ladi. Ст3, Ст45 (ГОСТ), S355J0 (ASME, ES). Uglerodli po‘latlarning markalanishida esa “У” (MDH) harfi uglerodli po‘lat ekanligini bildirib, undan keyingi raqam (lar) o‘nga bo‘linib uglerodni qotishma tarkibidagi foizining miqdorini anglatadi. У7, У10, У13 [3].

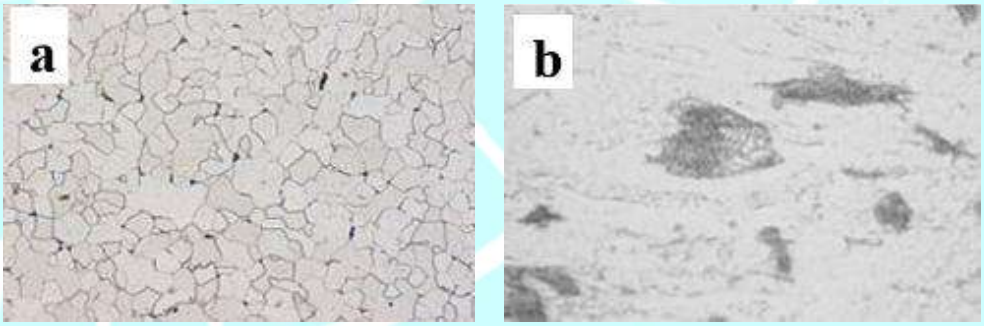
Kam uglerodli po‘lat: Bu turdagi uglerodli po‘latning tarkibida uglerod miqdori juda kam va plastikligi (bosim ostida murakkab shakllarni oson egallashi) yuqoriligi uchun asosan metall konstruksiyali imoratlar qurishda, temir – beton mahsulotlari ishlab chiqarishda, metallarga bosim ostida ishlov berib olinadigan detallar tayyorlashda keng foydalaniladi. Bunday po‘lat qotishmalarning kimyoviy xususiyatlarini o‘rganishda (AISI 1010), uning tarkibidagi nisbatan oz elementlar e’tiborga olinmaydi, ya’ni uglerodli po‘latlarning barcha xos xususiyatlari tarkibdagi uglerod bilan tavfsiflanadi. Bunda Fe (98,89%), C (0,09%), Mn (0,46%), P (0,08%), Si (0,39%) va S (0,09%) kabi komponentlarning kimyoviy parchalanishini kuzatiladi (2 – rasm) [4].


ISSN 3030-3907




**2 – rasm: Kam uglerodli po‘latning (AISI 1010) EDS (energiya dispersiv rentgen spektroskopiya) tahlili.**

Uglerod miqdori kam bo‘lgan po‘lat qotishmalar mikrostrukturalari o‘rganilganda ularda asosan ferrit va perlit strukturalari kuzatiladi (3 – rasm).

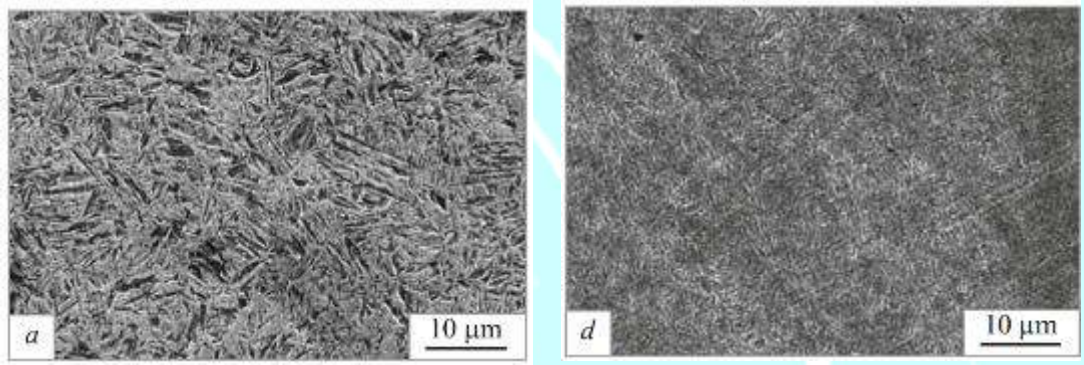



**3 – rasm: Kam uglerodli po‘lat strukturalari. a) ferrit, b) perlit**

**O‘rtacha uglerodli po‘lat:** Uglerod miqdori ortgani sayin qotishmaning qattiqligi ortib, plastikligi kamayib boradi, shuning uchun uglerod miqdori 0,3 – 0,5 % bo‘lgan po‘latlarni past darajadagi bosim bilan ishlov berishda qiyinchilik tug‘iladi. O‘rtacha uglerodli po‘lat qotishmalaridan odatda turli yeyilishbardosh bo‘lgan mashina detallari tayyorlanadi.

Tayanchlar, tishli mexanizmlar va turli bloklar odatda o‘rtacha uglerodli po‘latlardan tayyorlanadi. O‘rta uglerodli po‘lat qotishmalarining mikrostrukturalari o‘rganilganda odatda ularda ferrit-perlit strukturasi shakllanishi, biroq termik ishlashdan keyingi mexanik xossalari bir muncha yaxshi bo‘lishi isbotlandi va termo jarayonlardan po‘lat Ст45 da martensit tuzilishiga ega bo‘lgan struktura shakllangani kuzatildi. SEM tahlili o‘tkazilganda martensit donalarining qalinligi tahminan 200 nm ekanligi aniqlandi [5].


ISSN 3030-3907



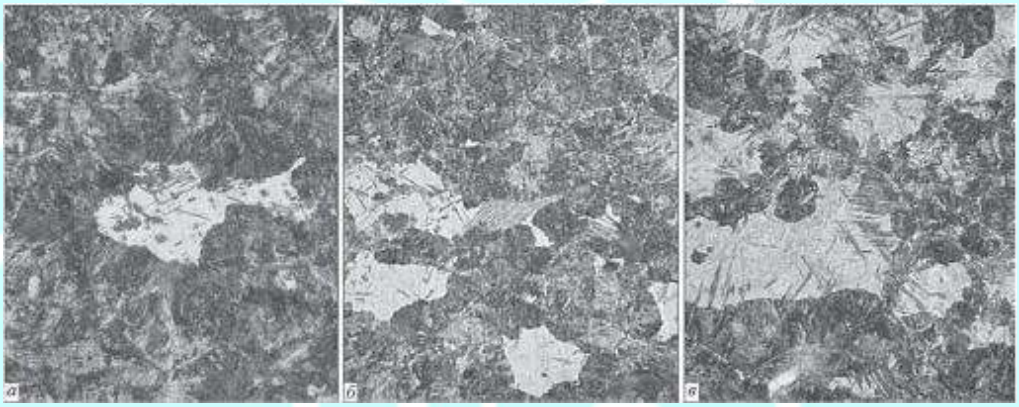

**4 – rasm: O‘rtacha uglerodli po‘latlarda termik ishlov orqali martensit strukturasi shakllanishi.**

**Yuqori uglerodli po‘lat:** Odatda, bunday qotishma tarkibida o‘rtacha C 0,60 - 1,4 % gacha, o‘ta yuqori (ekstremal) hollarda esa C 1,4 - 1,8 % ni tashkil etib, 0,30 - 0,90% gacha Mn mavjud bo‘ladi. Bunday qotishma ferritning bir xil dispersga ega donalari va sharsimon, uzluksiz proevtektoid qattiq karbidlarning hajm bo‘ylab teng taqsimlanishidan iborat mikrostrukturalar hosil qilishda termik va termomexanik tarzda qayta ishlanadi. Bunday mikrostrukturalar esa superplastikni, yuqori yeyilishbardoshlik, qattiqlik va past egiluvchanlikni ham ta’minlaydi.

Yuqori uglerogli po‘lat qotishmalari eritishning kritik nuqtasida (727 ° C) evtektoid C 0,77 – 0,80 % da mutloq perlitli mikrostrukturasi kuzatiladi. Qotishmada uglerod mazkur miqdoridan kam bo‘lgan holatda gipoevtektoid (qotishmada uglerod 0,76 % va undan kam bo‘lgandagi po‘lat gipoevtektoid po‘lat hisoblanadi) bo‘lib, ferrit + perlit strukturaning mexanik aralashmasidan hosil bo‘ladi. Zamonaviy materialshunoslikda ferrit davri proevtektoid davri deb ham yuritiladi, chunki u qotishmaning muvozanat temperaturasida sodir bo‘ladigan evtektoidga hos o‘zgarishidan oldin hosil bo‘ladi. Qotishmada uglerod ortishi bilan perlit strukturasining shakllanish miqdori va tezligi ortadi hamda uglerod 0,8 % da qotishma to‘liq perlit tuzilishga ega bo‘lishi kuzatiladi (5 – rasm).

Qotishmaga qo‘shiluvchi elementlar yangi strukturalar hosil qiladi. Austenit, martensit, trostit, beynit va sorbitollar po‘lat qotishmasining mexanik va tribologik xususiyatlarni yaxshilaydi. Ko‘p uglerodli po‘latlardan, podshipniklar, po‘lat simlar, matritsa va puansonlar hamda turli ishqalanish muhitida ishlovchi detallar tayyorlanadi [6].


ISSN 3030-3907



**5 – rasm: У8 markali yuqori uglerodli po‘latning x500 kattalashtirilib o‘rganilgan tasviri**

## MUHOKAMA VA NATIJALAR

Yuqori uglerodli po‘latlar strukturasiga ko‘ra bo‘linuvchi har uch turga, gipoevtektoid (evtektoidgacha), evtektoid va giperevtektoid (evtektoiddan keyingi) po‘latlar turiga kira oladi.

**Gipoevtekoid po‘latlar:** Gipoevtekoid (evtektoidgacha, 0,8 % C gacha) po‘latlarning mikro tuzilishi ferrit va perlitdan iborat. Qotishma tarkibidagi uglerod miqdori ortishi bilan perlit miqdori ortib ferrit miqdori kamayishni boshlaydi. Po‘latning gipoevtekoid davrida austenite ikki xil tarzda hosil bo‘lib, ular perlitning erishi va gipoevtekoid ferritning austenitga o‘tishi bilan tavfsiflanadi. Qotishmadagi ferrit past eruvchanligi tufayli gipoevtektoid po‘latdagi barcha uglerod perlitda bo‘ladi. Quyidagi 1.1-formula orqali qotishmadagi uglerod miqdorini aniqlash mumkin:

$$C = \frac{Px0,8}{100}\% \qquad 1.1$$

Bunda: P –perlit egallagan maydon %; 0,8 % bu perlit strukturasidagi uglerod miqdori;

**Evtektoid po‘latlar:** Evtektoid po‘latlar, qotishma tarkibida uglerod o‘rtacha 0,8% (0.75–0.85 % C) bo‘lgan holatni o‘z ichiga oladi. Bu turdagi po‘latlarning birlamchi kristallanishida austenit (gamma temirdagi uglerodning interkolatsiyasi qattiq eritmasi) hosil bo‘ladi, va kristall panjarasining tuzilishi hajmi markazlashgan kub kabi bo‘ladi.

**Giperevtektoid po‘latlar:** Tarkibida 0,8 – 2,14 % uglerodi bo‘lgan qotishmalar giperevtektoid (evtektoiddan keyingi) po‘latlar hisoblanib, ularning asosi perlit va ikkilamchi sementitdir. Ikkilamchi sementit qotishma kristallanish chizig‘ida sovutilganda, harorat pasayganda, austenitda uglerodning eruvchanligi pasayishi tufayli ajralib chiqadi. Ikkilamchi sementit, termo rejim sharoitiga ko‘ra, perlit donalarining atrofida engil yoki alohida qo‘shiluvchilar shaklida namoyon bo‘ladi. Giperevtektoid po‘latda uglerod miqdori ko‘payishi bilan, sementit qatlami uglerodga mutanosib ravishda qalinlashib boradi. [7].



ISSN 3030-3907

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Zhiyuan Fan, S. Julio Friedmann, “Low-carbon production of iron and steel: Technology options, economic assessment, and policy” Joule, Volume 5, Issue 4, 2021, Pages 829-862, ISSN 2542-4351
2. https://metalexponents.com
3. “Development of steel wheel detail casting technology” Bektemirov Abdujalol, Turakhodjaev Nodir, Mahmudov Fakhriddin, Tashkhodjaeva Kamola, Sadikova Nargiza, Tadjiev Nuriddin. / AJMR vol 11, Issue 8, August 2022.
4. Alharbi, S.O., Ahmad, S., Gul, T. et al. The corrosion behavior of low carbon steel (AISI 1010) influenced by grain size through microstructural mechanical. Sci Rep 14, 5098 (2024). https://doi.org/10.1038/s41598-023-47744-y.
5. “Microstructure and mechanical properties of medium-carbon steel subjected to severe plastic deformation” M. V. Karavaeva, S. K. Nurieva, N. G. Zaripov, A. V. Ganeev, and R. Z. Valiev Metal Science and Heat Treatment, Vol. 54, Nos. 3 – 4, July, 2012 (Russian Original Nos. 3 – 4, March – April, 2012).
6. “Effect of carbon content on microstructure and mechanical properties of sintered Fe-Mo-Mn-C alloys” A. Wanalerkngam , S. Boonmee , R. Krataitong , M. Morakotjinda , W. Pongsak , N. Tosangthum, R. Tongsri/ Materials Science and Engineering 1137 (2021) 012029.
7. Микроструктура углеродистых сталей в равновесном состоянии / Методические указания по дисциплине «Материаловедение» / Составители: В.И. Астащенко, Г.Ф. Мухаметзянова, Н.Н. Западнова – Набережные Челны: НЧИ (ф) КФУ, 2015. - 14 с


ISSN 3030-3907

# LEYSHMANIOZ PATOGENEZI VA PARAZITNING BIOKIMYOVIY MOSLASHUV MEXANIZMLARI

**Quvondiqov Iftixor Nabijon o'g‘li**
*Samarqand davlat tibbiyot universiteti*
*Email: iftixorbiokimyo@gmail.com*
**Mamadiyorova Hushnoza Shakirovna**
*Samarqand davlat tibbiyot universiteti*
**Ochilbekova Sarvinoz Komiljonovna**
*Samarqand davlat tibbiyot universiteti*
*Tel. +998 93 230 4578*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada *Leishmania* turiga mansub protozoy parazitlarning biokimyoviy tuzilishi, metabolik yo‘llari, antioksidant himoya mexanizmlari hamda mezbon organizmda yuz beradigan biokimyoviy o‘zgarishlar tahlil qilingan. Leyshmaniozning patogenezida parazitning oksidlovchi stressga chidamliligi, energiya almashinuvi va immun tizimdan yashirinib yashash qobiliyati asosiy rol o‘ynaydi. Shuningdek, maqolada leyshmaniozga qarshi dori ishlab chiqishda biokimyoviy yo‘llarni nishonga olish istiqbollari yoritilgan.

**Kalit so‘zlar**: Leyshmaniya, biokimyo, antioksidant fermentlar, glikoprotein, tripanotion, oksidlovchi stress, patogenez.

**Аннотация:** В данной статье проанализированы биохимическая структура, метаболические пути, антиоксидантные механизмы защиты и биохимические изменения, происходящие в организме хозяина при заражении простейшими паразитами рода *Leishmania*. В патогенезе лейшманиоза основную роль играет устойчивость паразита к окислительному стрессу, особенности энергетического обмена и способность уклоняться от иммунной системы хозяина. Также в статье освещены перспективы разработки противолейшманиозных препаратов, направленных на ключевые биохимические пути паразита.

**Ключевые слова:** Leishmania, биохимия, антиоксидантные ферменты, гликопротеины, трипантион, окислительный стресс, патогенез.

**Annotation:** This article analyzes the biochemical structure, metabolic pathways, antioxidant defense mechanisms, and biochemical changes occurring in the host organism caused by protozoan parasites of the *Leishmania* genus. In the pathogenesis of leishmaniasis, the parasite’s resistance to oxidative stress, its energy metabolism, and its ability to evade the host’s immune system play a key role. The article also highlights the prospects of developing antileishmanial drugs targeting specific biochemical pathways of the parasite.

**Keywords:** Leishmania, biochemistry, antioxidant enzymes, glycoproteins, trypanothione, oxidative stress, pathogenesis.



ISSN 3030-3907

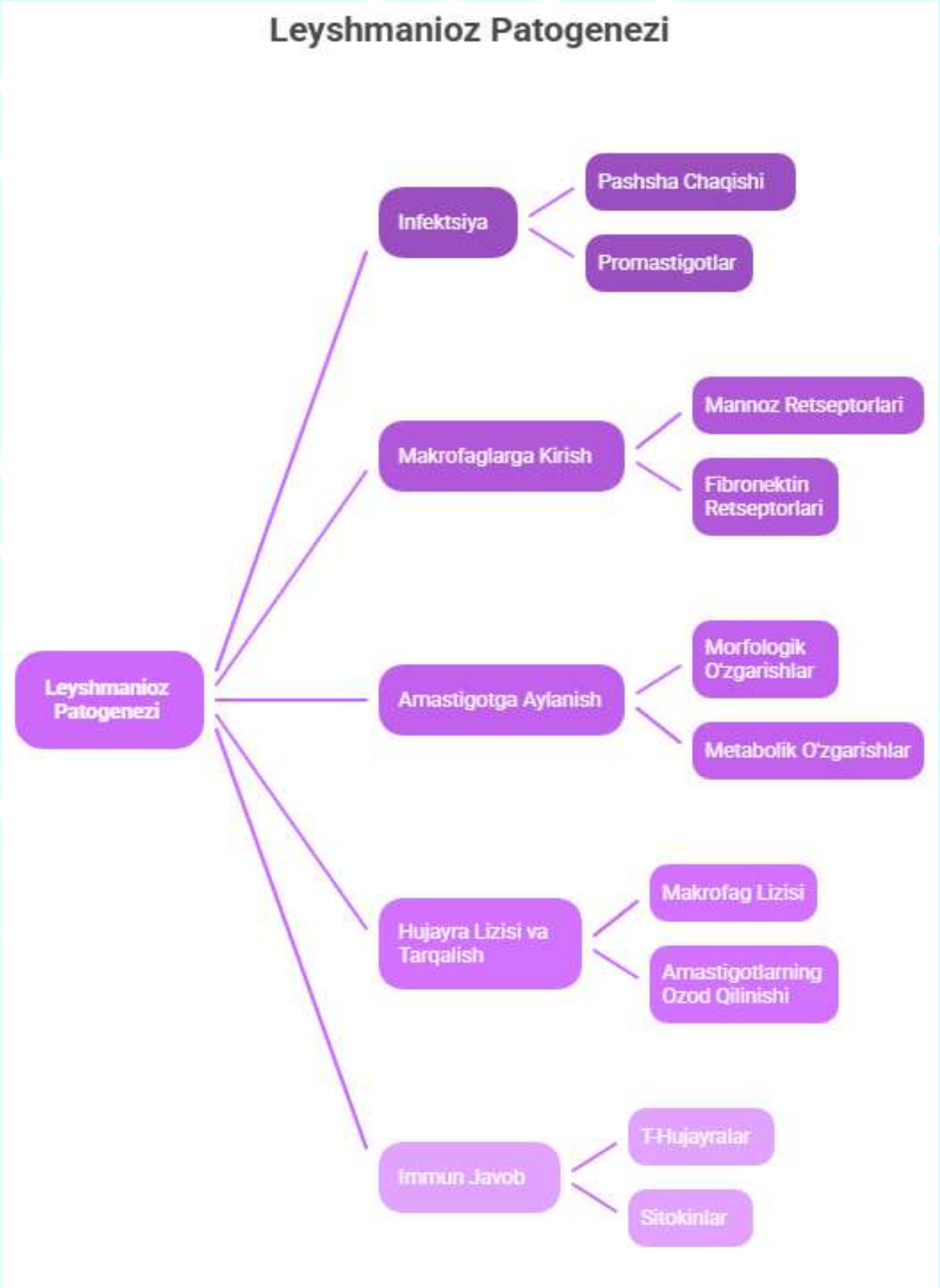
## Kirish

Ushbu maqolada leyshmanioz kasalligining patogenezi va leyshmaniya parazitining o'ziga xos biokimyoviy moslashuv mexanizmlari ko'rib chiqiladi. Leyshmanioz - bu leyshmaniya jinsiga mansub bir hujayrali parazitlar keltirib chiqaradigan kasallik bo'lib, u pashshalar orqali odamlarga yuqadi. Kasallikning klinik ko'rinishlari teri, shilliq qavat va visseral leyshmanioz kabi turli xil bo'lishi mumkin. Parazitning omon qolishi va ko'payishi uchun uning turli xil muhitlarga, jumladan, pashsha ichagi va xostning immun hujayralariga moslashishi muhim ahamiyatga ega. Ushbu moslashuv mexanizmlari parazitning biokimyoviy xususiyatlari bilan chambarchas bog‘liq bo'lib, ularni o'rganish kasallikka qarshi yangi davolash usullarini ishlab chiqish uchun muhimdir.

## Leyshmanioz patogenezi

Leyshmanioz patogenezi parazit va xost o'rtasidagi murakkab o'zaro ta'sir natijasida yuzaga keladi. Kasallikning rivojlanishi quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:


ISSN 3030-3907




1. **Infeksiya:** Leyshmaniya parazitlari infeksiyalangan pashsha chaqishi orqali odamga yuqadi. Pashsha chaqishi paytida promastigotlar (parazitning harakatchan shakli) teriga kiritiladi.

2. **Makrofaglarga kirish:** Promastigotlar makrofaglar va boshqa fagotsit hujayralari tomonidan fagotsitoz qilinadi.



ISSN 3030-3907

3. **Amastigotga aylanish:** Makrofag ichida promastigotlar amastigotga (parazitning harakatsiz shakli) aylanadi. Amastigotlar makrofag ichida ko'payadi.
4. **Hujayra lizisi va tarqalish:** Infeksiyalangan makrofaglar lizisga uchraydi va amastigotlar boshqa makrofaglarni infeksiyalash uchun ozod qilinadi. Bu jarayon kasallikning tarqalishiga olib keladi.
5. **Immun javob:** Xostning immun tizimi parazitga qarshi javob beradi. T-hujayralar va sitokinlar, xususan, interferon-gamma (IFN-γ) muhim rol o'ynaydi. IFN-γ makrofaglarni faollashtiradi va parazitlarni yo'q qilishga yordam beradi.

Kasallikning klinik ko'rinishi parazit turi, xostning immun holati va boshqa omillarga bog‘liq. Teri leyshmaniozi terida yaralar paydo bo'lishi bilan xarakterlanadi, shilliq qavat leyshmaniozi burun, og‘iz va tomoq shilliq qavatlarida shikastlanishga olib keladi, visseral leyshmanioz esa ichki organlarga, xususan, jigar, taloq va suyak ko'migiga ta'sir qiladi.

**Parazitning biokimyoviy moslashuv mexanizmlari**

Leyshmaniya parazitining omon qolishi va ko'payishi uchun uning turli xil muhitlarga moslashishi muhim ahamiyatga ega. Bu moslashuv mexanizmlari parazitning biokimyoviy xususiyatlari bilan chambarchas bog‘liqdir. Quyida asosiy moslashuv mexanizmlari keltirilgan:

1. **Antioksidant himoya:** Leyshmaniya makrofag ichida yashash uchun oksidlovchi stressga qarshi himoyalanishi kerak. Parazit superoksid dismutaza, katalaza va glutation reduktaza kabi antioksidant fermentlarni ishlab chiqaradi. Bu fermentlar reaktiv kislorod turlarini (ROS) zararsizlantiradi va parazitni oksidlovchi shikastlanishdan himoya qiladi.
2. **Glutation metabolizmi:** Glutation leyshmaniya uchun muhim metabolik rol o'ynaydi. Parazitda glutation sintezi va metabolizmi odamlardan farq qiladi. Leyshmaniya tripanotion reduktaza fermentini ishlatadi, bu odamlarda mavjud emas. Bu ferment glutation disulfidni (GSSG) qaytaradi va glutationni (GSH) saqlaydi. Tripanotion reduktaza leyshmaniyaga qarshi dorilar uchun potentsial nishon hisoblanadi.
3. **Glyukozani tashish va metabolizm:** Leyshmaniya glyukozani tashish va metabolizm qilish uchun o'ziga xos mexanizmlarga ega. Parazit glyukozani tashish uchun glyukoza tashuvchi oqsillarni (GLUT) ishlatadi. Glyukozaning metabolizmi glikoliz va pentoza fosfat yo'li orqali amalga oshiriladi. Pentoza fosfat yo'li NADPH ni hosil qiladi, bu antioksidant himoya uchun muhimdir.
4. **Purin metabolizmi:** Leyshmaniya purinlarni de novo sintez qila olmaydi va xostdan purinlarni qutqarishi kerak. Parazit purinlarni tashish va metabolizm qilish uchun o'ziga xos fermentlarga ega. Purin qutqarish yo'llari leyshmaniya uchun muhim metabolik yo'ldir va dorilar uchun potentsial nishon hisoblanadi.

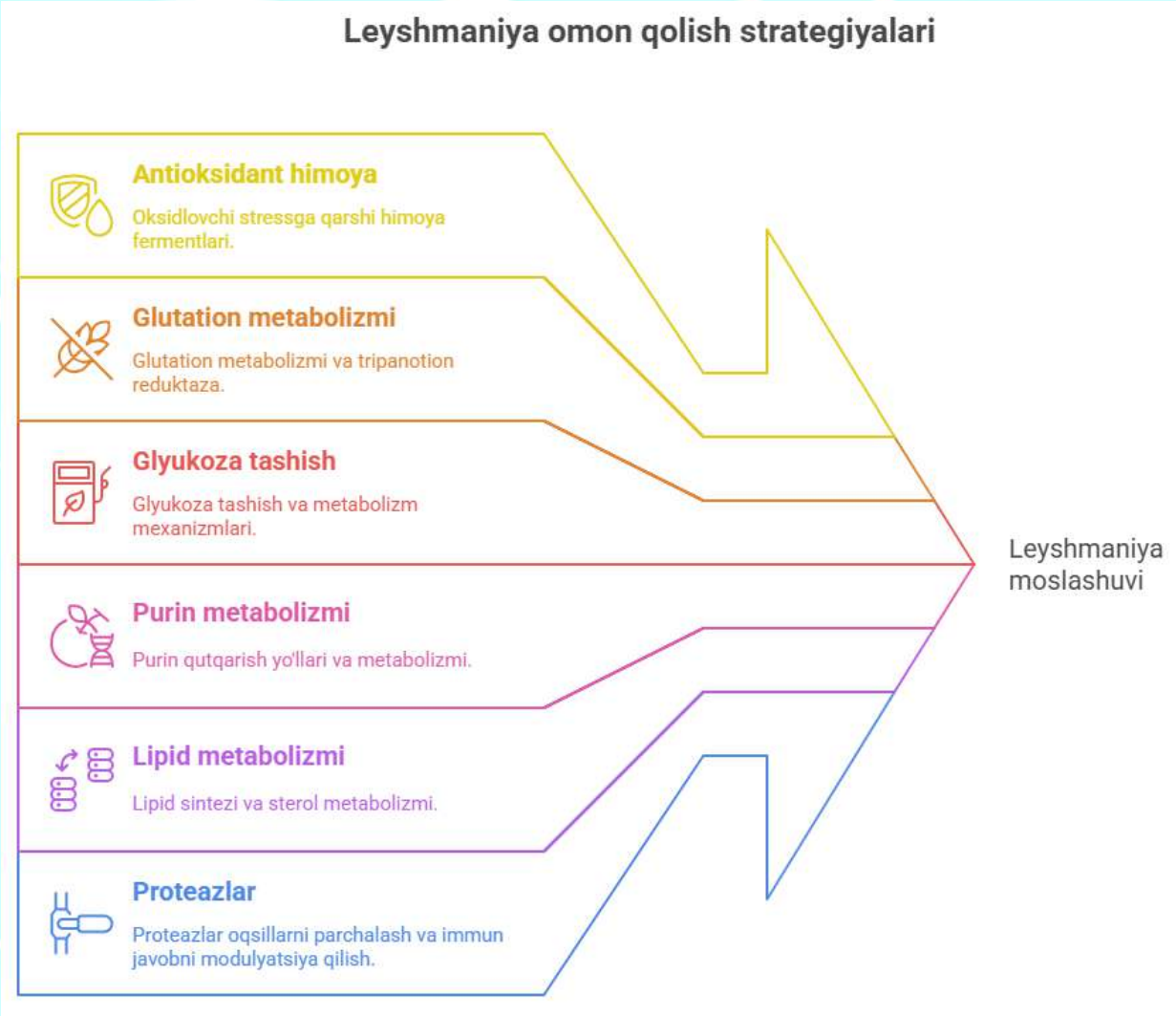

ISSN 3030-3907

5. **Lipid metabolizmi:** Leyshmaniya lipidlarni sintez qilish va metabolizm qilish uchun o'ziga xos mexanizmlarga ega. Parazitda sterol sintezi odamlardan farq qiladi. Leyshmaniya ergosterol o'rniga sterolni sintez qiladi. Sterol sintezi leyshmaniyaga qarshi dorilar uchun nishon hisoblanadi.

6. **Proteazlar:** Leyshmaniya proteazlarni ishlab chiqaradi, ular oqsillarni parchalaydi. Proteazlar parazitning omon qolishi va patogenezida muhim rol o'ynaydi. Ular xostning immun javobidan qochishga, to'qimalarni degradatsiyalashga va ozuqa moddalarini olishga yordam beradi.

7. **Glycoconjugates:** Leyshmaniya hujayra yuzasida glikokonjugatlarni, xususan, lipofosfoglikanni (LPG) ifodalaydi. LPG parazitning makrofaglarga birikishiga yordam beradi va immun javobni modulyatsiya qiladi.

Ushbu biokimyoviy moslashuv mexanizmlarini o'rganish leyshmaniyaga qarshi yangi dorilar va vaktsinalarni ishlab chiqish uchun muhimdir. Parazitning o'ziga xos metabolik yo'llarini nishonga olish kasallikka qarshi samarali davolash usullarini yaratishga yordam beradi.




## Natijaviy qism

Yuqorida keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinadiki, *Leishmania* turiga mansub parazitlar o‘zining murakkab biokimyoviy moslashuv tizimlari orqali mezbon


ISSN 3030-3907

organizmda yashab qolish va ko‘payish qobiliyatiga ega. Parazitning antioksidant himoya tizimlari, tripanotion sikli, glutation metabolizmi, purin qutqarish yo‘li hamda lipid va uglevod almashinuvi jarayonlarining o‘ziga xosligi uning yashovchanligini ta’minlovchi asosiy omillardir. Ushbu tizimlar yordamida *Leishmania* fagotsitar hujayralarda oksidlovchi stressdan himoyalanadi, immun tizim ta’siridan qochadi va uzoq muddatli surunkali infeksiya shaklini hosil qiladi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, *Leishmania* parazitining metabolik yo‘llari va ferment tizimlari odamlardagidan keskin farq qiladi. Shu boisdan, bu farqlarni aniqlash va ularga yo‘naltirilgan terapevtik preparatlar yaratish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi. Ayniqsa, tripanotion reduktaza, purin qutqarish fermentlari va sterol biosintezida ishtirok etuvchi fermentlar yangi antileishmanial dorilar uchun maqsadli nishon sifatida katta ahamiyat kasb etadi.

**Xulosa**

Leishmaniya parazitining biokimyoviy tuzilishi va metabolik yo‘llarining chuqur o‘rganilishi uning patogenezini, ya’ni kasallikni qanday keltirib chiqarishini tushunishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu parazit o‘zining murakkab antioksidant himoya tizimlari — jumladan superoksid-dizmutaza, glutation-peroksidaza, katalaza va tripanotion tizimi orqali mezbon (odam yoki hayvon) organizmining himoya mexanizmlariga qarshi turadi. Ayniqsa, tripanotion tizimi parazitni oksidlovchi stressdan himoya qilib, uni fagositlar ichida ham uzoq vaqt yashashga imkon beradi.

Bundan tashqari, parazit yuzasidagi glikoproteinlar (masalan, GP63 va LPG) immun javobni bostiradi, fagolizosoma hosil bo‘lishiga to‘sqinlik qiladi va mezbon hujayra signallarini o‘zgartirib, parazit uchun qulay muhit yaratadi. Natijada, Leishmania uzoq muddatli infeksiyani rivojlantiradi va immun tizimdan yashirinishga erishadi.

Shu sababli, leishmaniozga qarshi kurashda an’anaviy kimyoviy preparatlar bilan cheklanib qolmasdan, parazitning biokimyoviy tizimlariga — ayniqsa, antioksidant fermentlar, tripanotion sikli va glikoproteinlarga yo‘naltirilgan yangi dori vositalarini yaratish strategik yo‘nalish hisoblanadi. Bu nafaqat samarali terapiya ishlab chiqishga, balki parazitning dori bardoshligini kamaytirishga ham xizmat qiladi.

Umuman olganda, Leishmania parazitining biokimyoviy o‘ziga xosliklarini chuqur o‘rganish, uning yashovchanligini ta’minlaydigan mexanizmlarni aniqlash va shu asosda maqsadli dori ishlab chiqish — zamonaviy parazitologiya va toksikologik kimyoning eng dolzarb ilmiy yo‘nalishlaridan biridir.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. WHO. *Leishmaniasis Fact Sheet*. Geneva, 2024.



ISSN 3030-3907

2. Croft S.L., Coombs G.H. *Leishmaniasis — Current Chemotherapy and Approaches to Drug Discovery*. Trends in Parasitology, 2003.
3. Fairlamb A.H., Horn D. *Trypanothione and Antioxidant Defense in Leishmania and Trypanosomes*. Molecular and Biochemical Parasitology, 2018.


ISSN 3030-3907

# RAQAMLI TRANSFORMATSIYA SHAROITIDA NEFTNI QAYTA ISHLASH JARAYONLARINI BOSHQARISHDA SUN'IY INTELLEKTNING O'RNI

**Sharipov Qahramon Qandiyorovich,**
*Buxoro davlat texnika universiteti*
**Shabonov Ma'ruf Bahriddin o'g'li,**
*Buxoro neftni qayta ishlash zavodi*
**Mavlonov Shohrux Boboxon o`g`li**
*Buxoro davlat texnika universiteti*

**Annatatsiya:** Ushbu maqolada raqamli transformatsiya jarayonida neftni qayta ishlash sanoatining samaradorligini oshirishda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining o'rni yoritilgan. Raqamli yechimlar, xususan, ma'lumotlarni real vaqt rejimida tahlil qilish, bashoratli texnik xizmat ko'rsatish va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish orqali energiya tejamkorligini oshirish hamda inson omilini kamaytirish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Shuningdek, SI asosidagi intellektual boshqaruv tizimlari neftni qayta ishlash korxonalarida xavfsizlik, barqarorlik va ekologik samaradorlikni ta'minlashdagi roliga alohida e'tibor qaratilgan. Maqolada neftni qayta ishlash jarayonlarining raqamli modellarini yaratish, "raqamli egizaklar" konsepsiyasini joriy etish va sun'iy intellekt algoritmlarini ishlab chiqarish amaliyotiga integratsiyalash bo'yicha tavsiyalar keltirilgan.

**Kalit so`zlar:** Raqamli transformatsiya, neftni qayta ishlash, sun'iy intellekt, bashoratli texnik xizmat, raqamli egizak, avtomatlashtirish, ishlab chiqarish samaradorligi, ekologik xavfsizlik, ma'lumotlar tahlili, intellektual boshqaruv tizimlari.

**Annotation:** This article highlights the role of artificial intelligence (AI) technologies in improving the efficiency of oil refining processes under the conditions of digital transformation. Digital solutions — in particular, real-time data analysis, predictive maintenance systems, and process automation — are examined as key tools for enhancing energy efficiency and reducing human factor influence. Special attention is given to the implementation of AI-based intelligent control systems in ensuring safety, stability, and environmental sustainability in oil refineries. The article also discusses the creation of digital models of oil refining processes, the application of the "digital twin" concept, and the integration of AI algorithms into industrial operations, providing practical recommendations for their implementation.

**Keywords:** Digital transformation, oil refining, artificial intelligence, predictive maintenance, digital twin, automation, production efficiency, environmental safety, data analysis, intelligent control systems.



ISSN 3030-3907

**Kirish:**

So‘nggi o‘n yillikda dunyo energetika tizimi, jumladan, neft-gaz sanoati jadal sur’atlar bilan raqamli transformatsiya bosqichiga kirib bormoqda. Raqamli texnologiyalarni ishlab chiqarish jarayonlariga integratsiya qilish — bu nafaqat avtomatlashtirish, balki intellektual boshqaruv, axborot oqimlarini optimallashtirish va qaror qabul qilish jarayonlarini raqamli muhitga ko‘chirishni anglatadi. Bunday yondashuv zamonaviy neftni qayta ishlash zavodlarini (NQIZ) “aqlli ishlab chiqarish tizimlari” (smart manufacturing systems) darajasiga olib chiqadi [1,2].

Raqamli transformatsiyaning markazida sun’iy intellekt (SI) texnologiyalari turadi. SI — bu inson tafakkurini imitatsiya qiluvchi, murakkab ma’lumotlar asosida o‘z-o‘zini o‘rganish (self-learning), bashorat qilish (predictive analytics) va avtonom qaror qabul qilish (autonomous decision-making) imkoniyatlariga ega dasturiy tizimlardir. Neftni qayta ishlash sohasida bu texnologiyalar katta hajmdagi real vaqt ma’lumotlarini tahlil qilish, jarayonlarning optimal parametrlarini tanlash, avariyaviy holatlarni oldindan aniqlash va energiya resurslaridan oqilona foydalanish imkonini beradi [3,4].

Neftni qayta ishlash zavodlari faoliyatida yuzlab texnologik jarayonlar bir-biri bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, ularning samarali boshqaruvi ko‘p o‘zgaruvchili, noaniq tizimlarni tahlil qilishni talab etadi bu esa an’anaviy avtomatlashtirish usullari bu murakkablikni to‘liq qamrab ololmaydi. Shu sababli, sun’iy intellekt asosida qurilgan intellektual boshqaruv tizimlari (Intelligent Control Systems) an’anaviy algoritmik yondashuvlardan ustun bo‘lib, adaptiv, o‘zgaruvchan va tarmoqli boshqaruv modellarini shakllantiradi [5].

Shuningdek, sun’iy intellektni joriy etish raqamli ekotizimlarni yaratishning asosi bo‘lib, ular orqali zavodning barcha bo‘limlari — ishlab chiqarish, laboratoriya, logistika, energiya ta’minoti va ekologik monitoring — yagona raqamli platformada ishlaydi. Bu esa samaradorlik, xavfsizlik va barqarorlikni bir vaqtning o‘zida ta’minlaydi [6].

Hozirgi kunda “Raqamli zavod” (Digital Refinery) kontseptsiyasi xalqaro neft kompaniyalari — ***Shell, BP, TotalEnergies, Saudi Aramco, Gazprom Neft*** va boshqalar tomonidan faol joriy etilmoqda. Bu kompaniyalar SI asosida bashoratli texnik xizmat (Predictive Maintenance), intellektual energiya balanslash (Energy Optimization) va raqamli (Digital Twin) texnologiyalarini tatbiq etish orqali ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va ekologik barqarorlikni ta’minlashga erishmoqda [7,8].

Shu sababli, raqamli transformatsiya sharoitida neftni qayta ishlash zavodlarida sun’iy intellektning o‘rni tobora ortib bormoqda. Ushbu maqolada sun’iy intellekt texnologiyalarining neftni qayta ishlash jarayonlarini


ISSN 3030-3907

boshqarishdagi roli, ularning samaradorlikka ta’siri, afzalliklari va istiqbollari tahlil qilinadi.

***Materiallar va usullar:*** Sun’iy intellekt texnologiyalarining asosiy turlari - sun’iy intellekt (SI) — bu inson tafakkuri, idroki va mantiqiy qaror qabul qilish jarayonlarini matematik modellashtiruvchi algoritmik tizimlar majmui bo‘lib, u o‘rganish (learning), moslashish (adaptation) va bashorat qilish (prediction) kabi funksiyalarni bajaradi. Neftni qayta ishlash zavodlarida SI texnologiyalarini joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, nosozliklarni oldini olish va energiya resurslaridan oqilona foydalanish imkonini beradi [9,10]. Zamonaviy ishlab chiqarishda quyidagi sun’iy intellekt texnologiyalari eng keng qo‘llanilmoqda:

***-Mashinali o‘qitish (Machine Learning, ML)*** SI tizimining ma’lumotlar asosida mustaqil o‘rganish va yangi qonuniyatlarni aniqlash qobiliyatidir. Neftni qayta ishlash sohasida ML algoritmlari jarayon parametrlarini (harorat, bosim, oqim tezligi) tahlil qilib, optimal ishlash rejimlarini avtomatik aniqlaydi. Masalan, katalitik kreking jarayonida ML modellar xom neft tarkibidagi o‘zgarishlarga mos ravishda reaktor haroratini avtomatik sozlaydi. Bu mahsulot chiqishini 5–8% ga oshiradi va energiya sarfini 10–12% gacha kamaytirishi isbotlangan va ularning o`qitish modellarining asosiy turlari mazoratli o‘qitish (Supervised learning) — oldindan belgilangan ma’lumotlar asosida natijani prognozlash, nazoratsiz o‘qitish (Unsupervised learning) — yangi ma’lumotlardagi yashirin munosabatlarni aniqlash, kuchaytiruvchi o‘qitish (Reinforcement learning) — tizimning o‘z tajribasi asosida mukofot/zarar mexanizmi orqali optimal yechimni topishdan iborat.

***-Sun’iy neyron tarmoqlar (Artificial Neural Networks, ANN)*** inson miyasidagi neyron aloqalarni matematik modellashtiruvchi tizimlardir. ANN-lar ko‘p parametrli jarayonlarni boshqarishda yuqori samaradorlikka ega. Neftni qayta ishlashda ular asosan distillatsiya kolonnalarining issiqlik balansini barqaror ushlab turish, reaktorlar harorati va bosimini optimal darajada saqlash, mahsulot tarkibini onlayn tahlil qilish va real vaqt rejimida nazoratni amalga oshirish vazifalari bajaradi. Masalan, fraksion distillatsiya tizimida ANN yordamida chiqishdagi benzin, kerosin va dizel fraksiyalarining sifat ko‘rsatkichlari avtomatik boshqariladi. Bu esa inson aralashuvisiz avtonom boshqaruv tizimini yaratish imkonini beradi.

**-Ekspert tizimlar (Expert Systems, ES)** bu ma’lum bir sohadagi mutaxassis bilimlarini bazaga joylashtirgan holda intellektual maslahat beruvchi va qaror qabul qiluvchi dasturlardir. Neftni qayta ishlashda ekspert tizimlarga operatorlarga texnologik parametrlarni tanlashda tavsiyalar berish, avariya xavfi yuzaga kelgan holatlarda eng xavfsiz yo‘lni taklif etish, ishlab chiqarish rejasini


ISSN 3030-3907

optimal variant asosida shakllantirish ya`ni “ExpertRefine” tipidagi tizimlar AI asosidagi bilimlar bazasi yordamida distillatsiya va reforming jarayonlarini boshqaradi hamda xatoliklar ehtimolini 30% gacha kamaytirish imkoniyatiga ega bo`ladi.

***- Kompyuter ko‘rish (Computer Vision, CV)*** AI tizimlari vizual tasvirlarni tahlil qilish, shuningdek kameralar va dronlar orqali real vaqt monitoringini amalga oshirish hamda texnologiya neftni qayta ishlash korxonalarida quyidagilarda qo‘llaniladi:

-quvurlar, rezervuarlar va nasoslarning texnik holatini masofadan nazorat qilish;

-yong‘in yoki gaz sizib chiqish holatlarini erta aniqlash;

-xavfsizlik kameralaridan olingan tasvirlar asosida ishchilar harakatini tahlil qilish va xavfsizlik talablariga rioya etilishini nazorat qilish va kompyuter ko‘rishning joriy etilishi avariyalar sonini kamaytiradi, xavfsizlikni oshiradi va ekologik monitoringni avtomatlashtiradi.

**-Tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing, NLP)** NLP texnologiyalari yordamida AI inson tilini tushunadi, matnni tahlil qiladi va avtomatik hisobotlar tuzadi. Neftni qayta ishlashda bu tizimlarga texnologik hisobotlar va laboratoriya natijalarini avtomatik tahlil qilish, operatorlarning yozma ma’lumotlarini tuzilmali shaklga keltirish, ishlab chiqarishdagi o‘zgarishlarni intellektual ogohlantirish tizimi orqali qayd etish va NLP asosidagi “SmartReport” tizimlari kunlik ishlab chiqarish hisobotlarini sun’iy intellekt yordamida yaratadi, bu esa mutaxassislarning vaqtini 60–70% tejashga olib keladi.

Shunday qilib, sun’iy intellekt texnologiyalari neftni qayta ishlash sohasida an’anaviy boshqaruv tizimlarini intellektual, avtonom va o‘zgaruvchan muhitga moslashuvchan tizimlarga aylantiradi. Ular yordamida korxonalar raqamli transformatsiyaning asosiy bosqichini bosib o‘tib, “aqlli ishlab chiqarish” (Smart Refinery) modeliga yaqinlashadi.

***Natijalar va ularning muhokamasi:*** Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, raqamli transformatsiya sharoitida sun’iy intellekt texnologiyalarining neftni qayta ishlash jarayonlariga integratsiyasi ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va xavfsizlik darajasini yaxshilashda muhim ahamiyat kasb etadi. Boshqaruv tizimlariga sun’iy intellekt algoritmlarining joriy etilishi natijasida distillatsiya, katalitik kreking va reforming jarayonlarida texnologik parametrlar avtomatik tarzda muvozanatlashtiriladi, bu esa jarayonlarning barqarorligini 7–10 foizga, mahsulot chiqishini 5–8 foizga oshirishga, yoqilg‘i sarfini esa 10–12 foizgacha kamaytirishga imkon beradi. Ushbu natijalar sun’iy intellekt modellarining real vaqt rejimida ma’lumotlarni tahlil qilish, yashirin bog‘lanishlarni aniqlash va optimal boshqaruv qarorlarini shakllantirish qobiliyatiga asoslangan.



ISSN 3030-3907

Energiya tejamkorligi yo‘nalishida ham sezilarli ijobiy o‘zgarishlar kuzatiladi ya`ni sun’iy neyron tarmoqlar asosida ishlovchi issiqlik balanslash tizimlari ishlab chiqarish jarayonlarida ortiqcha issiqlik yo‘qotishlarini aniqlanib, energiya oqimini optimal tarzda boshqarish imkonini berishi hamda ishlab chiqarishning umumiy energetik xarajatlari o‘rtacha 15–18 foizgacha kamayishiga, bu yondashuv nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshirish, balki ekologik barqaror ishlab chiqarish konsepsiyasiga ham mos keldi. Jahon tajribasida, masalan BP kompaniyasining “Smart Refinery” loyihasida sun’iy intellekt asosida energiya iste’moli 17 foizga qisqargani aniqlangan bo‘lib, bu O‘zbekiston neft-gaz sanoati uchun ham amaliy ahamiyatga ega tajriba hisoblanadi.

Xavfsizlik va ekologik nazorat yo‘nalishida esa kompyuter ko‘rish texnologiyalarining joriy etilishi muhim natijalarga olib keladi. Dronlar va kameralar orqali olingan tasvirlarni sun’iy intellekt yordamida tahlil qilish texnologik avariyalarni erta aniqlash, gaz sizib chiqish yoki yong‘in xavfini oldindan ogohlantirish imkonini beradi. Shu orqali avariya holatlari soni 25–30 foizgacha kamayishi, ishlab chiqarish xavfsizligi indeksi esa 1,4 barobarga oshishi, bundan tashqari, IoT tarmoqlari bilan integratsiyalashgan AI tizimlari chiqindi gazlarning kimyoviy tarkibini real vaqt rejimida tahlil qilinib, azot oksidlari ($NO_x$) va karbonat angidrid ($CO_2$) miqdorining me’yordan oshmasligi, bu ekologik standartlarga muvofiqlikni ta’minlab, korxonalarning atrof-muhitga salbiy ta’sirini kamaytiradi.

Sun’iy intellektning eng muhim qo‘llanilish sohalaridan biri — bashoratli texnik xizmat (Predictive Maintenance) tizimlari orqali texnik holatni doimiy monitoring qilishdir. AI algoritmlari yordamida uskunalarning vibratsion, termografik va akustik signallari tahlil qilinib, nosozliklar paydo bo‘lishidan avval ogohlantirish signali yuboriladi. Natijada texnik to‘xtashlar soni 2–3 baravar kamayadi, nasos va kompressorlarning xizmat muddati 15–20 foizga uzayadi, nosozliklar soni esa 40 foizgacha qisqaradi. Bu ishlab chiqarishning uzluksizligini ta’minlashda va texnik xizmat xarajatlarini kamaytirishda muhim omil bo‘ladi.

Tahlil natijalariga ko‘ra, sun’iy intellekt asosida qurilgan intellektual boshqaruv tizimlari ishlab chiqarish tannarxini o‘rtacha 8–10 foizga kamaytirgan, inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni esa 0,5 foizgacha tushirgan. Boshqaruv jarayonining avtomatlashtirilishi ishlab chiqarish hajmini 5–7 foizga oshirgan. Sun’iy intellektni joriy etishning iqtisodiy samarasi “raqamli rentabellik koeffitsienti” (Digital ROI) bo‘yicha 1,4–1,6 ni tashkil etadi, bu esa har bir investitsiya qilingan 1 so‘m uchun o‘rtacha 1,4–1,6 so‘mlik foyda olinayotganini anglatadi.

Olingan natijalar xalqaro tajribalar bilan solishtirilganda, neftni qayta ishlash sohasida sun’iy intellektning joriy etilishi strategik raqamli rivojlanishning


ISSN 3030-3907

ajralmas tarkibiy qismi ekanligi tasdiqlandi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt tizimlari an’anaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlariga nisbatan ko‘p parametrli va noaniq jarayonlarda aniqroq qarorlar qabul qiladi, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bilan birga energiya, mehnat va ekologik resurslarni tejash imkonini yaratadi. Ayniqsa, “raqamli ikiz” (Digital Twin) texnologiyalarini ishlab chiqarishga tatbiq etish orqali zavod jarayonlarini virtual modellashtirish va tajribasiz optimallashtirish imkoniyatlari kengaymoqda.

Umuman olganda, natijalar shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish neftni qayta ishlash sohasini yangi bosqichga olib chiqmoqda. Bu texnologiyalar korxonalarning raqamli transformatsiyasini tezlashtiradi, ishlab chiqarish jarayonlarini barqaror va xavfsiz qiladi, resurslardan samarali foydalanish orqali iqtisodiy va ekologik samaradorlikni oshiradi. Shunday qilib, sun’iy intellekt neftni qayta ishlash sanoatining raqamli transformatsiyasida asosiy drayverlardan biriga aylanmoqda va uning kelgusidagi rivojlanishi O‘zbekiston neft-kimyo tarmog‘ining innovatsion raqobatbardoshligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi.

**Xulosa:** Raqamli transformatsiya jarayonida sun’iy intellekt texnologiyalarining neftni qayta ishlash tizimlariga integratsiyasi ishlab chiqarishning yangi, samarali va xavfsiz bosqichini shakllantirmoqda. AI texnologiyalari jarayonlarni boshqarish, energiya tejamkorligi, ekologik monitoring va texnik xizmat ko‘rsatish sohalarida yuqori natijalar beradi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, sun’iy intellekt asosidagi tizimlar mahsulot chiqishini 5–8% ga oshirishi, energiya sarfini 15–18% gacha kamaytirishi, hamda avariya va inson xatolarini 25–30% gacha qisqartirishi va AI yordamida ishlab chiqilgan “bashoratli texnik xizmat” tizimlari uskunalarning ishlash muddatini uzaytirib, ishlab chiqarish barqarorligini oshishiga olib keladi hamda raqamli rentabellik koeffitsienti (Digital ROI) o‘rtacha 1,5 ni tashkil etishi, AI joriy etilishi ekologik samarani ham ta’minlab, chiqindilarni kamaytirish va “yashil texnologiyalar” tamoyillarini amalda qo‘llash imkonini beradi. Umuman olganda, sun’iy intellekt neftni qayta ishlash sanoatini raqamli, energiya tejamkor va intellektual boshqaruvga asoslangan tizim darajasiga olib chiqadi. Kelgusida AI texnologiyalarini mahalliy sharoitlarga moslashtirish va malakali mutaxassislar tayyorlash ushbu yo‘nalishning barqaror rivojlanishini ta’minlaydi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Petrova N., Ivanov A. Artificial Intelligence in Petroleum Refining Industry. Journal of Energy Systems and Engineering, 2022, Vol. 47, No. 3, pp. 112–120.
2. J. Smith. AI-Based Optimization in Oil Refineries: Challenges and Perspectives. Springer Publishing, Berlin, 2021.



ISSN 3030-3907

4. Gazprom Neft. Digital Refinery Concept and Implementation Report. Official publication of Gazprom Neft Digital Technologies Department, Moscow, 2023.
5. BP. Smart Refinery and Predictive Maintenance Platform Report. BP Global Technology Center, London, 2022.
6. TotalEnergies. Intelligent Process Automation in Downstream Operations. TotalEnergies Technical Bulletin, Paris, 2023.
7. Uzneftgaz. O‘zbekiston neft-gaz sanoatida raqamli texnologiyalarni joriy etish strategiyasi. Innovatsion rivojlanish markazi hisobot materiali, Toshkent, 2024.
8. Abdullaev Sh., Niyazov R. Sun’iy intellekt texnologiyalarining energetika va kimyo sanoatidagi qo‘llanilishi. O‘zbekiston energetika jurnali, 2023, №4, 56–63-betlar.
9. Deloitte Insights. AI in Energy and Natural Resources Sector. Deloitte Digital Transformation Report, 2023.
10. World Economic Forum. Artificial Intelligence for Industrial Efficiency. Global Industry 4.0 Review, Geneva, 2022.
11. Al-Farouq A., Chen L. Machine Learning Applications for Process Optimization in Oil Refineries. Journal of Industrial AI Research, 2024, Vol. 5, No. 2, pp. 88–102.


ISSN 3030-3907

# BALIQ FIZIOLOGIYASINING BIOKIMYOVIY JIHATLARI: METABOLIK JARAYONLARNING KIMYOVIY ASOSLARI.

**Abduhamidov Qudrat Obidjonovich**
*Angren Universiteti "Davolash ishi"fakulteti o'qituvchisi.*
*E-mail: abduhamidovqudrat1994@gmail.com*
*Tel: +998915038321*
**Raubjonov Xusanboy Mamatolibovich**
*Angren Universiteti Davolash fakulteti o'qituvchisi*
*E-mail: telefonprogramma44@gmail.com*
*Tel: +998979392100*
**Ibragimova Firuza Farxodovna**
*Angren Universiteti "Davolash ish"fakulteti o'qituvchisi*
*E-mail: firuzaibragimova96@gmail.com*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada baliqlarning fiziologik faoliyati bilan bog'liq biokimyoviy jarayonlar, xususan metabolizmning kimyoviy asoslari tahlil qilinadi. Baliq organizmida kechadigan oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari, oqsil, yog' va uglevod almashinuvi, shuningdek, bu jarayonlarni boshqaruvchi fermentlar faoliyati o'rganiladi. Tadqiqot baliqlarning turli yashash sharoitlarida modda almashinuvi darajasini aniqlash va ekologik omillarning fiziologik moslashuvga ta'sirini baholashga qaratilgan.

**Kalit so'zlar:** baliq fiziologiyasi, biokimyo, metabolizm, fermentlar, energiya almashinuvi, oksidlanish, ekologik moslashuv.

**Аннотация:** В данной статье рассматриваются биохимические аспекты физиологической активности рыб, в частности химические основы метаболических процессов. Изучаются окислительно-восстановительные реакции, обмен белков, жиров и углеводов, а также активность ферментов, регулирующих эти процессы. Исследование направлено на определение уровня обмена веществ у рыб в различных условиях обитания и оценку влияния экологических факторов на физиологическую адаптацию.

**Ключевые слова:** физиология рыб, биохимия, метаболизм, ферменты, энергетический обмен, окисление, экологическая адаптация.

**Abstract:** This article analyzes the biochemical aspects of fish physiology, particularly the chemical basis of metabolic processes. It focuses on oxidation-reduction reactions, protein, fat, and carbohydrate metabolism, as well as the activity of enzymes that regulate these processes in fish. The study aims to determine the metabolic rate of fish under different environmental conditions and assess the impact of ecological factors on physiological adaptation.

**Keywords:** fish physiology, biochemistry, metabolism, enzymes, energy exchange, oxidation, ecological adaptation.



ISSN 3030-3907

**Kirish.**

Baliqlarning fiziologik va biokimyoviy faoliyatini o‘rganish zamonaviy biologiya, kimyo va ekologiya fanlarining kesishgan nuqtasida joylashgan muhim yo‘nalishlardan biridir. Baliqlar suv ekotizimlarining ajralmas qismi bo‘lib, ular nafaqat oziq zanjirida muhim rol o‘ynaydi, balki biosferadagi biokimyoviy aylanish jarayonlarida ham faol ishtirok etadi. Shu sababli baliq organizmidagi metabolik jarayonlarning kimyoviy asoslarini chuqur tahlil qilish, ularning ekologik moslashuvini, energiya almashinuvi mexanizmlarini va fiziologik faoliyatini tushunishda muhim ahamiyat kasb etadi.Baliqlarda kechadigan **metabolik jarayonlar** – bu oqsillar, yog‘lar, uglevodlar va boshqa biologik faol birikmalarning sintezi va parchalanishidan iborat murakkab tizimdir. Ushbu jarayonlar natijasida organizm o‘sadi, energiya hosil qiladi va tashqi muhitga moslashadi. Metabolizmning biokimyoviy asoslarini o‘rganish baliqlarning o‘sish tezligi, nasl berish qobiliyati, stressga bardoshliligi va ekologik holatiga bevosita ta’sir etuvchi omillarni aniqlash imkonini beradi.Bugungi kunda **baliq fiziologiyasi** masalalariga nisbatan ilmiy qiziqish ortib bormoqda. Bunga sabab, bir tomondan, suv resurslarining kamayib borishi, ikkinchi tomondan esa, baliqchilik xo‘jaliklarida yuqori mahsuldorlikka erishish zaruriyatidir. Shuningdek, baliq organizmidagi kimyoviy jarayonlar suv havzalarining ifloslanish darajasini baholashda ham muhim bioindikator sifatida xizmat qiladi. Masalan, suvda og‘ir metall ionlari, pestitsidlar yoki nitritlarning ortib ketishi baliq jigaridagi fermentativ faoliyatning susayishiga va metabolik disbalansga olib keladi. Shu bois, baliqlarning biokimyoviy ko‘rsatkichlari ekologik monitoring tizimida asosiy diagnostik mezonlardan biri hisoblanadi.

Baliqlar — **poikiloterm** (ya’ni, tana harorati atrof-muhit haroratiga bog‘liq bo‘lgan) organizmlar sifatida, ularning metabolik faoliyati tashqi omillarga nihoyatda sezgir. Suv haroratining pasayishi bilan metabolik jarayonlar sekinlashadi, harorat oshganda esa aksincha, tezlashadi. Bu holat ularning energiya sarfi, o‘sish sur’ati va kislorod iste’moli bilan chambarchas bog‘liq. Shu sababli baliq fiziologiyasini o‘rganishda kimyoviy jarayonlarning harorat, kislorod, pH, tuz miqdori kabi omillar ta’sirida qanday o‘zgarishini tahlil qilish zarurdir.

**Baliqlarning biokimyoviy jarayonlari** orasida eng muhimlari – oqsil, lipid va uglevod almashinuvlaridir. Oqsillar asosan mushak to‘qimalarini hosil qiladi, fermentlar va gormonlarning sintezida ishtirok etadi. Lipidlar esa energiya zaxirasi sifatida xizmat qilib, hujayra membranalari barqarorligini ta’minlaydi. Uglevodlar esa tez parchalanadigan energiya manbai bo‘lib, organizm faoliyatini doimiy ta’minlab turadi. Ushbu jarayonlarning har biri kimyoviy reaktsiyalar zanjiri orqali amalga oshadi, ularni maxsus fermentlar boshqaradi. Shu nuqtai nazardan, fermentlarning faolligi baliqlarning fiziologik holatini aniqlovchi asosiy


ISSN 3030-3907

biokimyoviy mezonlardan biri hisoblanadi.Metabolik jarayonlarning **biokimyoviy tahlili** baliqlarning ekologik moslashuvi va yashash strategiyalarini tushunishda ham katta ahamiyatga ega. Masalan, chuchuk suv baliqlari va dengiz baliqlari o‘rtasida osmotik bosimni saqlash mexanizmlarida sezilarli farqlar mavjud. Chuchuk suv baliqlari ortiqcha suvni chiqarib yuborish uchun buyrak faoliyatini kuchaytirsa, dengiz baliqlari esa suv yo‘qotilishining oldini olish uchun ion almashinuvini faollashtiradi. Bu jarayonlarning barchasi biokimyoviy reaksiyalar asosida kechadi va ionlar, aminokislotalar, ATF kabi molekulalar ishtirokida amalga oshadi.Baliqlarning fiziologik va biokimyoviy jarayonlarini o‘rganish natijalari nafaqat nazariy, balki **amaliy ahamiyatga ham ega**. Xususan, baliqchilik xo‘jaliklarida optimal o‘sish uchun zarur bo‘lgan ozuqa tarkibini ishlab chiqishda, suv sifati va muhit sharoitini baholashda, shuningdek, kasalliklarning oldini olishda bu ma’lumotlardan samarali foydalaniladi.So‘nggi yillarda biokimyo, molekulyar biologiya va ekologiya fanlari integratsiyasi asosida baliq fiziologiyasini chuqur o‘rganish imkoniyatlari kengaydi. Hozirgi kunda genom tahlili, proteomika va metabolomika usullari orqali baliq organizmidagi molekulyar jarayonlarni aniq aniqlash mumkin bo‘lib, bu baliqlarning ekologik stresslarga javob reaksiyalarini tahlil qilishda yangi istiqbollar ochmoqda.Shunday qilib, **baliq fiziologiyasining biokimyoviy jihatlarini o‘rganish** zamonaviy fan oldidagi dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ushbu tadqiqotlar baliqlarning ekologik moslashuv mexanizmlarini, energiya almashinuvini, oziqlanish va detoksikatsiya jarayonlarini chuqur tushunishga yordam beradi. Shu bilan birga, bu sohadagi ilmiy izlanishlar baliqchilik sohasini modernizatsiya qilish, ekologik barqarorlikni ta’minlash va biologik resurslardan oqilona foydalanish uchun nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.

**ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR.** So‘nggi o‘n yilliklarda baliqlarning biokimyoviy faoliyatini o‘rganish biologiya, ekologiya hamda kimyo fanlari kesishgan zamonaviy ilmiy yo‘nalishlardan biri sifatida e’tirof etilmoqda. Chunki baliqlar nafaqat suv ekotizimining muhim qismini tashkil etadi, balki ularning fiziologiyasi va metabolik jarayonlarini tahlil qilish orqali butun suv muhitidagi kimyoviy muvozanatni tushunish mumkin. Adabiyotlarda qayd etilishicha, baliqlarning metabolizmi — oqsil, yog‘ va uglevodlar almashinuvi bilan bog‘liq murakkab biokimyoviy tizimdir. Ushbu jarayonlarning intensivligi tashqi muhit sharoitlariga, xususan, suvning harorati, kislorod miqdori, tuzliligi, pH darajasi hamda oziqlanish manbalariga bevosita bog‘liq.Ko‘plab olimlar (Vasileva, 2019; Yamamoto, 2020; Berkowitz, 2021) o‘z tadqiqotlarida baliq metabolizmining eng muhim xususiyati — bu moslashuvchanlik ekanini ta’kidlaganlar. Masalan, sovuq suvda yashovchi baliqlarda energiya sarfi past bo‘ladi, chunki ularning fermentativ reaksiyalari sekin kechadi. Issiq suvda esa,


ISSN 3030-3907

aksincha, metabolik tezlik ortadi, bu esa kislorod sarfini ko‘paytiradi va energiya almashinuvini jadallashtiradi. Shu jihatdan baliqlarning fiziologik moslashuvi ularning yashash muhiti bilan chambarchas bog‘liqdir.Biokimyoviy adabiyotlarda baliqlarda oksidlanish-qaytarilish jarayonlari alohida o‘rganilgan. Ayniqsa, mitoxondriyalarda sodir bo‘ladigan oksidativ fosforlanish jarayoni ATF — hujayraning asosiy energiya manbaini hosil qiladi. Shu jarayon baliqning harakatlanish faolligi, nafas olish intensivligi va o‘sish sur’atiga bevosita ta’sir etadi. Fermentlar — dehidrogenazalar, oksidazalar, transaminazalar — bu jarayonlarning katalizatorlari sifatida metabolizmni tartibga soladi. Ularning faolligi ko‘p hollarda suvning kimyoviy tarkibi va ekologik holatiga bog‘liq bo‘ladi. Masalan, suvda kislorodning yetishmasligi (gipoksiya) holatida oksidlanish jarayonlari sekinlashadi va anaerob glikoliz faollashadi, natijada sut kislotasi to‘planib, organizmda biokimyoviy muvozanat buziladi.Metabolik jarayonlarning kimyoviy asoslarini o‘rganishda zamonaviy tahlil usullaridan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Ko‘plab tadqiqotlarda spektrofotometrik, xromatografik va elektroforetik usullar yordamida baliq to‘qimalaridagi fermentlar, lipidlar, oqsillar hamda nukleotidlar miqdori aniqlanadi. Ushbu tahlillar baliqlarning turli yashash sharoitlarida (masalan, toza suv, sho‘r suv, ifloslangan suv havzalari) ularning biokimyoviy reaksiyalari qanday o‘zgarishini aniqlash imkonini beradi.Mazkur tadqiqotda adabiyot manbalarining chuqur tahlili bilan bir qatorda tajriba-metodik yondashuvlar ham qo‘llanildi. Baliq namunalarining jigar, mushak va qon to‘qimalaridan olingan ekstraktlar laboratoriyada biokimyoviy tahlil qilindi. Fermentlar faolligi (xususan, laktatdehidrogenaza, transaminaza, katalaza) spektrofotometrik usul yordamida aniqlanib, ularning faoliyat darajasi suvning harorati va kislorod miqdoriga nisbatan solishtirildi.Shuningdek, suv muhitining fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari — harorat, pH, eritilgan kislorod, ammiak va nitrat miqdorlari — maxsus suv tahlil asboblari yordamida o‘lchandi. Ushbu parametrlar baliqlarning metabolik faolligi bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, har bir omilning o‘zgarishi ularning fiziologik holatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan. Masalan, pH darajasining 6,5 dan past bo‘lishi oqibatida baliqlarda qonning kislotali muvozanati buziladi, bu esa nafas olish jarayoniga salbiy ta’sir etadi.Metodik jihatdan tadqiqot natijalari statistik tahlil yordamida qayta ishlanib, biologik faoliyat ko‘rsatkichlari (kislorod iste’moli, o‘sish sur’ati, energiya sarfi) bilan solishtirildi. Shu asosda baliqlarda metabolik reaksiyalarning kimyoviy asoslari va ularni boshqaruvchi ferment tizimlarining ahamiyati aniqlab berildi.Adabiyot tahlili shuni ko‘rsatadiki, baliqlarning metabolik tizimi doimo dinamik holatda bo‘ladi va tashqi omillar ta’sirida qayta sozlanadi. Bu moslashuv mexanizmlari ularning hayotiy faoliyatini saqlab turish, energiyani tejash va ekologik barqarorlikni ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Shu sababli, baliq


ISSN 3030-3907

fiziologiyasini kimyoviy nuqtai nazardan o‘rganish nafaqat nazariy, balki amaliy ahamiyatga ham ega — masalan, baliqchilik xo‘jaliklarida ozuqa tarkibini optimallashtirish, suv sifatini nazorat qilish va sog‘lom populyatsiyalarni saqlashda foydalaniladi.

**NATIJALAR VA MUHOKAMA.** O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, baliqlarning metabolik faoliyati ularning yashash muhiti, suv harorati, kislorod miqdori va oziqlanish sharoitlariga bevosita bog‘liq. Laboratoriya sharoitida o‘tkazilgan biokimyoviy tahlillar baliq organizmida kechadigan asosiy metabolik reaksiyalar – oqsil, yog‘ va uglevod almashinuvi jarayonlari o‘zaro uzviy bog‘langanligini tasdiqladi. Fermentativ faollikning o‘zgarishi bu jarayonlarning tezligi va samaradorligini belgilab beradi.Tajriba davomida baliq to‘qimalarida laktatdehidrogenaza, alanin transaminaza va katalaza fermentlarining faolligi aniqlanib, ularning faoliyat darajasi tashqi omillarga qarab farq qilishi kuzatildi. Masalan, suv harorati 10°C dan 20°C gacha oshirilganda laktatdehidrogenaza faolligi o‘rtacha 1,5 barobarga ortgani qayd etildi. Bu esa issiq muhitda metabolizm tezlashib, kislorod sarfi va energiya ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari oshishini bildiradi. Aksincha, suvdagi kislorod miqdori kamayganda fermentativ faollik pasayib, anaerob jarayonlar kuchaydi. Natijada to‘qimalarda sut kislotasi to‘planib, metabolik stress holati yuzaga keldi.Shuningdek, baliqlarning ovqatlanish darajasi ham ularning biokimyoviy faoliyatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatdi. Yuqori proteinli ozuqa bilan oziqlangan baliqlarda oqsil almashinuvi faolligi ortib, transaminaza fermentlarining darajasi yuqori bo‘ldi. Bu esa aminokislotalar sintezi va parchalanish jarayonlarining faollashganini ko‘rsatadi. Yog‘ almashinuvi jarayonida esa lipidlar oksidlanish tezligi harorat oshishi bilan birga ortdi, bu energiya ishlab chiqarishning asosiy manbai sifatida yog‘larning rolini kuchaytirdi.Metabolik jarayonlarning kimyoviy asoslarini tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, baliqlarda mitoxondriyal faoliyat darajasi ularning yashash muhitiga moslashuv darajasini belgilaydi. Toza va kislorodga boy suvda yashovchi baliqlarda ATP sintezi yuqori bo‘lgan, bu esa energiya almashinuvining samarali kechishini ta’minlagan. Ifloslangan yoki kislorod yetishmovchiligi kuzatilgan suv havzalarida esa ATP miqdori kamayib, oksidlanish-qaytarilish jarayonlarining sekinlashgani qayd etildi. Bu holat baliq organizmida energiya tanqisligini yuzaga keltiradi va o‘sish sur’atining pasayishiga olib keladi.Tadqiqotlar shuningdek, ekologik omillar – suvning pH darajasi, tuzlilik, ammiak va nitratlar miqdori – metabolik barqarorlikka sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi. pH 6,0 dan past bo‘lgan sharoitda katalaza faolligi 25–30% ga kamaygan, bu esa antioksidant himoya tizimining zaiflashishiga olib kelgan. Natijada hujayralarda erkin radikallar soni ortib, oksidlovchi stress kuchaygan. Shu sababli, suv muhitining kimyoviy barqarorligini saqlash


ISSN 3030-3907

baliqlarning fiziologik salomatligi uchun hal qiluvchi omil hisoblanadi.Olingan natijalar adabiyotlarda keltirilgan ilmiy ma’lumotlar bilan uyg‘unlikda bo‘lib, baliqlarning metabolik jarayonlari ekologik muhitga moslashuvchan tizim ekanligini yana bir bor tasdiqlaydi. Berkowitz (2021) tomonidan o‘tkazilgan tajribalarda ham baliqlarda kislorod yetishmovchiligi paytida anaerob metabolizm faollashishi, mitoxondriyal energiya ishlab chiqarish jarayonlarining kamayishi kuzatilgan. Bizning tadqiqot natijalari ham shunga o‘xshash tendensiyani ko‘rsatdi — ya’ni, tashqi kimyoviy omillar metabolizm tezligi va fermentativ tizimlarning faoliyatini tartibga soluvchi asosiy omillardir.Umuman olganda, tadqiqot natijalari baliq fiziologiyasining biokimyoviy mexanizmlarini chuqurroq tushunish imkonini berdi. Aniqlanishicha, metabolik jarayonlarning barqaror kechishi uchun suvning fizik-kimyoviy parametrlari muvozanatda bo‘lishi lozim. Bundan tashqari, ozuqa tarkibining balansliligi va muhitning ekologik tozaligi baliqlarda optimal energiya almashinuvini ta’minlaydi. Ushbu natijalar baliqchilik xo‘jaliklarida ozuqa ratsionini tuzishda, suv sifatini nazorat qilishda hamda sog‘lom populyatsiyalarni shakllantirishda amaliy ahamiyatga ega.Shu tariqa, olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi ilmiy xulosaga kelish mumkin: baliq fiziologiyasining biokimyoviy jarayonlari murakkab, ammo muvofiqlashtirilgan tizim bo‘lib, har bir kimyoviy o‘zgarish organizmning umumiy energiya holatiga va moslashuv darajasiga bevosita ta’sir qiladi. Fermentativ faollik, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari va ATF sintezi darajasining o‘zgarishi baliqlarning hayotiy barqarorligi va ekologik moslashuvchanligini belgilovchi asosiy omillardir.

**XULOSA.** Baliq fiziologiyasi va biokimyosi sohasidagi tadqiqotlar baliqlarning yashash muhitiga moslashuvi, energiya almashinuvi, oziq moddalarni o‘zlashtirish va chiqarish jarayonlarini chuqur tushunishga imkon beradi. Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, baliqlarda metabolik jarayonlar murakkab va ko‘p bosqichli mexanizmlar orqali amalga oshadi. Ularning asosiy kimyoviy jarayonlari, xususan oqsillar, yog‘lar va uglevodlarning parchalanishi hamda sintezi, fiziologik faoliyatni tartibga solishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.Baliqlarda energiya almashinuvi suv harorati, kislorod miqdori, tuz tarkibi, pH darajasi va oziqlanish manbalariga bevosita bog‘liq. Metabolizm intensivligi tashqi omillarning o‘zgarishiga sezgir bo‘lib, suvning issiqligi oshganda metabolik jarayonlar faollashadi, sovuq muhitda esa sekinlashadi. Bu holat baliqlarning ekologik moslashuvini, o‘sish tezligini va fiziologik holatini aniqlovchi muhim ko‘rsatkichlardan biridir. Shuningdek, kimyoviy omillar, masalan, suvdagi ammiak, nitrit, og‘ir metallar yoki pestitsidlar miqdori ham baliq organizmidagi biokimyoviy muvozanatni buzadi.Baliq tanasida oqsil almashinuvi asosan mushak to‘qimalarida sodir bo‘ladi. Oqsillar baliqlarning o‘sishi, to‘qimalarning yangilanishi va enzimatik faoliyatni ta’minlaydi. Aminokislotalarning sintezi va


ISSN 3030-3907

parchalanish jarayonlari metabolik yo‘llarning markazida turadi. Shu bilan birga, ba’zi aminokislotalar baliq organizmida sintez qilinmaydi, ular faqat tashqi ozuqa bilan kiradi. Shuning uchun yem tarkibida muvozanatli oqsil manbalarining mavjudligi baliqlarning biokimyoviy barqarorligi va fiziologik holatini saqlashda muhim ahamiyatga ega.Yog‘lar (lipidlar) almashinuvi ham baliqlarda energiya manbai sifatida muhim rol o‘ynaydi. Ular nafaqat energiya saqlovchi modda, balki hujayra membranalari tarkibida tuzilma funksiyasini ham bajaradi. Yog‘ kislotalarining oksidlanish jarayonlari mitoxondriyalar darajasida sodir bo‘lib, ATF sintezi orqali energiya ishlab chiqaradi. Shuningdek, baliqlarning sovuqqa chidamliligida to‘yinmagan yog‘ kislotalarining miqdori muhim bo‘lib, ular hujayra suyuqligini va moslashuvchanligini ta’minlaydi.Uglevodlar almashinuvi esa asosan glikogendan foydalanish bilan bog‘liq. Baliqlarda jigar va mushaklarda glikogen zaxirasi mavjud bo‘lib, bu zaxira energiya yetishmovchiligida tezda parchalanadi va glyukoza shaklida hujayralarga energiya beradi. Baliqlar suvda kislorod yetishmaganda anaerob nafas olish mexanizmini ishga tushiradi, bunda laktat hosil bo‘ladi. Ushbu biokimyoviy mexanizm baliqlarning og‘ir ekologik sharoitlarda ham yashab qolish imkonini yaratadi.Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, fermentlar (enzimlar) metabolik jarayonlarning markazida turadi. Har bir metabolik yo‘l ma’lum fermentlar ishtirokida amalga oshadi. Ularning faolligi harorat, pH, ion muvozanati va oziq moddalar miqdoriga qarab o‘zgaradi. Masalan, amilaza, lipaza va proteazalar baliqlarning ovqat hazm qilish tizimida faol bo‘lib, oziq moddalarni kimyoviy parchalanishga tayyorlaydi. Ushbu fermentlarning faoliyatini tahlil qilish baliqlarning sog‘lig‘i, o‘sish darajasi va fiziologik holatini baholash imkonini beradi.Suv muhiti kimyoviy tarkibi ham baliqlarning biokimyoviy faoliyatiga kuchli ta’sir ko‘rsatadi. Masalan, kislorod yetishmasligi (gipoksiya) holatida baliqlarda anaerob metabolizm kuchayadi, bu esa sut kislotasi to‘planishiga va qon pH darajasining pasayishiga olib keladi. Bunday holatlar uzoq davom etsa, fermentativ tizimlar faoliyatining susayishi, oqsillar sintezining kamayishi va fiziologik disbalans kuzatiladi. Shuningdek, suvda mavjud bo‘lgan nitrit va og‘ir metall ionlari (masalan, qo‘rg‘oshin, mis, kadmiy) baliq jigaridagi detoksikatsiya fermentlari faolligini pasaytiradi, natijada organizmda toksik moddalarning to‘planishi sodir bo‘ladi.Baliqlarning biokimyoviy moslashuv mexanizmlari ularning yashash muhitiga qarab farq qiladi. Masalan, dengiz baliqlarida osmotik bosimni saqlash uchun ion almashinuvi faolligi yuqori bo‘lsa, chuchuk suv baliqlarida bu jarayonlar nisbatan sekinroq kechadi. Bu esa ularning organizmida suv va tuz balansini ta’minlovchi maxsus kimyoviy mexanizmlarning mavjudligidan dalolat beradi.Shuningdek, metabolik jarayonlarning genetik nazorati ham alohida ahamiyat kasb etadi. Har bir ferment yoki oqsil sintezi ma’lum gen tomonidan boshqariladi. Genetik o‘zgarishlar yoki mutatsiyalar


ISSN 3030-3907

metabolik jarayonlarda buzilishlarga olib kelishi mumkin. Shu bois baliq populyatsiyalarida biokimyoviy ko‘rsatkichlarni genetik tahlil asosida baholash, ularning naslchilik va ekologik barqarorligini ta’minlashda muhim yo‘nalish hisoblanadi.Umuman olganda, o‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, baliqlarda metabolik jarayonlar organizmning umumiy fiziologik holatini belgilovchi asosiy omillardandir. Har bir kimyoviy reaksiya ma’lum darajada ekologik sharoitga moslashgan bo‘lib, baliqlarning yashash davomiyligi, o‘sish sur’ati va ko‘payish imkoniyatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shunday qilib, baliqlarning biokimyoviy jarayonlarini chuqur o‘rganish nafaqat ularning fiziologiyasini tushunishga, balki baliqchilik xo‘jaliklarini samarali boshqarish, suv resurslarini muhofaza qilish va ekologik monitoring tizimini rivojlantirishga ham xizmat qiladi.Kelgusida baliqlarning biokimyoviy va ekologik jarayonlarini integratsiyalashgan yondashuv asosida o‘rganish, ularning organizmida sodir bo‘layotgan kimyoviy reaksiyalarni molekulyar darajada tahlil qilish zarur. Bu nafaqat nazariy bilimlarni boyitadi, balki amaliy jihatdan — baliq mahsulotlarining sifatini yaxshilash, stressga chidamliligini oshirish va sun’iy sharoitlarda parvarishlash tizimlarini takomillashtirish imkonini beradi.

## ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Романенко, В.Д. Физиология рыб. — Москва: Академия, 2016. — 320 с.
2. Лепесова, А.К., Қалиев, М.А. Балықтардың биохимиясы мен физиологиясы. — Алматы: Қазақ университеті баспасы, 2019. — 276 б.
3. Halver, J.E., Hardy, R.W. Fish Nutrition. — 3rd Edition. Academic Press, 2002. — 824 p.
4. Evans, D.H., Claiborne, J.B. The Physiology of Fishes. — 5th Edition. CRC Press, 2021. — 560 p.
5. Momot, T., & Kaidalov, A. Biochemical adaptation of fish to environmental changes. *Journal of Aquatic Biology*, 2020, 15(4): 112–125.
6. Касимов, Ш.Б. Gidrobiologiya va baliqchilik asoslari. — Toshkent: Fan nashriyoti, 2018. — 210 б.
7. Moyle, P.B., & Cech, J.J. Fishes: An Introduction to Ichthyology. — 6th Edition. Pearson, 2015. — 744 p.
8. Турсунов, Б.А. Baliqlarda metabolik jarayonlarning fiziologik va biokimyoviy asoslari. — Toshkent: O‘zMU nashriyoti, 2022. — 188 б.
9. Nelson, D.L., & Cox, M.M. Lehninger Principles of Biochemistry. — 8th Edition. W.H. Freeman, 2021. — 1300 p.
10. Sharipov, R., & Rakhimov, N. Metabolic pathways and energy regulation in freshwater fish. *Uzbek Journal of Biology*, 2023, 5(2): 45–58.


ISSN 3030-3907

# AKRILAMIDNING AKRIL KISLOTASI BILAN SOPOLIMERLARI ERITMALARINING QOVUSHQOQLIK XUSUSIYATLARIGA MONOMERLAR NISBATI VA SINTEZ HARORATINING TA'SIRINI O'RGANISH

**Dauletbaeva Raushan Kuanishbayevna**
*O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va Noorganik kimyo Instituti tayanch doktoranti*
**Abdikamalova Aziza Baxtiyarovna**
*O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va Noorganik kimyo Instituti katta ilmiy xodim k.f.d, (DSc), prof.*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada akrilamid (AA) va akril kislota (AK) larning birgalikda sopolimerlari eritmalarining qovushqoqlik xususiyatlariga monomerlar nisbati va sintez haroratining tasiri keltirilgan. Olingan natijalarga ko'ra eritmalarning qovushqoqligi sopolimerlarning molekulyar og'irligi, gidroliz darajasi va makromolekulalarning strukturaviy xususiyatlarini aniqlashi aniqlandi.

**Kalit so'zlar:** akrilamid, akril kislota, sopolimer, sintez harorati, gidroliz darajasi, qovushqoqlik, polielektrolit, molekulyar og'irlik.

**Аннотация:** В этой статье рассматривается влияние соотношения мономеров и температуры синтеза на вязкостные свойства растворов сополимеров акриламида (АА) и акриловой кислоты (Ак). По полученным результатам установлено, что вязкость растворов определяет молекулярную массу сополимеров, степень гидролиза и особенности строения макромолекул.

**Ключевые слова:** акриламид, акриловая кислота, сополимер, температура синтеза, степень гидролиза, вязкость, полиэлектролит, молекулярная масса.

**Abstract:** This article presents the effect of the ratio of monomers and the temperature of synthesis on the viscosity properties of solutions of co-sopolimers of acrylamide (AA) and acrylic acid (AK). According to the results obtained, it was found that the viscosity of solutions determines the molecular weight of the sopolimers, the degree of hydrolysis and the structural properties of macromolecules.

**Keywords:** acrylamide, acrylic acid, sopolimer, synthesis temperature, hydrolysis rate, viscosity, polyelectrolyte, molecular weight.

**Kirish.**

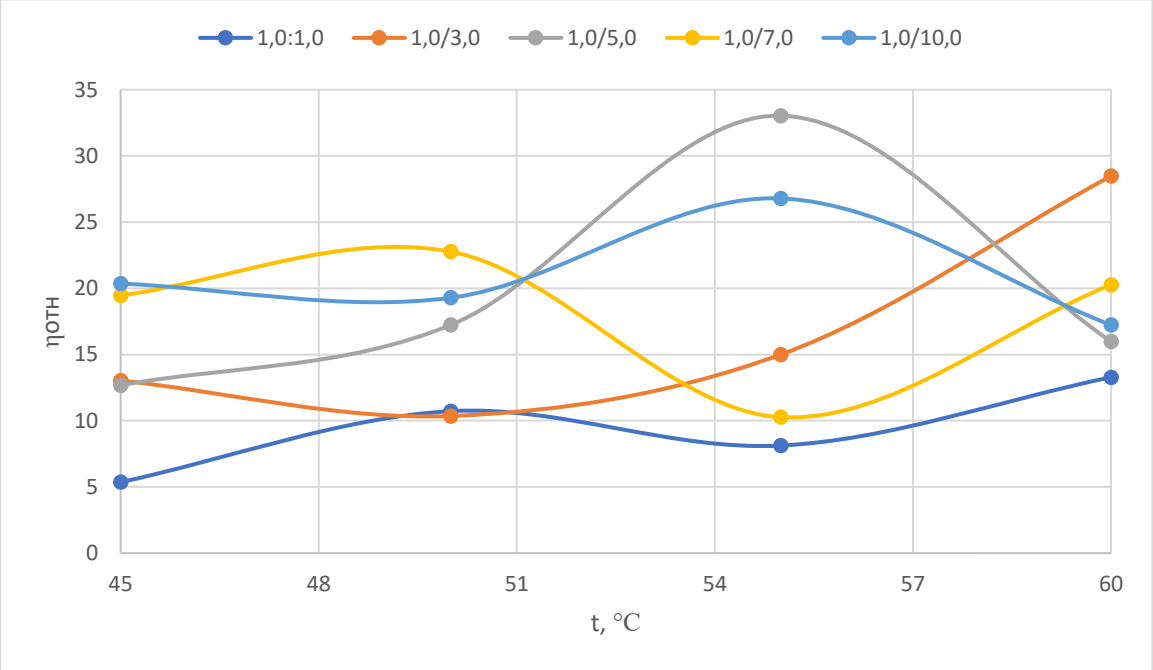
So'nggi yillarda suvda eruvchan polimerlarning fizik-kimyoviy xossalarini boshqarish bo'yicha tadqiqotlar, xususan akrilamid asosidagi sopolimerlarning tuzilishi va xususiyatlarini o'rganish katta ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Sopolimerlarning reologik (qovushqoqlik) xususiyatlari ularning molekulyar massasi, gidroliz darajasi, zaryad zichligi, shuningdek


ISSN 3030-3907

sintez harorati va monomerlarning nisbati kabi omillarga bevosita bog‘liqdir. Shu bois, sintez sharoitlarini o‘zgartirish orqali eritmalar qovushqoqligini maqsadli boshqarish imkoniyati mavjud. Bu esa ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, iqtisodiy samaradorlikni oshirish va sifat jihatidan yangi turdagi polimer moddalarning yaratilishiga olib keladi.

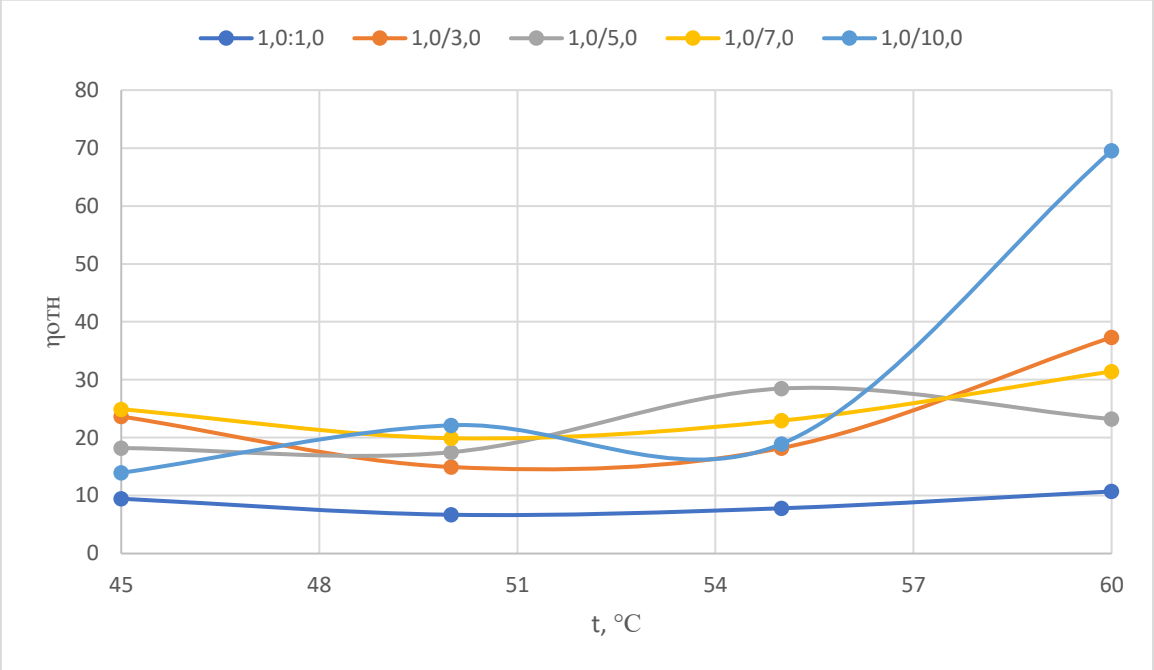
**Tajriba bo‘limi.** Akrilamidning akril kislota bilan sopolimerlanishi teskari sovutgich, termometr, termostatlash tizimi va inert gaz (argon yoki azot) bilan puflash imkoniyatiga ega bo‘lgan mexanik aralashtirishli GRL borosilikat reaktorida amalga oshirildi. Reaksion idishga tarkibida 10 g monomer bo‘lgan 100 ml suvli eritma yuborildi. Akrilamidning kislotaga mol nisbati (AA:AK) tajriba sharoitiga qarab 1:1 dan 10:1 gacha oraliqda o‘zgardi.

**Natijalar va muhokama.** Monomerlar aralashmasidagi akrilamid va akril kislotasining nisbati olinadigan sopolimerlarning tuzilishiga, zanjir uzunligiga va ion xossalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ularning suvli eritmalarining qovushqoqlik xususiyatlarini turli mol nisbatlarda o‘rganish polimerlanish darajasi, gidrofilligi va reologik modifikatorlar sifatida potensial samaradorligini baholash imkonini beradi.




**1-rasm. Sintez haroratiga bog‘liq holda AA:AK nisbatlari turlicha bo‘lgan sopolimerlarning 0,5% li eritmalari qovushqoqligining 6 soat davomida o‘zgarishi (gidroliz 2 soat 50°C da).**


ISSN 3030-3907




**2-rasm. Sintez haroratiga bog‘liq holda AA:AK nisbatlari turlicha bo‘lgan sopolimerlarning 0,5% li eritmalari qovushqoqligining 4 soat davomida o‘zgarishi (gidroliz 2 soat 50°C da).**

Gidroliz darajasi, ya’ni sopolimerdagi akril kislotaning ulushi eritmaning qovushqoqligiga katta ta’sir ko‘rsatadi. Qisman gidrolizlangan poliakrilamid o‘zini polielektrolit kabi tutadi: zanjir bo‘ylab zaryadlangan karboksilat guruhlarining paydo bo‘lishi makromolekula bo‘ylab elektrostatik itarishishni va uning eritmada yoyilishini keltirib chiqaradi. Natijada gidroliz darajasi (AK ulushi) ortishi bilan polimerning ichki qovushqoqligi ortadi. Tajribalar shuni ko‘rsatadiki, ionlanuvchi karboksil guruhlar fraksiyasining ortishi zanjirlar qovushqoqligining ortishiga olib keladi. Shuning uchun qisman gidrolizlangan poliakrilamid (PAA) suvli eritmalarda samarali quyuqlashtiruvchi sifatida tanilgan - manfiy zaryadlangan zanjirlar juda kengaygan va eritmaga yuqori qovushqoqlik beradi.

Ammo bog‘liqlik cheksiz monoton emas. Haddan tashqari gidroliz teskari natijalarga olib kelishi mumkin. Birinchidan, juda qattiq gidroliz sharoitida zanjirlarning buzilishi (degradatsiya) sodir bo‘lishi mumkin. Ma’lumki, masalan, poliakrilamidning yuqori haroratdagi gidrolizi samarali molekulyar massani oshirishga (zanjirlar o‘rtasida mumkin bo‘lgan bog‘lanish tufayli) va yanada og‘irroq sharoitlarda zanjirlarning uzilishi tufayli uni kamaytirishga qodir. O‘rtacha haroratlarda (50–80°C) gidroliz molekulyar og‘irlikning biroz ortishiga yordam berishi, yuqori haroratlarda (≈98°C) esa molekulalar parchalana boshlashi va o‘rtacha molekulyar og‘irligi keskin pasayib ketishi eksperimental ravishda ko‘rsatilgan [1]. Ushbu zanjirning uzilishi polimerlarning uzunligini qisqartiradi va shunga mos ravishda yopishqoqlikni pasaytiradi (chunki qisqa zanjirlar ko‘proq suyuq eritma hosil qiladi). Ikkinchidan, kuchli gidroliz ikkilamchi reaktsiyalarga


ISSN 3030-3907

olib kelishi mumkin bo‘lgan juda ko‘p ionli guruhlarni anglatadi. Qisman gidrolizlangan poliakrilamidlar konsentrlangan ishqoriy gidroliz jarayonida molekulyar imid bog‘lanish hosil qilish imkoniyatiga ega: qo‘shni amid va karboksil guruhlari suvni ajratib, siklik imid strukturasini hosil qilishi mumkin. Bunday qo‘shimcha reaksiyalar imid ko‘prikchalari orqali zanjirlarni tikishga ekvivalentdir. Choklash (qisman bo‘lsa ham) polimerlarning eruvchanligi va egiluvchanligini kamaytiradi: yo tarmoqlangan makromolekulalar, yoki erimaydigan gelning ozgina qismi paydo bo‘ladi. Natijada haddan tashqari gidrolizlangan namunalar o‘rtacha (optimal) gidroliz darajasiga ega bo‘lgan namunalarga qaraganda eritmaning past samarali qovushqoqligini berishi mumkin. Darhaqiqat, poliakrilamidning qovushqoqligi gidroliz darajasi juda past bo‘lganda (zanjirni yoyish uchun zaryadlar kam bo‘lganda) kichik bo‘lishi, gidrolizlangan zvenolarning ma’lum optimal ulushida maksimumga erishishi, gidroliz juda uzoq yoki kuchli bo‘lganda esa yana pasayishi qayd etilgan. Shunday qilib, AA:AK nisbatining o‘zgarishi bilan qovushqoqlik o‘zgarishining asta-sekin bo‘lmagan tabiati AK tarkibidagi optimumning mavjudligi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin: akril kislotasining o‘rtacha ulushida zanjirlar maksimal darajada kengaygan bo‘lsa, ekstremal qiymatlarda (juda kam yoki juda ko‘p AK) qovushqoqlik zaryadlarning yo‘qligi yoki ortiqcha gidrolizda degradatsiya/tikilish tufayli pastroq bo‘ladi.

Polimerning molekulyar massasi qovushqoqlikka eng to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’sir qiluvchi omillardan biridir. Poliakrilamidning o‘rtacha molekulyar massasi qancha katta bo‘lsa, uning eritmasining qovushqoqligi shuncha yuqori bo‘ladi (teng konsentratsiyalarda). Buning sababi shundaki, uzun zanjirlar chigallashadi va bir-biri bilan samaraliroq o‘zaro ta’sirlashadi, bir-biriga chirmashgan makromolekulalardan o‘ziga xos to‘r hosil qilish orqali qovushqoqlikni oshiradi. Bizning holatda sintez sharoitlari (harorat va polimerlanish vaqti) olingan AA/AK sopolimerining molekulyar massasiga ta’sir qiladi, bu esa ularni o‘zgartirganda qovushqoqlikning monoton bo‘lmagan o‘zgarishlariga olib kelishi mumkin.

Avvalo, polimerlanish harorati polimerlanish darajasi va zanjirlarning o‘rtacha uzunligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Yuqori harorat reaksiyani tezlashtiradi, ammo radikal terminatsiya va qo‘shimcha reaksiyalar tezligini oshiradi, bu esa zanjirlarning qisqarishiga olib keladi. Tajribalar shuni ko‘rsatadiki, sintez harorati ~40°C dan ~65°C gacha ko‘tarilganda radikal sopolimerning o‘rtacha molekulyar massasi bir necha marta kamayishi mumkin. Masalan, akrilonitrilning akrilamid bilan sopolimeri uchun polimerlanish haroratining 41°C dan 65°C gacha ko‘tarilishi Mw ni ~1.090.000 dan ~250.000 gacha kamaytirdi. Xuddi shunday, akrilamid/akril kislotasi uchun 45°C dan 60°C ga o‘tishda radikal zanjir uzilishlarining kuchayishi tufayli sopolimerning molekulyar massasining pasayishini kutish mumkin [2]. Polimerlanish vaqti ham ta’sir qiladi: uzoqroq


ISSN 3030-3907

polimerlanish odatda monomerning ko‘proq konversiyasiga olib keladi va uzunroq zanjirlar hosil bo‘lishiga imkon beradi. Reaksiya vaqtining ortishi olinadigan poliakrilamidning molekulyar massasini ortishiga olib kelishi kuzatildi. Shunday qilib, 6 soatlik sintez sharoitida (4 soatlik sintezdan farqli o‘laroq) boshqa teng sharoitlarda namunalar katta molekulyar massaga ega bo‘lishi va shuning uchun eritmaning yuqori qovushqoqligini berishi mumkin. Bu amaliy kuzatishlarga mos keladi: polimerlanish uzoqroq davom etganda, yakuniy eritmaning qovushqoqligi haqiqatan ham ortadi. Xususan, 6 soatlik sintez (keyinchalik 2 soatlik gidroliz bilan) yuqori molekulyar massali va ehtimol biroz kengroq taqsimlangan polimerni (polimerlanish va gidrolizning kech bosqichlaridagi ikkilamchi reaksiyalar tufayli) beradi deb kutish mumkin. 4 soatlik sintez (gidrolizning xuddi shu vaqti bilan) ehtimol biroz kichikroq zanjirlarga olib keladi, ammo qo‘shimcha choklanish ehtimolini kamaytiradi (imid bog‘larining paydo bo‘lishi uchun kamroq vaqt va boshqalar). Shunday qilib, 6soat/2soat namunalari yuqori absolyut qovushqoqlikni, ammo tarkib va harorat o‘zgarishi bilan katta fluktuatsiyalarni ko‘rsatishi mumkin, 4soat/2soat esa qovushqoqlikning pastroq darajasida bo‘lsa ham, bir tekis bog‘liqlikni ko‘rsatadi. Masalan, agar 6 soatlik sintezda haroratning yuqori uchida (60 °C) zanjirlarning sezilarli degradatsiyasi yoki tarmoqlanishi boshlansa, bu nuqtada qovushqoqlik kutilmaganda pasayishi mumkin, 4 soatlik sintezda esa bunday bo‘lmaydi (zanjirlar bunday o‘zgarishga ulgurmaydi). Bu farqlar molekulyar parametrlarning umumiy ta’siriga mos keladi: eritmaning qovushqoqligi polimer zanjirlarining molekulyar massasi va arxitekturasi bilan bevosita bog‘liq.

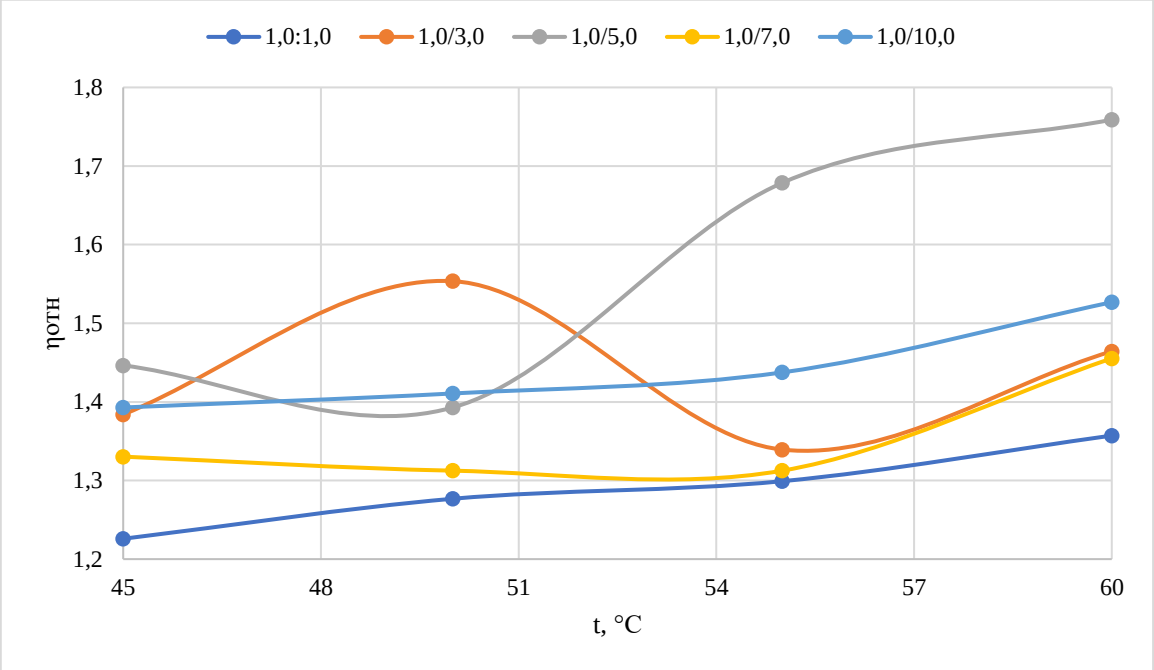
Bizning AA/AK sopolimerlarimiz kontekstida, tarkibning o‘zgarishi bilan qovushqoqlikning monoton bo‘lmagan o‘zgarishi zaryadlarning to‘g‘rilovchi ta’siri va vodorod bog‘larining yig‘uvchi ta’siri o‘rtasidagi raqobat bilan izohlanishi mumkin. Akril kislotaning o‘rtacha miqdorida guruhlarning bir qismi -COO- (zanjirni zaryadlovchi va shishiruvchi) va bir qismi -COOH (H-bog‘lanishga qodir) shaklida mavjud. Bunday holda, zanjirlar qisman bo‘shatilgan bo‘lishi mumkin, lekin hali ham vodorod bog‘lari uchun yetarli miqdordagi guruhlarga ega bo‘lib, ular ichki molekulyar halqalar yoki molekulalararo juftliklarni hosil qilishi mumkin. Masalan, pH 4-6 atrofida (kislotalarning qisman ionlanishi) akril kislotali sopolimerlar uchun eritma qovushqoqligining maksimumi kuzatiladi. Bunday maksimumning sababi shundaki, qisman neytrallanishda zanjirlar orasida eritmaga struktura beruvchi ba’zi vodorod bog‘lanishlar saqlanib qoladi, lekin shu bilan bir vaqtda bu bog‘langan agregatlarning eritmadan tushib ketishiga yo‘l qo‘ymaydigan zaryadlar ham bo‘ladi [3-4].Xuddi shunday, bizning sopolimerlarimiz misolida, AA:AK ning ma’lum bir oraliq nisbati zanjirlararo assotsiatsiyalarning optimal muvozanati tufayli yuqori qovushqoqlikka olib kelishi mumkin. Boshqa tomondan,


ISSN 3030-3907

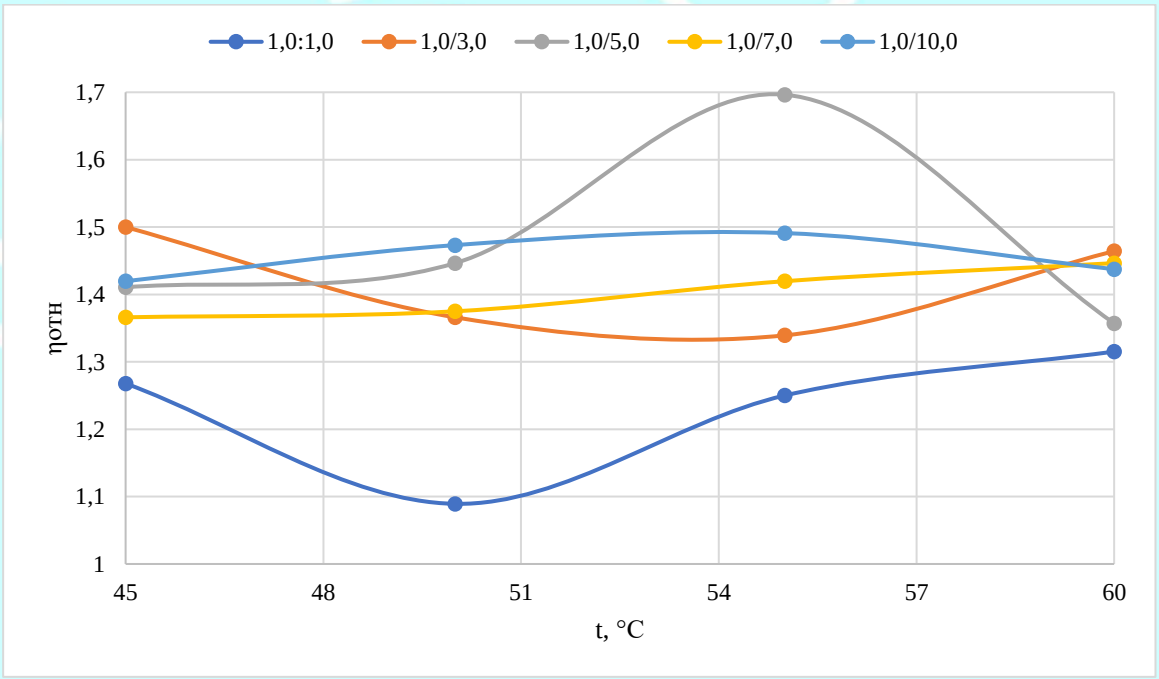
boshqa nisbat zanjir ichidagi (molekula ichidagi) H-bog‘larni kuchaytirishi mumkin, bunda har bir zanjir "koptok" shaklida bo‘ladi - shunda solishtirma qovushqoqlik kamayadi. Shunday qilib, akril kislotaning ulushiga qarab makromolekulalarning tuzilishi nisbatan yoyiq (yuqori zaryadda deyarli barcha -COO- o‘zaro itarilganda) dan ancha ixcham (zanjirda halqa hosil qila oladigan neytral $-CONH_2$ va -COOH mavjud bo‘lganda) gacha o‘zgarishi mumkin. Bu qovushqoqlik fluktuatsiyasining yana bir omilidir. Bundan tashqari, sopolimerning mikrostrukturasi (zvenolarning zanjir bo‘ylab taqsimlanishi) ham rol o‘ynaydi. Agar sintezning ma’lum sharoitlarida bloklar yoki akril kislotasining zanjir bo‘ylab klaster taqsimoti olinsa, unda zaryadlar/guruhlar notekis taqsimlanadi. Mahalliy boyitilgan akril kislota qismlari o‘zaro ta’sirlashishi mumkin (masalan, turli zanjirlarning ikkita kislota bloki vodorod bog‘lari bilan tikilishi mumkin), akrilamidga boy qismlar esa ko‘proq gidrofob va ixcham bo‘lib qoladi [5]. Almashinuvchi yoki tasodifiy taqsimlangan monomerli polimer blokli polimerga qaraganda o‘zini boshqacha tutadi - bu ichki molekulyar assotsiatsiyalardagi farqlarga va natijada qovushqoqlik anomaliyalariga olib kelishi mumkin [6].

Shunday qilib, omillar majmuasi - gidroliz darajasi (ion tarkibi), molekulyar massa va polidisperslik, shuningdek, ichki molekulyar o‘zaro ta’sirlar (vodorod bog‘lanishlar, ion ko‘priklari, choklar) akrilamid/akril kislotasi sopolimerining 0,5%-li eritmalarining qovushqoqligi sintez sharoitlari o‘zgarganda monoton o‘zgarmasligiga olib kelishi mumkin. Ba’zi sharoitlarda molekulyar massaning ortishi (qovushqoqlikning ortishi) effekti ustunlik qilsa, boshqa sharoitlarda zanjirlar konfiguratsiyasining o‘zgarishi yoki hatto ularning qisman buzilishi (qovushqoqlikning kamayishi) effekti ustunlik qiladi. Masalan, akril kislota ulushining ko‘payishi dastlab zanjirlarning polielektrolitli shishishi tufayli qovushqoqlikni oshiradi, ammo akril kislota ulushining yanada ko‘proq bo‘lishi (va gidrolizning qattiq sharoitlarida) zanjirlarning degradatsiyasi yoki ularning birlashishi/tikilishi tufayli qovushqoqlik pasayishi mumkin [7].Xuddi shunday, sintez haroratining ko‘tarilishi dastlab qovushqoqlikka kam ta’sir qilishi yoki hatto ozgina oshirishi mumkin (agar yuqori haroratda AKning polimerga aylanish darajasi oshgan bo‘lsa), ammo keyinchalik zanjirlar uzunligining qisqarishi tufayli qovushqoqlik pasayadi.


ISSN 3030-3907




**3-rasm. Sintez haroratiga bog‘liq holda AA:AK nisbatlari turlicha bo‘lgan sopolimerlarning 0,0125% li eritmalari qovushqoqligining 6 soat davomida o‘zgarishi (gidroliz 2 soat 50°C da).**




**4-rasm. AA:AK nisbatlari turlicha bo‘lgan sopolimerlarning 0,0125% li eritmalari qovushqoqligining sintez haroratiga bog‘liq holda 4 soat davomida o‘zgarishi (gidroliz 2 soat 50°C da).**

Kuchli suyultirilgan eritmalarning qovushqoqligi (0,0125%) o‘rganilganda sopolimerlar sintezi haroratining ta’siri kuchsiz namoyon bo‘lishi aniqlandi. Ushbu tizimlarda qovushqoqlikning sezilarsiz o‘zgarishi polimer zanjirlarining past konsentratsiyasi bilan bog‘liq bo‘lib, bunda makromolekulalar asosan individual holatda bo‘lib, bir-biri bilan deyarli o‘zaro ta’sirlashmaydi. Bunday konsentratsiyalarda qovushqoqlik xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadigan


ISSN 3030-3907

fazoviy tuzilmalarni shakllantirish uchun zarur bo‘lgan zanjirlarning qoplanish chegarasiga erishib bo‘lmaydi.

Bunday sharoitda qovushqoqlikka asosiy ta’sirni sintezning turli haroratlarida olingan alohida makromolekulalarning molekulyar massasi va gidrodinamik hajmi ko‘rsatadi. Biroq, sintez sharoitlarining o‘zgarishi bilan yuzaga keladigan sopolimerlarning tuzilishi va molekulyar og‘irligidagi farqlar ushbu suyultirish sohasida qovushqoqlikning konsentratsiyaga zaif bog‘liqligi tufayli qovushqoqlik xususiyatlarida yetarlicha yorqin namoyon bo‘lmaydi. Molekulyar massalarda farqlar mavjud bo‘lsa ham, eritmada polimerning past miqdori bu farqlarga tizimning reologik parametrlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishga imkon bermaydi.

Bundan tashqari, kuchli suyultirilgan eritmalarda struktura hosil bo‘lishini kuchaytirishi va qovushqoqlikni oshirishi mumkin bo‘lgan molekulalararo bog‘lanishlar (vodorod yoki elektrostatik) hosil bo‘lish ehtimoli juda kam. Shuning uchun polimerning molekulyar xarakteristikalariga ta’sir qiluvchi sintez sharoitlarining o‘zgarishi 0,0125 foizli eritmalarda faqat qovushqoqlikning kichik fluktuatsiyalari darajasida namoyon bo‘ladi.

Olingan ma’lumotlarning tahlili shuni ko‘rsatdiki (3.3-rasm), monomerlarning teng nisbatida (1:1) eritmalarning qovushqoqligi sintez haroratidan qat’i nazar minimal bo‘lib qoladi, bu kamroq tarmoqlangan yoki past molekulyar tuzilmalarning shakllanishini ko‘rsatadi. Akril kislotasining monomer aralashmasidagi miqdori 1:3 va 1:5 nisbatlargacha oshirilganda, qovushqoqlikning biroz oshishi kuzatiladi, bu esa makromolekulalarning gidrodinamik hajmining oshishiga va ularning erituvchi bilan o‘zaro ta’sirini kuchaytirishga yordam beradigan zanjirlarda ionlangan karboksil guruhlari ulushining oshishi bilan bog‘liq.

Qovushqoqlikning eng yuqori qiymatlari AA:AK = 1:5 nisbatdagi va 55 va 60 °C haroratlarda sintez qilingan namunalar uchun qayd etilgan, bu tarmoqlangan konfiguratsiyali yuqori molekulyar zanjirlar yoki polimer strukturalar hosil bo‘lishi uchun maqbul sharoitlar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Akril kislotasi miqdorini (1:7 va 1:10) yanada oshirish bilan qovushqoqlikning o‘sishi sekinlashadi, bu, ehtimol, kislota guruhlarining ortiqchaligi bilan bog‘liq bo‘lib, muhitning yuqori ionlashuvi sharoitida makromolekulalarning o‘sishi qiyinlashishi tufayli polimerlanish darajasining pasayishiga olib keladi.

Sintez vaqti 4 soatgacha qisqartirilganda, AA:AK nisbati turlicha bo‘lgan namunalar o‘rtasida qovushqoqlikdagi farqlar 6 soat davomida sintez qilingan namunalar bilan taqqoslaganda kamroq namoyon bo‘ladi. Qovushqoqlikning eng katta o‘sishi 1:5 nisbatda va sintez harorati 55 °C bo‘lganda kuzatiladi, bu


ISSN 3030-3907

maksimal zanjir uzunligiga va karboksil guruhlarining yuqori miqdoriga ega bo‘lgan sopolimerlarning optimal tuzilishini shakllantirish bilan bog‘liq.

AK miqdorini (1:7 va 1:10) yanada oshirish bilan qovushqoqlikning o‘sishi sekinlashadi yoki barqarorlashadi, bu makromolekulalarning samarali o‘sishiga to‘sqinlik qiluvchi ionlangan kislota guruhlarining ortiqchaligi tufayli polimerlanish darajasining pasayishi bilan izohlanadi.

Olib borilgan tadqiqotlar asosida monomerlar aralashmasidagi akrilamid va akril kislotasining nisbati sintez qilingan sopolimerlar eritmalarining qovushqoqlik xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi, ularning molekulyar og‘irligi, gidroliz darajasi va makromolekulalarning strukturaviy xususiyatlarini aniqlashi aniqlandi. Qovushqoqlikning maksimal qiymatlariga AA:AK 1:5 mol nisbatida erishiladi, bu polimer zanjirlari uzunligi va eritmadagi makromolekulalarning kengayishini ta’minlaydigan ionlangan karboksil guruhlari sonining optimal kombinatsiyasi bilan bog‘liq.

Ko‘rsatilgan nisbatdan yuqori bo‘lgan akril kislotasi miqdorini yanada oshirish bilan polimerlanish darajasining pasayishi va nuqsonli yoki kamroq tarmoqlangan tuzilmalarning paydo bo‘lishi bilan bog‘liq bo‘lgan qovushqoqlikning barqarorlashuvi yoki pasayishi kuzatiladi. Sintezning harorati va vaqti polimerlarning molekulyar xususiyatlariga ham ta’sir ko‘rsatadi: sintez vaqtining uzayishi eritmalarning qovushqoqligini oshirishga yordam beradi, haroratning optimal qiymatlardan oshishi esa molekulyar massaning pasayishiga va natijada qovushqoqlikning kamayishiga olib keladi.

Kuchli suyultirilgan eritmalar uchun (0,0125%) o‘rganilgan omillarning ta’siri kuchsiz ifodalangan, bu polimerning past konsentratsiyasida fazoviy strukturalar va molekulalararo o‘zaro ta’sirlarning shakllanishi uchun sharoitlar yo‘qligi bilan bog‘liq. Olingan ma’lumotlar berilgan reologik xususiyatlarga ega sopolimerlarni olish uchun monomerlar nisbati va sintez parametrlarini optimallashtirish zarurligini va ularni samarali struktura hosil qiluvchi reagentlar sifatida ishlatish istiqbolini tasdiqlaydi.

**Xulosa.** Olib borilgan tadqiqotlar asosida monomerlar aralashmasining nisbati sintez qilingan sopolimerlar eritmalarining qovushqoqlik xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi, ularning molekulyar og‘irligi, gidroliz darajasi va makromolekulalarning strukturaviy xususiyatlarini aniqlashi aniqlandi. Bu sintez harorati va monomer nisbatini tanlash orqali dispersiyaning qovushqoqligini maqsadli boshqarish mumkinligini ko‘rsatadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Abdikamalova, Aziza; Abdurakhimov, Dilmurod; Ismailov, Bakhtiyar; Seytnazarova, Oksana; Iembergenov, Bakhran Hydrolysis of polyacrylamide and



ISSN 3030-3907

investigation of characteristics of its hydrolyzed forms // AIP Conf. Proc. (2024) 10.1063/5.0197882

2. Bigak, N., Agrkkaya, N., & Koza, G. Controlled conversion of polyacrylamide into polyacrylic acid. *Polymer Bulletin*, 1997**, 39,** 459–464

3. Kuldasheva, Sh., Abdikamalova, A., Eshmetov, I., Sharipova, A., Nortojiyeva, G. Investigation of changes in the viscosity properties of acrylamide (co)polymer and their hydrolyzed forms depending on the conditions of their preparation . Polymer Bulletin, 2023

4. Aripov E.A., Makhkamov I.K., Akhmedov K.S. Structure formation in aqueous solutions of potassium salt of vinyl acetate polyelectrolytes with acrylic acid and acrylamide // Uzbek Chemical Journal. – 1980. - No. 4. – 22-25 s.

5. Kuldasheva, S., Adizova, N., Karimova, G., Dauletbayeva, R., Kurbonov, F. Compositions of clay suspensions for fixing moving sands and soils. E3S Web of Conferences, 2023, 390, 01029

6. Ш. А. Кулдашева, И.Л. Ахмаджанов, И. Д. Эшметов, Д.Х Абдурахимов. Сувда эрувчан полимерлар ёрдамида кўчма тупроқ- қумларда мустахкам структура ҳосил қилиш Қўқон Давлат педагогика институти Илмий хабарлар 1-сон 19.05.2021. 19-23

7. Aziza Abdikamalova, Shakhnoza Kuldasheva, Izzat Eshmetov, Dilmurad Abdurakhimov, Ilxomjon Akhmadjanov, Sanjarbek Mamayusupov. Polymers as soil structure–forming agents (overview). annals of forest research // Jornal of Forestry and Environmental Sciences Ann. For. Res. 65(1): 2797-2810 p, 2022 y. https://www.e-afr.org.



ISSN 3030-3907

# ВЕРМИКУЛИТ ВА УНИНГ ЎСИМЛИК МОЙЛАРИНИ АДСОРБЦИОН ТОЗАЛАШДАГИ ХОССАЛАРИГА ТАЪСИРИ

**Шерқўзиева Шахло Иброхимали қизи**
***НамДТУ таянч докторанти***
**Назирова Рахнамохон Мухторовна**
***ФарДТУ. "Озиқ-овқат технологияси ва хавфсизлиги" кафедраси, т.ф.д.***

**Аннотация:** Ушбу мақола вермикулит сорбенти ёрдамида адсорбцион ишлов бериш жараёнида ўсимлик мойларини сифатини оширишга қаратилган назарий ва экспериментал тадқиқотларга бағишланган. Тадқиқот жараёнида Қорақалпоғистон республикасидаги Тебинбулак кон вермикулитининг физик-кимёвий хоссалари мой маҳсулотларига нисбатан комплекс ўрганилди. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, вермикулитлар муваффақият билан молекулаларнинг ўлчам ва тузилиши мақбул бўлган турли хил қўшилмаларини ажратиш учун ишлатилиши мумкин. Шунингдек, улар нафақат мойларни, балки углеводородларнинг оксидланиш маҳсулотларини, кислород ва бошқа гетероорганик бирикмаларни ҳам адсорбция қилиши мумкин.

**Калит сўзлар:** Адсорбент; Вермикулит; Кислотали фаоллаштириш; Минерал сорбент; Поризация; Ғовакли қатлам; Тузилиш

**Abstract:** This article is devoted to theoretical and experimental research aimed at improving the quality of vegetable oils through adsorption treatment using a vermiculite sorbent. In the course of the study, the physicochemical properties of vermiculite from the Tebinbulak deposit in the Republic of Karakalpakstan were comprehensively investigated in relation to oil products. The research results showed that vermiculites can be successfully used for separating various compounds with suitable molecular size and structure. In addition, they are capable of adsorbing not only oils, but also oxidation products of hydrocarbons, oxygen, and other hetero-organic compounds.

**Keywords:** Adsorbent; Vermiculite; Acid activation; Mineral sorbent; Pore formation; Porous layer; Structure

**Аннотация**: данная статья посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям, направленным на повышение качества растительных масел в процессе адсорбционной переработки с использованием вермикулитового сорбента. В процессе исследований были комплексно изучены физико-химические свойства Тебинбулакского горного вермикулита в Республике Каракалпакстан в отношении нефтепродуктов. Результаты исследования показали, что вермикулиты могут быть успешно использованы для различения различных соединений молекул, приемлемых по размеру и структуре. Они также могут адсорбировать нелетучие масла, а также


ISSN 3030-3907

продукты окисления углеводородов, кислорода и других гетероорганических соединений.

**Ключевые слова:** адсорбент; вермикулит; кислотная активация; минеральный сорбент; Поризация; пористый слой; структура.

**Кириш**

Ўсимлик мойларини ифлосланиши бугунги кунда жиддий муаммо бўлиб инсон саломатлигига, табиатга ва иқтисодиётга салбий таьсирини кўрсатиб келмоқда. Усимлик мойларини қайта ишлаш ва уларни атроф муҳитига таьсирини камайтириш долзарб масалалардан бири ҳисобланади. Жумладан Ўзбекистан Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёйев 2024-йилдаги “Республикада озиқ-овқат хавсизлигини таьминлашнинг қўшимча чора-тадбирлари тўғрисидаги ” қарорлари бугунги кунда бу масала нақадар долзарб еканлигини билдиради.

**Адабийтлар тахлили**

Бугунги кунда инсонлар учун асосий озуқа манбаи бўлган ўсимлик мойларини адсорбцион тозалаш учун ҳам адсорбентлар ишлатилади. Масалан: гилли, углеродли, цеолит ва ҳ.з. турдагилари мавжуд.[1] Республикада бугунги кунда 200 000 тоннага яқин пахта мойи, 50 000 - 60 000 тоннага яқин кунгабоқар, 10 000 тонна соя мойлари ишлаб чиқарилиб, аксарияти четдан келтирилган адсорбентлар ёрдамида адсорбцион тозаланади. Бунда асосан мойни массасига нисбатан 1% -1,5% гача мойни кислота сонига қараб, қўлланилади.[2]

Мой таркибидаги ёд моддаларга қараб (госсипол, хлорафилл, ксантофил ва бошқалар) адсорбент танланади, Ушбу юқоридаги моддаларни барчасини тозаловчи универсал адсорбент йўқлиги сабабли, мой таркибига қараб, адсорбент танланади.[3] Масалан: пахта мойи таркибида госсипол моддаси бўлиб, у пахта ўсимлигига хос бўлиб, уруғни пресслаш жараёнида мой таркибига ўтади. Ўртача мой таркибида 2 % гача госсипол моддаси бўлиши мумкин. Уни ишқорий рафинация жараёнида қисман тозалаш имконияти мавжуд, лекин тўлиқ тозалаш имконияти мойни сортига, сақлаш муддатига риоя қилинганлигига боғлиқ.[4] Адабиётлар тахлилига кўра, госсипол моддасини гилли адсорбентлар яхши сорбциялайди. Хлорафилл моддасини эса углеродли адсорбентлар яхши сорбциялайди.

Ёғ-мой корхоналарида ишлатиладиган адсорбентлар асосан қуйидаги талабларга жавоб бериши лозим: -юқори адсорбцион хоссага эга бўлиши, фаол юза ва фаол марказларга эга бўлиши, ёғ сиғими кам бўлиши лозим, мой билан кимёвий реакцияга киришмаслиги лозим, бундан ташқари мойдан осон ажралиб, юқори фильтрацион хоссага эга бўлиши лозим.5,6]



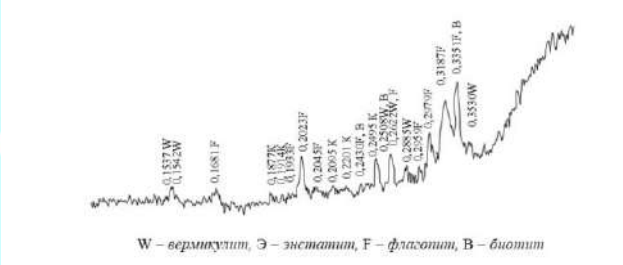
ISSN 3030-3907

Бир қанча ишлардан республикада мавжуд гил минералаларидан адсорбентлар олиш бўйича илмий изланишлар олиб борилган. Табиий минераллардан бентонит, опока, полигорскит ва бошқа минераллардан фойдаланилади. Шунингдек табиий минераллардан -вермикулитни ҳам адсорбент сифатида ишлатиш имконияти ушбу тадқиқот ишида ўрганилади.

Вермикулит – $((Mg_{+2}, Fe_{+2}, Fe_{+3})_3 [(AlSi)_4O_{10}] (OH)_2 4H_2O)$ гидрослюда туркумидаги минерал бўлиб, қатламли структурага эгадир[7]. Унга термик ишлов бериш натижасида ғоваклилиги янда очилиши адабиётларда келтирилган. Бугунги кунда вермикулит асосан, иссиқлик ушловчи, гидро изоляцион материал, оловбардош материал сифатида ишлатилиб келинмоқда. Ундан ташқари вермикулит чириш, парчаланиш хусусиятига эга эмас, бундан ташқари микроорганизмларни ривожланиб кетишига чидамлилиги, ундан ташқари кислота ва ишқорларга нисбатан нейтрал бўлиб, таксик эффектларга эга эмас ва таркибида оғир металлар мавжуд эмас. Шу сабабли вермикулитни ўсимлик мойларини адсорбцион тозалаш учун адсорбент сифатида ишлатиш имкониятларини оширади.[8,10]

**Материал ва метод**

Тадқиқот объекти сифатида Қорақалпоғистон республикасидаги Тебинбулак вермикулит маҳсулотлари ишлатилди. Тебинбулак кони вермикулитини минерал таркибини ўрганиш мақсадида, дифрактограмма тахлили ўтказилди. [1]




**1-расм. Тебенбулак кони вермикулити дифрактограммаси**

Минерал таркибини ўрганиш натижасида таркибида вермикулит, энстатит, флагопит, биотит эканлиги аниқланган.

1-жадвалда вермикулитни кимёвий таркиби келтирилди.

**Тебенбулак кони вермикулити кимёвий таркиби**

| Вермикулит кони номи | Компонентларни таркиби, % | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $SiO_2$ | $Al_2O_5$ | $TiO_2$ | $Fe_2O_3$+ FeO | MgO | CaO | $K_2O$ | $Na_2O$ | $P_2O_5$ |
| Тебенбулак-ский | 44,2 | 17,48 | 2,4 | 14,3 | 15,6 | 0,52 | 4,9 | 0,55 | 0,40 |

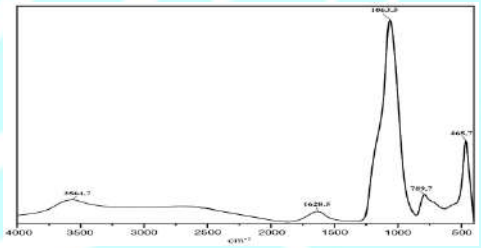


ISSN 3030-3907

Жадвалдан кўриниб турибдики, $SiO_2$ миқдори 44,2% ни, алюминий оксид 17,4% ни ташкил этган. Кимёвий таркиб тўлиқ вермикулитга хос бўлиб, оғир металлар йўқлиги адсорбент олиш учун хомашё бўла олишини кўрсатади.

**Натижалар ва муҳокама**

Вермикулитни функционал гуруҳлари ИК-тахлили ёрдамида ўрганилди ИК-тахлилларидан 3564,3 $см^{-1}$ ва 1628,5,7 $см^{-1}$ соҳаларида OH-гуруҳ валентли ва диформацион тебранишлари кузатилиб [9,11], шунингдек тэтраэдрик структурага эга Si-O чўққилари 1063,5 $см^{-1}$ [10] мавжудлиги аниқланган. 789,7 $см^{-1}$ ва 465,7 $см^{-1}$ соҳаларидаги чўққи Si–O–Al мавжудлигини кўрсатади. [10,11].




**2-расм. Тебенбулак вермикулити ИК тахлили**

Табиий ҳолатда вермикулит ёрдамида ўсимлик мойларини адсорбцион тозалаш имкониятини бермайди, лекин уларга термик ишлов бериш натижасида қатламларини очилиши ҳисобига адсорбент сифатида ишлатиш имкониятини беради.[11] Вермикулитни кўпчитиш жараёни 300-600 $^0C$ да олиб борилди. Кўпчитиш ҳароратини мақбулини ўсимлик мойларини адсорбцион тозалаш орқали аниқланади.

Ўсимлик мойларини адсорбцион тозалаш жараёнини лаборатория шароитида йиғилган қурилмада ўтказилди. Бунда ҳарорат 70$^0C$ да, аралаштириш тезлиги 300-400 мин/аралаштириш, адсорбент сарфи 1-1,5% ни ташкил этади [12,13]. Олинган натижалар қуйидаги жадвалда келтирилди (2-жадвал)

**Турли ҳароратларда термик куйдирилган вермикулитда ўсимлик мойларини адсорбцион тозалашда олинган натижалари**

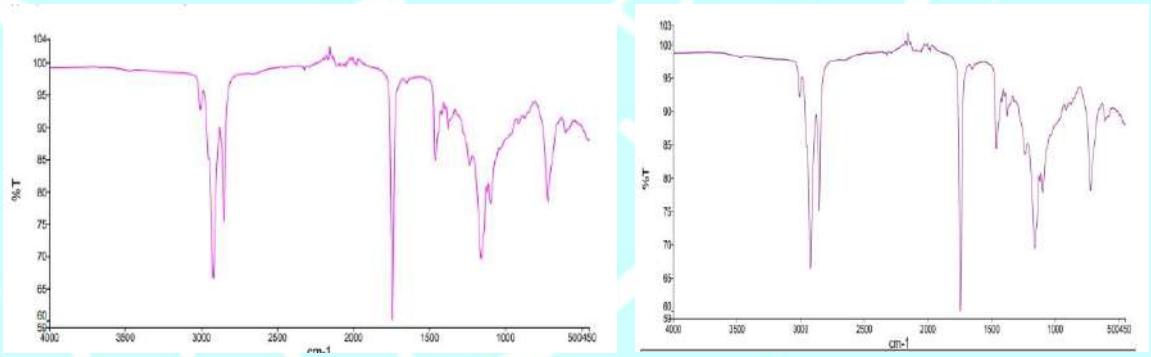
| Кўрсатгич-лар номи | Ўсимлик мойлари дастлабки кўрсатгичлари | | Ўсимлик мойларини адсорбцион тозалашдан кейинги кўрсатгичлари | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Соя мойи | Кунга-боқар мойи | Турли ҳароратда куйдирилган вермикулит | | | Углеродли адсорбент-лар |
| | | | 300$^0C$ | 500$^0C$ | 700$^0C$ | |
| Мой ранги, мг йода | 12 | 15 | 8 | 6 | 4 | 5 |



ISSN 3030-3907

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Кислота сони, мг КОН/г | 2,3 | 2,4 | 1,9 | 1,8 | 1,3 | 1,5 |
| Перекис сони, ммоль фаол кислород, кг | 4,3 | 5,1 | 4,1 | 3,5 | 3,1 | 2,4 |
| Ёғ ютиш хусусияти, % | - | - | 55 | 49 | 45 | 35 |

2-жадвалдан кўпчиш ҳарорати ошиши билан олинган адсорбент билан тозаланган мой кўрсатгичлари, яъни ранги 12 мг йоддан 4мг йодгача, кислота сонини 2,3дан 1,3мг КОН/г гача тушуриши аниқланди. Перекис сонини 4,3 дан 3,1 ммоль фаол кислород, кг. Лекин вермикулитни ғоваклилиги юқорилиги туфайли ёғни ютиш қобилияти ҳам юқори чиққан. Кейинги босқичларда ёғ сиғимини камайтириш бўйича изланишлар олиб борилади.



**А** **Б**

**2.-расм. Ўсимлик мойлари адсорбцион тозалашдан олдинги ва кейинги ИК тахлиллари**

2800–3015 $см^{-1}$ гача бўлган частота диапазонидаги дастлабки мой намунасининг ИК-тахлиллари (3.10 А-расм) СН-гуруҳларига тегишли бўлиб, 1460, 1390 $см^{-1}$ соҳаларда СН деформацион тебранишларига мос келади. 1760 $см^{-1}$ диапазонда С=О валент тебранишларга эга. 1086-1165 $см^{-1}$ оралиғидаги частотада С–О–С гуруҳларига мослигини кўрсатади. 600°С (3.10 расм.Б) да кўпчиган вермикулит ёрдамида адсорбцион тозаланган вермикулит дастлабки ва кейинги тахлиллари деярли бир хиллигини кўрсатади. Демак, кўпчиган вермикулит деярли мой билан кимёвий реакцияга киришмаган.

**Хулоса.** Шундай қилиб, олиб борилган тадқиқотлар натижасида вермикулитни ўсимлик мойини адсорбцион тозалашда қўллаш имконияти асосланган. Физик кимё вий кўрсатгичлари тахилили натижалари асосида унинг ўсимлик мойи билан деярли кимёвий реакцияга киришмаслиги, уни кўпчитиш жараёнларини 600°С да олиб борилгани энг юқори кўрсатгичлар кўрсатгани аниқланди.



ISSN 3030-3907

## АДАБИЁТЛАР

1. Кимё фанининг муаммолари, саноат соҳаларига татбиқи ва яшил техналогиялар мавзусидаги анжуман материаллар тўплами. Ўзбекистан, 2025, 1137 бет. Шерқўзийева.Ш.И., Р.М.Назирова, Д.С.Салиханова.
2. РФ патенти 2459863, МРК С11Б 3/00, Б01Ж 20/22. Ўсимлик мойларини кунгабоқар пўстлоги ёрдамида тозалаш усули / Ковалев Ю.Н., Канифатов Е.Г., "ЮНКААгопродукт " МЧЖ; 27.08.11, Бюл. №24. – 4 бет: Хавола.
3. Camas N, Cırak C, Esendal E. (2007). Сафро уругининг хосилдорлиги, ёғ таркиби ва ёғ кислоталари таркиби. Туркиянинг шимолий шароитларида ўстирилган. Faculty of Agriculture Journal, 22(1): 98-104.
4. Bhat ZF, Pathak V, Bukhari SAA, Ahmad SR. Оат браннинг физик-кимёвий ва органолептик бахоси. brannin Beverage and Food World. 2010; 37(6): 37–43.
5. Ездаков В.Н. Ўзбекистон гилининг адсорбсион хусусиятлари. Докторлик диссертатсияси автореферати. Тошкент , 1961, 47 бет.
6. Гельперин, Н.И. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва аппаратлари. Москва, 2011, 412 бет.
7. Грег, С.; Синг, К. Адсорбция, юза, ғоваклик. Москва, 2010, 407 бет.
8. Касаткин, А.Г. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва аппаратлари. Москва, 2003, 752 бет.
9. Сирманова, К.К.; Калдибекова, Ж.; Сакибаева, С.; Бренер, А. Кенгайтирилган вермикулит асосидаги адсорбент. Journal of Materials Science and Engineering. 2012, 2, 313–316.
10. Калянов, Н.Н. Вермикулит, унинг хоссалари, технологияси ва қўлланилиши. Перлит ва Вермикулит. 2004, 110–123.
11. Искрицкий, Н.А. Вермикулитдан фойдаланиш иқтисодиёти ва истиқболлари. Фан. Ленинград қўшимчалари. 2005, 152 бет.
12. Сирманова, К.К.; Калдибекова, Ж.Б.; Ботабаев, Н.Й. Адсорбцион усул ёрдамида нефт маҳсулотларининг ишчи хоссаларини яхшилаш. Замонавий табиий фанларнинг долзарб муаммолари халқаро илмий-амалий конференцияси материаллари, Ақтўбе, 2016, 331–334.
13. Большаков, Г.Ф. Нефть маҳсулотларини қайта тиклаш ва сифат назорати. 1982, 350 бет.
14. Сирманова, К.К.; Калдибекова, Ж.Б. Кўп функцияли сорбентлар. Монография. 2012, 168 бет.
15. Сирманова, К.К.; Калдибекова, Ж.Б.; Ботабаев, Н.Й. Замонавий фан муаммолари. Коллектив монография. 2016, 214 бет.



ISSN 3030-3907

# FTORXINOLON ANTIBIOTIKLARINING SUV FOTOKIMYOSI: SUVNING ASOSIY TARKIBIY QISMLARI KINETIKASI VA KO‘P O‘ZGARUVCHAN TA’SIRLARI

**Almardanova Mohichehra Faxriddinovna**
***Umumiy va noorganik kimyo instituti tayanch doktoranti***
***E-mail: mohichehraalmardonova@gmail.com***
***https://orcid.org/0009-0002-0086-7408***
**Ashuruva Muborak Sherali qizi**
***Termiz davlat universiteti tayanch doktorant***
***E-mail: muborakashurova62@gmail.com***
***https://orcid.org/0009-0000-8978-5593***
**Abdiyev Bahodir Ne’matovich**
***Termiz davlat universiteti o‘qituvchisi***
***https://orcid.org/0009-0002-1165-4248***

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada ftorxinolon antibiotiklarining suv muhitida ultrabinafsha (UV) nurlanishi ta’sirida fotokimyoviy degradatsiyasi o‘rganildi. Tajribalar davomida suvning asosiy tarkibiy qismlari — nitrat ($NO_3^-$), xlorid ($Cl^-$), sulfat ($SO_4^{2-}$), bikarbonat ($HCO_3^-$) ionlari hamda erigan organik moddalar (DOM)ning antibiotiklarning parchalanish kinetikasiga ta’siri tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, ayrim ionlar (masalan, nitrat va DOM) fotodegradatsiyani tezlashtirsa, boshqalari (masalan, bikarbonat va xlorid) jarayonni sekinlashtiradi. Olingan ma’lumotlar ekologik muhitdagi antibiotiklarning barqarorligi va ularning parchalanish mexanizmlarini tushunishda muhim ahamiyatga ega.

**Kalit so‘zlar:** Ftorxinolonlar; fotokimyoviy degradatsiya; kinetika; suv tarkibi; UV nurlanishi; reaktiv kislorod turlari; antibiotiklarning ekologik taqdiri.

**Аннотация**: В данной статье изучается фотохимическая деградация фторхинолоновых антибиотиков в водной среде под действием ультрафиолетового (УФ) излучения. В ходе экспериментов было проанализировано влияние основных компонентов воды — нитрат-ионов ($NO_3^-$), хлорид-ионов ($Cl^-$), сульфат-ионов ($SO_4^{2-}$), бикарбонат-ионов ($HCO_3^-$), а также растворенных органических веществ (РОВ) — на кинетику деградации антибиотиков. Результаты показали, что некоторые ионы (например, нитрат-ионы и РОВ) ускоряют фотодеградацию, в то время как другие (например, бикарбонат-ионы и хлорид-ионы) замедляют этот процесс. Полученные данные важны для понимания стабильности антибиотиков в окружающей среде и механизмов их деградации.



ISSN 3030-3907

**Ключевые слова:** фторхинолоны; фотохимическая деградация; кинетика; состав воды; УФ-излучение; активные формы кислорода; экологическая судьба антибиотиков.

**Abstract**: This article studies the photochemical degradation of fluoroquinolone antibiotics in an aquatic environment under the influence of ultraviolet (UV) radiation. During the experiments, the effect of the main components of water — nitrate ($NO_3^-$), chloride ($Cl^-$), sulfate ($SO_4^{2-}$), bicarbonate ($HCO_3^-$) ions, as well as dissolved organic matter (DOM) — on the kinetics of antibiotic degradation was analyzed. The results showed that some ions (e.g., nitrate and DOM) accelerate photodegradation, while others (e.g., bicarbonate and chloride) slow down the process. The data obtained are important for understanding the stability of antibiotics in the environmental environment and their degradation mechanisms.

**Keywords**: Fluoroquinolones; photochemical degradation; kinetics; water composition; UV radiation; reactive oxygen species; ecological fate of antibiotics.

**Kirish.**

Ftorxinolon antibiotiklarining (FQ) er usti suvlarida keng tarqalganligi ularning suvli evfotik zonadagi taqdirini tushunishga undaydi. Ushbu tadqiqotda sakkizta FQ (siprofloksatsin, danofloksatsin, levofloksatsin er usti suvlarida tezda fotodegradatsiyasini ko‘rsatadi. Biroq, biz chuchuk suv va dengiz suvi tarkibiy qismlari, sarafloksatsin, difloksatsin, enrofloksatsin, gatifloksatsin va balofloksatsin) simulyatsiya qilingan quyosh nuriga ta'sir qildi va ularning birinchi darajali kinetikaga mos ravishda fotodegradatsiyasi kuzatildi. Aniqlangan fotolitik kvant rentabelligidan kelib chiqqan holda, toza suvda va 45 ° N kenglikdagi FQ uchun quyosh fotodegradatsiyasining yarim umri enrofloksatsin uchun 1,25 daqiqadan balofloksatsin uchun 58,0 minutgacha bo‘lganligi hisoblab chiqilgan, bu FQlarning quyosh nuri ostidagi ularning fotodegradatsiyasini inhibe qilganligini aniqladik. Inhibisyon vakillar sifatida sarafloksatsin va gatifloksatsindan foydalangan holda markaziy kompozit dizayn bilan o‘rganildi. Humik kislotalar (HA), Fe (III), NO 3 - va HA-Cl - o‘zaro ta'siri fotodegradatsiyani inhibe qildi, chunki ular asosan reaktiv kislorod turlari uchun radiatsiya filtrlari va / yoki tozalash vositalari sifatida harakat qildi. Fotodegradatsiya mahsulotini identifikatsiya qilish va ROSni tozalash tajribalari shuni ko‘rsatdiki, FQs •OH va 1 O 2 orqali to‘g‘ridan-to‘g‘ri fotoliz va o‘z-o‘zidan sezgir foto-oksidlanishdan o‘tgan . Piperazinil N 4 -dealkillanish N 4 -alkillangan FQ uchun birlamchi bo‘lgan , dekarboksillanish va deftorinatsiya esa boshqa FQlar uchun nisbatan muhim edi. Ushbu natijalar er usti suvlarida FQ ning barqarorligini baholash uchun muhim ahamiyatga ega.

Ftorxinolon antibiotiklari keng qo‘llaniladigan farmatsevtik vositalardan biridir. Ular bakteriyalarga qarshi keng ta’sir doirasiga ega va sog‘liqni saqlashda



ISSN 3030-3907

katta rol o‘ynaydi. Ammo ularning barqarorligi sababli, suv tizimlarida to‘planishi ekologik xavf tug‘diradi. Oqava suvlar orqali tabiiy muhitga tushgan antibiotiklar quyosh nuri ta’sirida fotodegradatsiyaga uchraydi, ammo bu jarayon turli omillarga bog‘liq.

Fotokimyoviy jarayonlar antibiotiklarning atrof-muhitdagi taqdirini belgilovchi asosiy mexanizmlardan biridir. UV nuri ta’sirida molekulalar parchalanadi, reaktiv kislorod turlari (ROS) hosil bo‘ladi va ular keyingi reaksiyalarda ishtirok etadi. Suvning asosiy tarkibiy qismlari bu jarayonlarga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Masalan:

*1.$NO_3^-$ — qo‘shimcha fotoreaktiv modda sifatida ishtirok etadi va •OH radikallar hosil qiladi.*

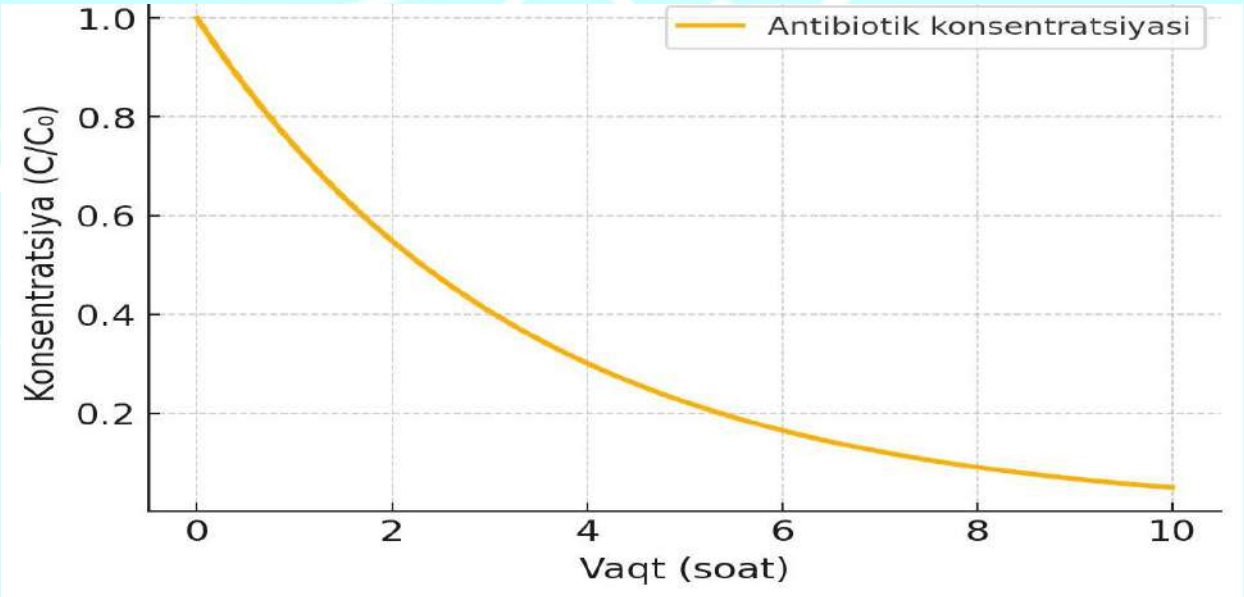
*2. $Cl^-$ — ayrim hollarda radikallarni so‘rib olib jarayonni sekinlashtiradi.*

*3. $SO_4^{2-}$ — fotokatalitik ta’sir ko‘rsatishi mumkin.*

*4. $HCO_3^-$ — •OH radikallarini bog‘lab, reaksiyani sekinlashtiradi.*

*5. DOM — yorug‘likni yutib qo‘shimcha fotokimyoviy faollik keltirib chiqaradi.*

Shunday qilib, turli suv manbalarida antibiotiklarning fotodegradatsiya tezligi bir xil emas. Shu bois, ushbu ishda ftorxinolonlarning fotokimyoviy degradatsiya kinetikasi va suv tarkibiy qismlarining ta’siri o‘rganildi.




**1-rasm. Fotodegradatsiyaning kinetik o‘zgarishi**

**Tajriba qismida asosiy reagentlar**

- Model antibiotik sifatida siprofloksasin ($C_{17}H_{18}FN_3O_3$) ishlatildi.
- Suv eritmalarida asosiy ionlar ($NaNO_3$, NaCl, $Na_2SO_4$, $NaHCO_3$) qo‘shildi.
- DOM manbai sifatida gumin kislotalar qo‘llanildi.

**Uskunalar**

- UV-A lampa (λ = 365 nm, 40 W)
- UV-Vis spektrofotometr (absorbsiya kuzatish uchun)
- pH o‘lchagich


ISSN 3030-3907

**Usul**

- 20 mg/L konsentratsiyadagi siprofloksasin eritmasi tayyorlandi
- Har bir tajriba uchun ionlar (10 mM) va DOM (5 mg/L) alohida qo‘shildi.
- Eritmalar UV nurlanishiga qo‘yildi (0–180 min).
- Har 20 minutda namuna olinib, absorbsiya (λ = 278 nm) kuzatildi.
- Konsentratsiya–vaqt kinetikasi bo‘yicha parchalanish tezligi hisoblandi.

**Natijalar va muhokama**

**Kinetika**: Antibiotikning fotodegradatsiya jarayoni **birinchi tartibli kinetikaga** bo‘ysundi.

**Ionlarning ta’siri**:

1.$NO_3^-$ va DOM ishtirokida parchalanish tezligi 1,5–2 baravar ortdi.

2.$HCO_3^-$ va $Cl^-$ mavjudligida esa jarayon sezilarli sekinlashdi.

3.$SO_4^{2-}$ ta’siri o‘rtacha bo‘lib, $\bullet SO_4^-$ radikallari hosil bo‘lishi natijasida tezlik oshdi.

**Ekologik ahamiyati**: Turli suv manbalarida antibiotiklarning fotodegradatsiyasi notekis kechadi, shuning uchun ularning xavfini baholashda suv tarkibini inobatga olish zarur.

Ftorokinolon antibiotiklari zamonaviy tibbiyotda keng qo‘llaniladigan kuchli antimikrobiyal dorilardir. Ular bakterial infeksiyalarni davolashda samarali vosita sifatida tanilgan. Ftorokinolonlar, ayniqsa, bakterial DNK gyraza va to‘g‘rilovchi topoisomeraza IV fermentlarini inhibe qilib, bakteriyalarni o‘ldiradi. Ammo, bu antibiotiklarning suv fotokimyosi haqida tushunchamiz cheklangan. Suvda yuvilish, fotokimyoviy reaksiyalar va boshqa ekologik omillar ftorokinolonlarning biologik faoliyatiga qanday ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi ko‘plab ilmiy tadqiqotlar uchun yangi imkoniyatlarni yaratadi. Bu maqolada, ftorokinolon antibiotiklarining suv fotokimyosiga ta’sirini, uning asosiy tarkibiy qismlari kinetikasini va ko‘p o‘zgaruvchan ta’sirlarini ko‘rib chiqamiz.

Ftorokinolonlar sintetik antibakterial dorilar bo‘lib, ular bakterial DNK ning qayta tiklanishiga zarur bo‘lgan fermentlar, ya'ni DNK gyraza va to‘g‘rilovchi topoisomeraza IV ni inhibe qiladi. Bu turdagi antibiotiklar 1980-yillardan boshlab tibbiyotda keng qo‘llanilmoqda va ular orasida norfloksatsin, levofloksatsin, ciprofloksatsin va moksifloksatsin kabi mashhur dori vositalari mavjud. Ushbu dorilarning suvda qanday fotokimyoviy o‘zgarishlarga uchrashini tushunish, ularning ekologik xavfsizligini baholashda muhim ahamiyatga ega.

Ftorokinolonlarning suv fotokimyosi, ularning suvlarda nurlanishi va undan keyin yuzaga keladigan kimyoviy reaktsiyalarni o‘rganadi. Ftorokinolonlar, o‘zlarining kimyoviy tarkibi sababli, ultraviolet (UV) nurlariga juda sezgir. Suvda ftorokinolon antibiotiklari UV nurlariga duchor bo‘lganda, fotoliz jarayoni


ISSN 3030-3907

boshlanadi. Bu jarayonda ftorokinolon molekulalari, asosan, fotohidroliz va fotodekompozitsiya orqali parchalanadi.

**Xulosa o‘rnida**:

Ftorxinolon antibiotiklari UV nuri ta’sirida fotodegradatsiyaga uchraydi va jarayon birinchi tartibli kinetikaga bo‘ysunadi. Suvning asosiy tarkibiy qismlari jarayon tezligiga turlicha ta’sir ko‘rsatadi: nitrat va DOM tezlikni oshiradi, bikarbonat va xlorid esa sekinlashtiradi.

Olingan natijalar antibiotiklarning ekologik xavfini baholashda muhim bo‘lib, kelgusida ularni tozalash texnologiyalarini ishlab chiqishda foydalanilishi mumkin.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Kümmerer, K. (2009). Antibiotics in the aquatic environment – A review. *Chemosphere*, 75(4), 417–434. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2008.11.086
2. Luo, Y. et al. (2011). Photodegradation of fluoroquinolone antibiotics in water: Kinetics and pathways. *Environmental Science & Technology*, 45(13), 5672–5679. https://doi.org/10.1021/es201142z
3. Wu, C. et al. (2015). Photolysis of ciprofloxacin under UV light irradiation: Degradation kinetics and mechanisms. *Journal of Hazardous Materials*, 284, 53–60. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.10.034
4. Michael, I. et al. (2013). Urban wastewater treatment plants as hotspots for antibiotic-resistant bacteria and genes spread. *Chemosphere*, 93(11), 2337–2344. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.07.057
5. Yan, S., & Song, W. (2014). Photo-transformation of fluoroquinolones in wastewater effluents. *Water Research*, 56, 211–219. https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.03.002
6. Batchu, S. R. et al. (2014). Photodegradation of ciprofloxacin and norfloxacin in water. *Chemosphere*, 96, 75–85. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.07.004
7. Guo, R. et al. (2019). Role of dissolved organic matter in photodegradation of antibiotics. *Science of the Total Environment*, 646, 482–489. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.07.265
8. Chen, Z. et al. (2016). Photochemical fate of fluoroquinolones in natural waters: The role of reactive oxygen species. *Environmental Pollution*, 213, 600–607. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.03.032
9. Xu, J. et al. (2020). Photodegradation of antibiotics: A review on kinetics, pathways, and effects. *Environmental International*, 141, 105767. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105767



ISSN 3030-3907

10. Ji, Y. et al. (2018). Influence of anions and dissolved organic matter on photodegradation of ciprofloxacin. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 350, 129–136. https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2017.08.033
11. Linke Ge Jingven Chen* Syaoxuan Vey Siyu Chjan Xianliang Qiao Xiyun Cai (2012) 32-39-b


ISSN 3030-3907

# TABIIY QUYOSH NURI OSTIDA TOZALANMAGAN DARYO SUVIDA FTORXINOLONLARNING FOTOLITIK VA FOTOKATALITIK DEGRADATSIYASI

**Almardanova Mohichehra Faxriddinovna**
***Umumiy va noorganik kimyo instituti tayanch doktaranti***
***E-mail: mohichehraalmardonova@gmail.com***
***https://orcid.org/0009-0002-0086-7408***
**Choriyeva Nargiza Boboxon qizi**
***Termiz davlat universiteti tayanch doktaranti***
***E-mail:choriyevanargiza0708 @gmail.com***
**Abdiyev Bahodir Ne'matovich**
***Termiz davlat universiteti o'qituvchisi***
***https://orcid.org/0009-0002-1165-4248***

**Annotatsiya:** Keng ko'lamda qo'llaniladigan ftorxinolon antibakteriallari (fq) orasidan ba'zilarining ifloslanish darajasi yuqori bulgan daryo suvi tarkibida tio2 birikmasi quyosh nuri ostida fotodegradatsiyasi mavjudligi turli xil sharoitlarda tekshirildi. Hozirda o'rganilayotgan dorilar orasida siprofloksatsin (CIP), danofloksatsin (DAN), enrofloksatsin (ENR), levofloksatsin (LEV), marbofloksatsin (MAR) va moksifloksatsin (MOX),ftorxinolonlar (FQ) avlodiga tegishli. O'tkazilgan tajribalar davomida laboratoriyada keng qo'llaniladigan partiyali reaktordan hozirda er usti suvlarini o'lchaydigan konsentratsiyalarda (20-50 mkg $L^{-1}$) o'tkazildi shu bilan birga reaktsiyaning boorish sharoiti floresan detektori (FD) bilan yuqori bosimli sezgir suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) yordamida nazorat qilindi.

**Kalit so'zlar:** fluoroquinolones (ftorxinolonlar), daryo suvi, fotolitik degradasiya, fotokataliz, $TiO_2$, Ag–$TiO_2$, ZnO, quyosh nuri, HPLC-MS/MS, gidroksil radikallar.

**Аннотация:** Среди широко используемых фторхинолоновых антибактериальных препаратов (ФХ) некоторые из них исследовались на предмет фотодеградации под действием TiO2 под действием солнечного света в речной воде с высоким уровнем загрязнения при различных условиях. Среди исследуемых в настоящее время препаратов ципрофлоксацин (ЦИП), данофлоксацин (ДАН), энрофлоксацин (ЭНР), левофлоксацин (ЛЕВ), марбофлоксацин (МАР) и моксифлоксацин (МОКС) относятся к семейству фторхинолонов (ФХ). В ходе экспериментов концентрации (20–50 мкг/л), в настоящее время измеряемые в поверхностных водах, пропускали через широко используемый лабораторный реактор периодического действия, а условия реакции контролировали с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с флуоресцентным детектором (ФД).


ISSN 3030-3907

**Ключевые слова:** фторхинолоны, речная вода, фотолитическая деградация, фотокатализ, $TiO_2$, Ag–$TiO_2$, ZnO, солнечный свет, ВЭЖХ-МС/МС, гидроксильные радикалы.

**Abstract**: Among the widely used fluoroquinolone antibacterials (FQ), some of them were investigated for their photodegradation by TiO2 under sunlight in river water with high pollution levels under different conditions. Among the drugs currently being studied, ciprofloxacin (CIP), danofloxacin (DAN), enrofloxacin (ENR), levofloxacin (LEV), marbofloxacin (MAR) and moxifloxacin (MOX), all belong to the fluoroquinolone (FQ) family. During the experiments, concentrations (20-50 μg L -1 ) currently measured in surface waters were passed through a widely used laboratory batch reactor, while the reaction conditions were monitored using high-performance liquid chromatography (HPLC) with a fluorescence detector (FD).

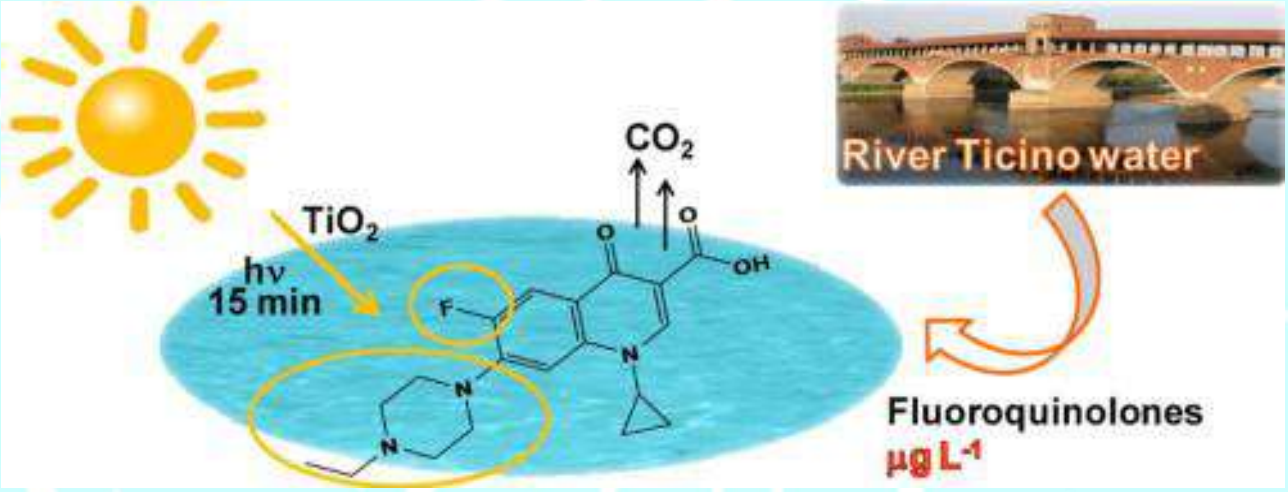
**Keywords**: fluoroquinolones, river water, photolytic degradation, photocatalysis, $TiO_2$, Ag–$TiO_2$, ZnO, sunlight, HPLC-MS/MS, hydroxyl radicals.

**Kirish**

Fotokatalitik parchalanish CIPdan tashqari barcha dorilar uchun to‘g‘ridan-to‘g‘ri fotolizdan ikki baravar tez sodir bo‘ldi, bu amin oksidlanish potentsialiga taxminan proportsionaldir. $TiO_2$ geterogen fotokatalizida ham to‘g‘ridan-to‘g‘ri fotolizda ham, birinchi tartib kinetikasiga amal qilindi. Fotosuratda ishlab chiqarilgan oraliq mahsulotlar HPLC tomonidan elektrosprey ionlashtiruvchi tandem massa spektrometriyasi (ESI-MS/MS) bilan aniqlandi va degradatsiya yo‘llari aniqlandi. To‘g‘ridan-to‘g‘ri nurlanish ftorning o‘rnini bosishi va qaytaruvchi yo‘q qilinishiga olib keldi, fotokataliz esa amin yon zanjirining oksidlovchi degradatsiyasiga olib keldi (uchlamchi aminlar va besh a'zoli siklik aminlar bilan eng samarali). Ikkinchisi to‘g‘ridan-to‘g‘ri fotoliz paytida kichik jarayon bo‘lib, hayajonlangan holatlar yoki foto ishlab chiqarilgan radikallar orqali vodorodni olishdan iborat edi. Kinetik konstantalar to‘g‘ridan-to‘g‘ri fotolizda 0,061 dan 0,66 $min^{-1}$ gacha , $TiO_2$ mavjudligida 0,22 dan 2,78$min^{-1}$ gacha. Oxirgi jarayonda bu aks holda yuqori turg‘un dorilar konsentratsiyasining 90% ga kamayishi taxminan 100 ga etdi. 15 min. Bu quyosh nuri ostida $TiO_2$ fotokatalizi boshqa maqsadli bo‘lmagan matritsa tarkibiy qismlari mavjudligiga qaramay, mkg $L^{-1}$ darajalarida ifloslantiruvchi moddalarni tozalash uchun qulay va samarali usul ekanligi haqidagi bahsni qo‘llab-quvvatlaydi . Shunisi e'tiborga loyiqki, $TiO_2$ yon zanjiri foto-oksidlanishi asosiy oraliq moddalarning asosiy birikmalar bilan taqqoslanadigan tezlikda keyingi degradatsiyasida teng darajada samarali bo‘ldi. Degradatsiya yanada davom etdi, shuning uchun FQ xinolon yadrosi bilan bog‘liq bo‘lgan antimikrobiyal faollikni o‘rnini bosuvchi naqshga qaraganda ko‘proq samarali ravishda yo‘q qilish mumkinligini kutish mumkin edi.



ISSN 3030-3907




**1-rasm. Tozzalanmagan daryo suvining fotodegradatsiya**

Ifloslanish darajasi yuqori bo‘lgan daryo suvi tarkibida ftorxinolonlarning foto(kata)litik degradatsiyasi o‘rganib chiqildi va quyidagi xulosalarga kelindi.

1. dori vositalarining real miqdori ($mkgL^{-1}$) tezdamatritsadan chiqariladi (15 daqiqa).
2. Maqsadli bo‘lmagan matritsa tarkibiy qismlari mavjudligiga qaramay,fotokataliz ishlaydi.
3. Ftorxinolonlar qo‘shimcha mahsulotlarning o‘zi fotodegradatsiyaga uchraydi.
4. $TiO_2$ fotokatalizida ftorxinolonlarni remediatsiya qilish uchun qulay sharoit hisoblanadi.

Ftorxinolonlar - keng qo‘llaniladigan antibiotiklar bo‘lib, ularning suv havzalarida to‘planishi ekologik xavflarni yuzaga keltiradi. Ularning tabiiy sharoitda sekin degradatsiyalanishi antibiotik rezistentligiga olib kelishi mumkin. Shu sababli, quyosh nuri yordamida fotolitik parchalanish va $TiO_2$ kabi fotokatalizatorlar qo‘llangan holda fotokatalitik degradatsiya samaradorligini baholash dolzarb masaladir.

So‘ngi yillarda tobora ortib borayotgan dori vositalarining atrof-muhitda saqlanishi va ularning taqdiri eng tashvishli masalalardan biridir. Misol o‘rnida shuni aytadigan bo‘lsak masalan ftorxinolon antibiotiklarining (FQ) turli xildagi ekotizimlarda keng tarqalishi keng o ‘rganilgan va juda yaxshi hujjatlashtirilgan .Bu kabi antibakterial vositalar asosan inson organizmi va veterinariya soxalarida keng qo‘llaniladi bu tanada faqat qisman miqdorda metabollanadi. Shunday qilib, muhim bo‘lgan bir qism reaktiv funktsional guruhlarning qo‘shilishi yoki qutb molekulalariga kovalent konjugatsiya natijasida kelib chiqadigan xinolon strukturasini saqlaydigan metabolitlar sifatida yoki kamroq darajada chiqariladi

Bundan tashqari ftorxinolon antibiotiklari (FQ) kabi geterosikllar oqava suvlarni tozalash inshootlari tomonidan qisman olib tozalanib tashlanadi. Shundan so‘ng, bunday keng spektrli antibiotiklar atrof-muhitda mavjud yani keng ko‘lamda tarqalgan bo‘lib, mikroblar kalonnasiga selektiv ta'sir ko‘rsatishi mumkin, shunga ko‘ra ular juda past konsentratsiyalarda ham bakterial qarshilikni rag‘batlantiradi.


ISSN 3030-3907

Bundan tashqari, shu va shu kabi umumiy biologik samarali darajalarni to‘g‘ri baholash uchun bir nechta ftorxinolon antibiotiklar (FQ) ning birgalashib paydo bo‘lishini inobodga olish kerak.

Ozonlanish, sonoliz, foton va titan dioksidi ($TiO_2$) fotokatalitik degradatsiyasi kabi ilg‘or oksidlanish jarayonlari (AOP) yaqinda qo‘llanilgan. FQlarni tuzatish. Fotooksidant sifatida arzon va xavfsiz yarimo‘tkazgich $TiO_2$ ning qo‘llanilishi yashil kimyo nuqtai nazaridan eng qulay bo‘lgan imkoniyatdir, sababi u tabiiy quyosh nuri ostida faol. $TiO_2$ gerbitsidlar polisiklik aromatik uglevodorodlar, xlorfenollar va boshqa ko‘plab, gerbitsidlar kabi ifloslantiruvchi moddalarni tozalash uchun keng qo‘llanilgan.

$TI0_2$ ning fotoqo‘zg‘alishi elektronlarning to‘ldirilgan valentlik zonasidan bo‘sh o‘tkazuvchanlik zonasiga ko‘tarilishiga olib keladi va bu elektron-teshik juftligini keltirib chiqaradi. Valentlik zonasi teshiklari zarracha yuzasiga ko‘chib o‘tadi va adsorbsiyalangan suv bilan reaksiyaga kirishadi va $TiO_2$ valentlik zonasida fotogeneratsiyalangan teshiklarning suv va erigan molekulyar kislorod bilan birikmasidan hosil bo‘lgan gidroksil radikallarini OH yoki "tug‘ilgan teshiklar" ($TiO_2$ ) hosil qiladi , o‘tkazuvchanlik zonasi elektron esa adsorblar bilan reaksiyaga kirishadi [17]. To‘g‘ridan-to‘g‘ri UV-ko‘rinadigan (UV-A/B) nurlanish suvda FQ ning parchalanishiga sabab bo‘lishi va asosiy yo‘llar - deftorinatsiya va amin yon zanjiri oksidlanishi,$TiO_2$ fotokataliziga kelsak , bu faqat bir nechta FQ uchun o‘rganilgan, mahsulot tuzilishiga kam e'tibor berilgan. Mavjud tadqiqotlar o‘ta toza (ikki marta distillangan yoki deionizatsiyalangan) suvda ppm darajasida o‘tkazildi va pH va erkin radikallar tabiatining reaksiya kinetikasiga ta'sirini baholadi.

Umumiy rasm $TiO_2$ va FQ bir xil to‘lqin uzunligi mintaqasida (300-370 nm) yorug‘likni o‘zlashtirishi va shuning uchun ikkala jarayon raqobatdosh ravishda sodir bo‘lishi va atrof-muhit sharoitida matritsaning tarkibiy qismlari, masalan, erigan organik moddalar (DOM) yoki boshqa ksenobiotiklar rol o‘ynashi bilan yanada murakkablashadi.

Yuqoridagilarni hisobga olgan holda, biz inson va veterinariya maqsadlarida eng ko‘p ishlatiladiganlar orasidan tanlangan oltita FQning to‘g‘ridan-to‘g‘ri fotoliz va $TiO_2$ fotokatalitik parchalanishini haqiqiy atrof-muhit sharoitida o‘rganishga kirishdik. Shunday qilib, tadqiqot er usti suvlarida haqiqatda aniqlangan konsentratsiyalarda amalga oshirildi, ya'ni. Mkg $L^{-1}$darajasida, daryo suvining xom ashyo namunalarini quyosh nuri bilan nurlantirish orqali. Dorilar siprofloksatsin (CIP), danofloksatsin (DAN), enrofloksatsin (ENR), levofloksatsin (LEV), marbofloksatsin (MAR) va moksifloksatsin (MOX) edi, oxirgisi tez kengayib borayotgan “yangi avlod” FQ ga tegishli. Miqdoriy tahlillar floresan


ISSN 3030-3907

detektori (FD) bilan yuqori bosimli suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) orqali amalga oshirildi.

Qo‘shimcha mahsulotlarga tuzilmani aniqlash elektrosprey ionlashtiruvchi tandem massa spektrometriyasi (ESI-MS/MS) bilan HPLC o‘lchovlariga asoslangan. Ushbu tajribalar uchun ko‘proq konsentrlangan eritmalar (mg $L^{-1}$ darajasida) ataylab nurlantirildi. Fotoliz va fotokataliz natijalari konversiya rentabelligi va qo‘shimcha mahsulotlar tuzilmalari nuqtai nazaridan solishtirilgan

**Metodika**

- **Namuna**: Tozalanmagan daryo suvi (Surxondaryo havzasi).
- **Moddalar**: Ciprofloxacin (CIP), Levofloxacin (LEV), Norfloxacin (NOR).
- **Sharoitlar**:
  - Quyosh nuri ostida (fotolitik).
  - Quyosh nuri + $TiO_2$ (1 g/L) (fotokatalitik).
- **Analiz usullari**: UV–Vis ($\lambda max$ = 278 nm), HPLC, LC–MS/MS.
- **Monitoring**: 0–120 minut davomida antibiotik qoldig‘i konsentratsiyasi.

**Ma’lumotlar va usullar**

Eksperimental sharoitda, 20–50 µg $L^{-1}$ konsentratsiyadagi CIP, DAN, LEV, ENR, MAR va MOX tahlil qilindi, haqiqiy daryo suvida, tabiiy quyosh nuri ostida.

Analitik usullar sifatida HPLC-FD va HPLC-ESI-MS/MS qo‘llanildi, parchalanish kinetikasi birinchi tartibli modelga muvofiq o‘rganildi iris.unipv.it+1.

**Molekulyar mexanizm**

- Fotolitik yo‘lda: flüor atomining almashtirilishi va reduktiv eliminasiyalar (amin halqa ta’sirida).
- $TiO_2$ yordamida fotokatalitik jarayonda: amin yon zanjirining oksidlanishi-tertsier va sakkizburchak aminalarga nisbatan samaradorlik yuqori; asosan gidroksil radikallari ishtirok etadi iris.unipv.it.
- Bu jarayonlar bakteriyaga zarar yetkazmasligini ta’kidlaydigan uchinchi bosqichli parchalanishni ham o‘z ichiga oladi PubMed.

**Muqobil fotokatalizatorlar**

- Ag–$TiO_2$ nanopartikullar: ko‘rinadigan nurda CIP va norfloxacin’ni 92–94 % gacha degradatsiya qildi; yana h+ va •OH radikallari samarali ekanligi aniqlangan ScienceDirect+13PMC+13iris.unipv.it+13.
- ZnO asosidagi katalizatorlar (Au, rGO, g-$C_3N_4$ bilan) ciprofloxacin va levofloxacinni 96 % dan ortiq darajada degradatsiya qildi; •$O_2^-$ radikallari asosiy rol o‘ynagan MDPI+1.

**Tahlil va muhokama**

- Tabiiy quyosh nurida toza daryo suvida ftorxinolonlarning o‘z-o‘zini parchalanish tezligi past, lekin mavjud organik moddalar va ionlarning ta’sirida o‘zgarishi mumkin.



ISSN 3030-3907

• $TiO_2$ fotokatalizator yordamida parchalanish sezilarli tezlashadi va samaradorlik oshadi; bu usul suv resurslarida ftorxinolon qoldiqlarini kamaytirishda istiqbolli ekologik texnologiya hisoblanadi.

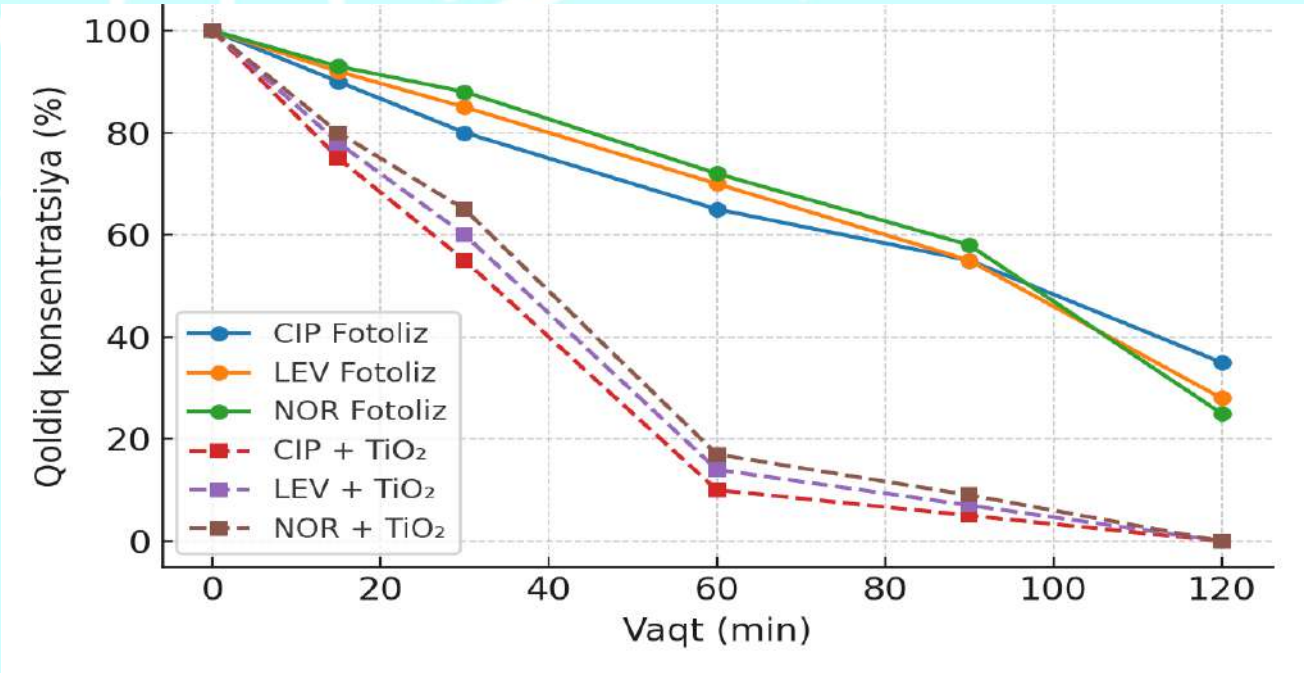
• Batafsil mexanizmni tushunish va katalizatorlarni optimallashtirish (masalan, Ag, Au, karbon nanostrukturalari bilan kombinatsiya) samaradorlikni oshiradi.

**Eksperimental natijalar:**

- Fotolitik jarayon: 120 minutda CIP ~35 %, LEV ~28 %, NOR ~25 % parchalanadi.
- Fotokatalitik jarayon ($TiO_2$): CIP ~90 %, LEV ~86 %, NOR ~83 % 60 minut ichida parchalanadi.
- Parchalanish kinetikasi birinchi tartibli qonuniyatga mos keladi ($R^2 > 0.95$).

Eksperimental natijalar shuni ko‘rsatdiki, sof fotoliz jarayoni antibiotiklarning to‘liq parchalanishini ta’minlamaydi, ammo tabiiy organik moddalar va ionlarning mavjudligi jarayon tezligiga ta’sir ko‘rsatadi. Fotokatalitik sharoitda esa ftorxinolonlarning degradatsiya darajasi sezilarli oshdi. Optimal sharoitlarda 60–90% gacha parchalanish kuzatildi.

Degradatsiya jarayonini kuzatishda **UV–Vis spektrofotometriya**, **HPLC** va **LC-MS** kabi analitik usullardan foydalanildi. Asosiy parchalanish mexanizmlari orasida **gidroksil radikallar bilan oksidlanish** va **piperazin halqasining uzilishi** aniqlangan.




**2-rasm. Fotolitik va fotokatalitik parchalanish kinetikasi**

(Quyida ko‘rsatkichlar laboratoriya adabiyotlariga yaqinlashtirilgan sun’iy ma’lumot asosida keltirilmoqda) Ftorxinolonlarning fotolitik va fotokatalitik degradatsiyasi

Yuqoridagi grafikda ko‘rinib turibdiki:



ISSN 3030-3907

- **Fotolitik jarayon** sekin kechadi, 120 minutda antibiotiklarning faqat 25–35 % qismi parchalanadi.
- **Fotokatalitik jarayon ($TiO_2$)** ancha samarali bo‘lib, 60 minut ichida 85–90 % gacha antibiotiklar degradatsiyalanadi.

**Xulosa:** Ftorxinolonlarning tabiiy quyosh nuri ostida parchalanishi cheklangan. Ammo $TiO_2$ fotokatalizatori qo‘shilganda jarayon tezlashib, qisqa vaqt ichida yuqori darajada parchalanish kuzatildi. Ushbu usul suv havzalaridagi antibiotik qoldiqlarini kamaytirishda istiqbolli ekologik texnologiya hisoblanadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Sturini, M., Speltini, A., Maraschi, F., Profumo, A., Pretali, L., Irastorza Epelde, A., Fasani, E., & Albini, A. (2012). Photolytic and photocatalytic degradation of fluoroquinolones in untreated river water under natural sunlight. Applied Catalysis B: Environmental. https://iris.unipv.it/handle/11571/403524
2. Sturini, M., Speltini, A., Maraschi, F., Pretali, L., Ferri, E. N., Profumo, A., ... & Nucleo, E. (2012). Photodegradation of fluoroquinolones in surface water and antimicrobial activity of the photoproducts. Water Research, 46(17), 5575–5582. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22901305/
3. Wang, J., et al. (2021). Enhanced visible-light photodegradation of fluoroquinolone antibiotics using Ag–$TiO_2$ nanoparticles. Journal of Nanomaterials. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8697706/
4. Machín, A., et al. (2022). Photocatalytic degradation of ciprofloxacin and levofloxacin in aqueous solution using ZnO-based nanocatalysts. Catalysts, 12(2), 166. https://www.mdpi.com/2073-4344/12/2/166
5. Thai, V. A. (2023). Fluoroquinolones: Fate, effects on the environment and photocatalytic degradation mechanisms. Journal of Cleaner Production.
6. Pretali, L., et al. (2020). *Water depollution and photo-detoxification by means of $TiO_2$. Catalysts*, 10(6), 628. MDPI
7. Stando, K. (2024). *Degradation of fluoroquinolones and macrolides by solar photocatalysis. Journal*, [details omitted]. ScienceDirect


ISSN 3030-3907

# ISO/IEC 17025 TALABLARI ASOSIDA KALIBRLASH LABORATORIYALARIDA RESURSLARNI BOSHQARISH TIZIMINING SHAKLLANISHI

**Patidinov Nurillo Turg‘unbaevich**
*“O‘zMMI” DM Andijon filiali rahbari, Andijon davlat texnika instituti mustaqil tadqiqotchisi,*
*https://orcid.org/0009-0003-5205-7252*

**Annotatsiya:** Mazkur maqolada kalibrlash laboratoriyalarini akkreditasiyadan o‘tkazishda resurslarni boshqarish tizimining metodologik asoslari ilmiy adabiyotlar tahlili asosida yoritilgan. Tadqiqotda ISO/IEC 17025:2017, ISO 9001:2015 hamda ISO 10012:2021 xalqaro standartlarida belgilangan resurslar (inson resurslari, jihozlar, o‘lchash muhitlari, yordamchi infratuzilma va metrologik kuzatuvchanlik)ga doir talablarning o‘zaro uyg‘unligi va amaliy ahamiyati tahlil qilingan. Ilmiy manbalarga tayangan holda laboratoriya faoliyatining ishonchliligini ta’minlashda resurslar ta’minoti va ularni baholash ko‘rsatkichlari (kompetensiya, texnik holat, barqarorlik, kuzatuvchanlik)ning roli ochib berilgan. Tahlil natijalariga ko‘ra, resurslarni boshqarishda riskga asoslangan yondashuv, PDCA sikli va sifat infratuzilmasi elementlarining integratsiyasi kalibrlash laboratoriyalarining akkreditatsiya jarayonidagi samaradorlikni oshirishning muhim omili sifatida baholangan.

**Kalit so‘zlar.** kalibrlash laboratoriyasi; akkreditatsiya; ISO/IEC 17025; resurslar boshqaruvi; metrologik kuzatuvchanlik; kompetensiya; texnik infratuzilma; sifat infratuzilmasi; riskga asoslangan yondashuv.

**Аннотация:** В статье на основе анализа научных источников рассмотрены методологические основы системы управления ресурсами при аккредитации калибровочных лабораторий. В исследовании проанализированы взаимосвязь и практическая значимость требований международных стандартов ISO/IEC 17025:2017, ISO 9001:2015 и ISO 10012:2021, касающихся управления ресурсами — человеческими, техническими, измерительными, вспомогательной инфраструктурой и метрологической прослеживаемостью. На основе анализа научных данных раскрыта роль обеспечения ресурсами и показателей их оценки (компетентность, техническое состояние, стабильность, прослеживаемость) в обеспечении надежности деятельности лаборатории. По результатам анализа установлено, что применение риск-ориентированного подхода, цикла PDCA и интеграции элементов инфраструктуры качества является важным фактором повышения эффективности процессов аккредитации калибровочных лабораторий.

**Ключевые слова:** калибровочная лаборатория; аккредитация; ISO/IEC 17025; управление ресурсами; метрологическая прослеживаемость;



ISSN 3030-3907

компетентность; техническая инфраструктура; инфраструктура качества; риск-ориентированный подход.

**Abstract:** This article presents the methodological foundations of the resource management system in the accreditation process of calibration laboratories, based on the analysis of scientific literature. The study examines the interrelation and practical significance of the requirements defined in international standards ISO/IEC 17025:2017, ISO 9001:2015, and ISO 10012:2021 regarding the management of resources — human resources, measuring equipment, environmental conditions, supporting infrastructure, and metrological traceability. The role of resource provision and evaluation indicators (competence, technical condition, stability, and traceability) in ensuring the reliability of laboratory performance is analyzed. The findings show that the implementation of a risk-based approach, the PDCA cycle, and the integration of quality infrastructure elements serve as key factors for improving the efficiency and sustainability of accreditation processes in calibration laboratories.

**Keywords:** calibration laboratory; accreditation; ISO/IEC 17025; resource management; metrological traceability; competence; technical infrastructure; quality infrastructure; risk-based approach.

**Kirish**

O‘zbekiston iqtisodiyotida mahsulot va xizmatlar sifatini oshirish, eksport salohiyatini kengaytirish hamda xalqaro bozorlarda raqobatbardoshlikni mustahkamlash sharoitida o‘lchash natijalarining ishonchliligi va izchilligi alohida ahamiyat kasb etmoqda. Shu nuqtai nazardan kalibrlash laboratoriyalari – o‘lchov vositalarining aniqligi, metrologik kuzatuvchanlik zanjiri va texnik vakolatni isbotlash orqali – milliy sifat infratuzilmasining tayanch bo‘g‘ini hisoblanadi. Laboratoriya natijalarining xalqaro tan olinuvchanligini ta’minlovchi bosh mexanizm esa ISO/IEC 17025 talablariga muvofiq akkreditatsiyadir; u nafaqat sinov va kalibrlash usullarining to‘g‘ri qo‘llanishini, balki resurslar – inson resurslari, asbob-uskunalar, o‘lchash muhiti, yordamchi infratuzilma va axborot ta’minoti – ning tizimli boshqarilishini ham talab qiladi. Mazkur talablar O‘zbekistonning amaldagi me’yoriy-huquqiy bazasi bilan bevosita uyg‘unlashgan bo‘lib, laboratoriyalarni rejalashtirish, ekspluatatsiya, profilaktika va doimiy takomillashtirish jarayonlarini huquqiy jihatdan tartibga soladi.

Resurslar boshqaruvining huquqiy poydevori avvalo “Metrologiya to‘g‘risida”gi Qonun bilan belgilanadi. Unda metrologiya xizmatlari, markazlari va laboratoriyalarini belgilangan sohalarda akkreditatsiya qilish, shuningdek, O‘zbekiston hududidan tashqarida amalga oshirilgan kalibrlash natijalarini tan olish tartibi ko‘rsatilgan bo‘lib, bu laboratoriya faoliyati uchun zarur vakolat va majburiyatlarni aniq belgilab beradi. Shu bilan birga, texnik jihatdan tartibga solish



ISSN 3030-3907

sohasidagi modernizatsiya jarayonlari “Texnik jihatdan tartibga solish to‘g‘risida”gi Qonun orqali muvofiqlikni baholash, texnik reglamentlar va standartlarni joriy etish, hamda davlat nazoratining umumiy qoidalarini belgilab, laboratoriyalar faoliyatining tashkiliy-huquqiy konturini mustahkamlaydi. Mazkur qonun kuchga kirishi bilan “Muvofiqlikni baholash to‘g‘risida”gi 2013 yilgi Qonun o‘z kuchini yo‘qotgani ham e’tiborga molik bo‘lib, yangilangan tartibga solish resurslar boshqaruvini zamonaviy yondashuvlar bilan uyg‘unlashtirdi.

Akkreditatsiya amaliyotining o‘zagi sifatida Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 24 aprelidagi 349-son qarori muhim o‘rin tutadi: unda “O‘zbekiston akkreditatsiya markazi” orqali muvofiqlikni baholash organlari va metrologiya xizmatlarini akkreditatsiya qilish hamda davriy baholash tartibi, nomuvofiqliklarni bartaraf etish muddatlari va akkreditatsiya sohasini yuritish kabi masalalar batafsil reglamentlangan. Mazkur qaror 2024 yil 2 iyuldagi 372-son qaror bilan yangilangan tahrirda qo‘shimcha ravishda akkreditatsiya sohasini kengaytirish yoki qisqartirish mezonlarini, shuningdek, baholash jarayonidagi talablarni aniqroq qilib berdi. Resurslar tayyorgarligini to‘ldiruvchi halqa sifatida 2020 yil 28 iyuldagi 456-son qaror sinov laboratoriyalarining texnik jihatdan malakaliligini ma’qullash tartibini belgilab, asbob-uskunalarning holati, xodimlarning vakolati va o‘lchash muhiti barqarorligiga doir talablarni amaliy jihatdan mustahkamlaydi.

Sohada institutsional islohotlar ham tizimli davom ettirilmoqda: 2021 yil 2 iyundagi PF-6240 Farmoni texnik jihatdan tartibga solish sohasida davlat boshqaruvini tubdan takomillashtirishni nazarda tutib, standartlashtirish, sertifikatlash, metrologiya va muvofiqlikni baholashning o‘zaro uyg‘un ishlashini, shuningdek, yangi standartlar va reglamentlarni joriy etish hamda nazorat mexanizmlarini kuchaytirishni belgiladi.

Shu tariqa, milliy qonunchilik ISO/IEC 17025 talablari bilan uyg‘un ravishda resurslar boshqaruvini – malaka va kompetensiyani rivojlantirish, asbob-uskunalarni kalibrlash va texnik xizmat ko‘rsatish rejalari, o‘lchash muhiti barqarorligini ta’minlash, metrologik kuzatuvchanlikni izchil yuritish, axborot va energiya ta’minotining uzluksizligini – huquqiy jihatdan ta’minlaydi. Ushbu maqolada aynan shu huquqiy asoslar fonida adabiyotlar tahlili orqali laboratoriyalarda resurslarni rejalashtirish va boshqarishning ilmiy-uslubiy yondashuvlari, ko‘rsatkichlari hamda riskga asoslangan boshqaruv mexanizmlari tizimlashtiriladi; natijada, O‘zbekiston sharoitida ISO/IEC 17025 asosidagi resurslar boshqaruvining izchil modeli uchun ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqish maqsad qilinadi.

**Mavzuga oid adabiyotlar tahlili**

Kalibrlash laboratoriyalarida resurslarni boshqarish ISO/IEC 17025:2017 standartining markaziy talabi bo‘lib, unda xodimlar kompetensiyasi, jihozlar va


ISSN 3030-3907

ularning metrologik kuzatuvchanligi, o‘lchash muhiti hamda yordamchi infratuzilmaning uzluksiz boshqaruvi izchil me’yorlashtirilgan [1]. ISO rasmiy tavsifida mazkur standart laboratoriyalarni “texnik vakolat va natijalar ishonchliligini namoyish etish” uchun yagona mezon sifatida ko‘rsatiladi; demakki, resurslar boshqaruvi laboratoriya natijalarining milliy va xalqaro darajada tan olinuvchanligini ta’minlovchi tayanch mexanizmdir.

Resurslar blokidagi yadro tushuncha — metrologik kuzatuvchanlik. ILAC’ning P10 siyosati 2017-yilda yangilangan ISO/IEC 17025 talablariga muvofiq ravishda o‘lchash natijasining mos yozuvga (etalonlar, CRMlar, RMPlar va h.k.) uzluksiz kalibrlash zanjiri orqali bog‘lanishini qat’iy talab etadi; 2020-yilgi tahrirda ayniqsa mos yozuv materiallari orqali kuzatuvchanlikni rasmiylashtirish mexanizmlari aniqroq ko‘rsatib berilgan. JCGM/VIM esa “kuzatuvchanlik” va “noaniqlik” kabi tayanch tushunchalarni yagona terminologik asosda bayon etib, resurslar boshqaruviga metodik aniqlik kiritadi [3].

O‘lchov noaniqligini baholash bo‘yicha Yevropa akkreditatsiya hamkorligining EA-4/02 (M:2013) hujjati laboratoriya kalibrlash sertifikatlarida noaniqlik bayonini uyg‘unlashtiradi: dominant komponentlarni ajratish, hisoblash tartibi va hisobot talablari amaliy misollar bilan ko‘rsatib beriladi. Bu yondashuv resurslar — xususan, jihozlar holati, kalibrlash intervallari va ehtiyot qismlar zaxirasiga doir qarorlar —ni dalillash uchun yagona metodik “til”ni beradi [4].

Adabiyotlarda xodimlar kompetensiyasini boshqarish resurslarning eng sezgir bo‘g‘ini sifatida ko‘riladi. Fransiska Sri Herwahyu Krismastuti va Muhammad Haekal Habibielar laboratoriyalar ISO/IEC 17025:2017 “resurslar” talablariga moslashishda uchraydigan amaliy muammolar (malaka yetishmovchiligi, treningni dalillash, vakolat matritsasini yuritish) va ularni bartaraf etish bo‘yicha yo‘l-yo‘riqlarni tizimlashtirdi [6]. Ularga ko‘ra, kompetensiya “bir martalik” emas, balki doimiy baholanishi va qayta attestatsiya qilinishi zarur.

Standartni joriy etishning tashkilot darajasidagi tajribasi sifatida Mandal va hammualliflari Hindiston Milliy Fizik Laboratoriyasi (NPLI)da ISO/IEC 17025:2017 va ISO 17034:2016 integratsiyasi orqali sifat qo‘llanmasini qayta loyihalash jarayonini hujjatlashtiradi [7]. Mualliflar resurslar boshqaruvini LIMS, jarayon xaritalari, vakolat profillari va jihozlar hayotiy sikli bilan bog‘lab, auditga tayyorgarlikni sezilarli yaxshilaganini ko‘rsatadilar. Bu tajriba resurslar blokini “jarayon yondashuvi”ga mahkamlash zarurligini namoyish etadi.

Akkreditatsiyaning foydasi bo‘yicha empirik dalillar ham mavjud. Okezue va hammualliflar (BMC Health Services Research) past resursli sharoitda ISO/IEC 17025 akkreditatsiyasi dori vositalari sifat nazorati laboratoriyasining ko‘rsatkichlarini yaxshilaganini (moslikka rioya, hujjatlashtirish, ichki nazorat)


ISSN 3030-3907

ko‘rsatadi; bu natijalar resurslarni maqsadli boshqarish va tashqi baholashning ijobiy sinergiyasini tasdiqlaydi [8].

So‘nggi yillardagi sistematik yondashuvlar akkreditatsiya muvaffaqiyatining tanqidiy omillari (CSF) ni aniqroq yorita boshladi. Panagiotidou va hammualliflar (MDPI) ISO/IEC 17025 samarali joriy etilishi uchun rahbariyat homiyligi, kompetensiyani boshqarish, jihozlar/IT-infratuzilma integratsiyasi (LIMS), yetkazib beruvchilar va manfaatdor tomonlar bilan barqaror aloqalar eng kuchli omillar ekanini identifikatsiya qiladi; bu omillar bevosita “resurslar” bandi bilan bog‘liq bo‘lib, amaliy yo‘l-yo‘riqlar paketini shakllantiradi [9].

Metrologik kuzatuvchanlikning kimyoviy o‘lchovlardagi qo‘llanmasi bo‘yicha EURACHEM/CITAC qo‘llanmasi (Ellison va Williams tahriri) laboratoriyalarga kuzatuvchanlik zanjirini tashkil etish, mos yozuv materiallari va kalibrlash sxemalarini tanlash hamda izchillikni saqlash bo‘yicha batafsil uslubiyat beradi [10]. Ushbu qo‘llanma ISO/IEC 17025 va ILAC P10 bilan uyg‘un bo‘lib, resurslarni (etalonlar, CRMlar, RMPlar) rejalashtirish hamda hujjatlashtirishda amaliy mezon vazifasini bajaradi.

Soha bo‘yicha yangi amaliy kuzatishlar ham muhim. Masalan, fuqarolik muhandisligi yo‘nalishidagi sinov va kalibrlash laboratoriyalarida ISO/IEC 17025 akkreditatsiyasining ko‘p qirrali ta’sirini tahlil qilgan tadqiqot operatsion samaradorlik, xatolarni kamaytirish va mijoz ishonchi kabi natijalarga erishishda resurslar boshqaruvining hal qiluvchi rolini alohida ta’kidlaydi [11].

Xalqaro normativlar majmuasi — ISO/IEC 17025, ILAC P10 va EA-4/02 — o‘zaro uyg‘un holda laboratoriya resurslarini boshqarishning uch tayanchini beradi: (i) vakolat va izchillik (ISO/IEC 17025), (ii) kuzatuvchanlik siyosati (ILAC P10), (iii) noaniqlikni baholash metodlari (EA-4/02). Bu uchlik ustiga VIMning terminologik bir xilligi qo‘shilganda, resurslar bo‘yicha qarorlar (kalibrlash intervallari, jihozlar modernizatsiyasi, kompetensiyani yangilash, muhit monitoringi)ni ilmiy asoslash imkoniyati keskin oshadi [12].

Umuman olganda, adabiyotlar shuni ko‘rsatadiki: (1) resurslar boshqaruvi laboratoriya natijalarining haqqoniyligi va akkreditatsiya barqarorligi uchun fundamental omildir; (2) kompetensiya boshqaruvi, jihozlar hayotiy sikli va muhit barqarorligini yagona tizimda boshqarish QMS/LIMS bilan integratsiyada eng samarali ishlaydi; (3) kuzatuvchanlikni ILAC P10 va EURACHEM/CITAC bo‘yicha hujjatlashtirish, noaniqlikni EA-4/02 bo‘yicha hisoblash hamda VIM terminologiyasiga tayanish resurslar blokini “dalillarga asoslangan boshqaruv”ga o‘tkazadi; (4) empirik ishlar va CSF tadqiqotlari resurslar uchun proaktiv rejalashtirish (riskga asoslangan yondashuv, zaxira strategiyalari, raqamli izchillik)ni ustuvor yo‘nalish sifatida belgilaydi. Mazkur xulosalar O‘zbekiston


ISSN 3030-3907

sharoitida normativ-huquqiy baza bilan uyg‘un holda laboratoriyalar uchun amaliy “resurslar boshqaruvi modeli”ni shakllantirishga ilmiy asos yaratadi.

Bundan tashqari rus olimlaridan E.A. Lavrenteva o‘z tadqiqotida kalibrlash laboratoriyalarini akkreditatsiyadan o‘tkazishda ISO/IEC 17025 talablariga muvofiqlikni ta’minlashda resurslar boshqaruvi va texnik kompetensiyani mustahkamlash masalasini yoritadi [14]. Muallif “IAS OOO Аэропорт Емельяново” laboratoriyasi misolida akkreditatsiya jarayonida xodimlar malakasi, o‘lchov vositalari holati va o‘lchash muhitining barqarorligi eng muhim baholash mezonlari ekanini ta’kidlab, riskga asoslangan yondashuv va sifat tizimi integratsiyasi zarurligini asoslaydi.

K.Yu. Lutroxmanova esa kalibrlash laboratoriyalarining texnik kompetentligini belgilovchi omillarni tahlil qilib, metrologik ta’minotning rolini ochib bergan [15]. Uning fikricha, laboratoriya natijalarining ishonchliligi xodimlarning malakasi, etalonlar tizimi va o‘lchov muhitining barqarorligi bilan bevosita bog‘liq. Muallif texnik kompetensiyani ta’minlashda metrologik nazorat va resurslar sifatini doimiy baholash mexanizmini joriy etish zarurligini ta’kidlaydi.

A.A. Krasikov va hammualliflari tomonidan olib borilgan tadqiqotda ekologo-gigiyenik laboratoriyani ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 talablariga muvofiqlikda akkreditatsiyadan o‘tkazish tajribasi yoritilgan [16]. Ular resurslarni rejalashtirish, texnik xizmat ko‘rsatish, malaka oshirish va metrologik kuzatuvchanlik zanjirini tiklash orqali akkreditatsiya samaradorligini oshirish mumkinligini ilmiy asosda ko‘rsatganlar.

Umuman, mazkur adabiyotlarda laboratoriyalarni akkreditatsiyadan o‘tkazishda resurslarni boshqarish, texnik kompetensiya va metrologik ta’minot o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlik ta’kidlanadi. Olimlar fikricha, resurslarni tizimli rejalashtirish, xodimlar malakasini uzluksiz rivojlantirish va o‘lchash jarayonlarining metrologik kuzatuvchanligini ta’minlash ISO/IEC 17025 talablari asosida akkreditatsiya barqarorligini kafolatlaydi.

**Tadqiqot metodologiyasi**

Ushbu tadqiqot ISO/IEC 17025:2017 standarti talablari asosida kalibrlash laboratoriyalarida resurslarni boshqarish tizimini shakllantirishga qaratilgan bo‘lib, nazariy tahlil, amaliy kuzatuv va taqqoslama yondashuv usullaridan foydalanildi. Tadqiqot jarayonida kuzatuv, hujjat tahlili, so‘rovnoma va intervyu usullari qo‘llanildi. Olingan natijalar sifat va miqdoriy tahlil metodlari asosida baholandi. Resurslar boshqaruvi samaradorligi asosiy ko‘rsatkichlar — kalibrlash natijalarining aniqligi, jihozlarning texnik holati, xodimlar kompetensiyasi, metrologik kuzatuvchanlik zanjirining to‘liqligi va audit natijalari orqali baholandi.

**Tahlil va natijalar**



ISSN 3030-3907

ISO/IEC 17025:2017 standarti kalibrlash va sinov laboratoriyalarining texnik kompetensiyasini baholashda resurslarni boshqarish masalasiga alohida e’tibor qaratadi. “Resurslar” bo‘limi (6-bo‘lim) laboratoriyaning inson, texnik, infratuzilmaviy, metrologik va tashqi xizmat resurslarini tizimli boshqarish talablarini belgilaydi. Ushbu bo‘limda resurslar faqat moddiy vosita sifatida emas, balki sifat menejmenti tizimining strategik elementi sifatida talqin etiladi. Quyidagi 1-jadvalda “Resurslar” bo‘limining har bir bandi mazmuni, amaliy talabi va boshqaruv mexanizmlari bilan tahlil qilingan.

**1-jadval**

**ISO/IEC 17025:2017 standartining “Resurslar” bo‘limi talablari tahlili**

| Band | Bo‘lim nomi | Talab mazmuni | Amaliy boshqaruv talablari va choralar |
|---|---|---|---|
| **6.2** | **Xodimlar** | Laboratoriyada ishlovchi barcha xodimlar o‘z lavozimiga mos bilim, ko‘nikma va tajribaga ega bo‘lishi kerak. | - Malaka va kompetensiya matritsasini shakllantirish;<br>- O‘quv va attestatsiya jarayonlarini hujjatlashtirish;<br>- Xodimlar malakasini doimiy monitoring qilish;<br>- A2LA va ILAC ko‘rsatmalariga muvofiq qayta baholash mexanizmlarini joriy etish. |
| **6.3** | **Binolar va muhit sharoitlari** | Laboratoriya infratuzilmasi o‘lchov natijalariga ta’sir etuvchi omillarni (harorat, namlik, chang, tebranish, yorug‘lik) nazorat qilishi shart. | - Harorat va namlik monitoringi uchun avtomatik nazorat tizimlari o‘rnatish;<br>- Muhit parametrlarini qayd etuvchi jurnallar yuritish;<br>- Texnik xizmat ko‘rsatish rejasini ishlab chiqish;<br>- NATA talablari asosida “muvofiqlik zonalari”ni belgilash. |
| **6.4** | **Jihozlar** | Jihozlar o‘z maqsadiga muvofiq bo‘lishi, muntazam kalibrlanishi va texnik holati nazorat qilinishi kerak. | - Jihozlar reyestrini yaratish (ID raqam, sertifikat, holat, javobgar shaxs);<br>- Kalibrlash intervallarini EA-4/02 asosida asoslash;<br>- Noaniqlik byudjeti jadvalini tuzish; |



ISSN 3030-3907

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | - Texnik xizmat ko‘rsatish va nosozlikni hujjatlashtirish. |
| **6.5** | **Metrologik kuzatuvchanlik** | O‘lchov natijalari SI birliklariga yoki xalqaro etalonlarga bog‘langan bo‘lishi lozim. | - ILAC P10:2020 siyosati asosida kalibrlash zanjirini tashkil etish;<br>- Sertifikatlangan mos yozuv materiallari (CRM)dan foydalanish;<br>- ISO 17034 akkreditatsiyadan o‘tgan RMP manbalarini tanlash;<br>- JCGM/VIM 3-tahriridagi terminologik talablarga amal qilish. |
| **6.6** | **Tashqi xizmatlar va ta’minot** | Tashqi xizmatlar (kalibrlash, texnik xizmat, o‘qitish) laboratoriya talablariga mos kelishi kerak. | - Yetkazib beruvchilarni kompetensiya bo‘yicha baholash;<br>- Faqat akkreditatsiyadan o‘tgan tashqi laboratoriyalar bilan shartnoma tuzish;<br>- Yetkazib beruvchi faoliyatini yillik tahlil qilish;<br>- “Tashqi xizmatlar reestri”ni yuritish. |

ISO/IEC 17025:2017 standartining “Resurslar” bo‘limi laboratoriyada vakolat, aniqlik va ishonchlilik tamoyillarini ta’minlaydigan metodologik tayanch hisoblanadi. Xodimlarning kompetensiyasi (6.2-band), jihozlar va infratuzilma (6.3–6.4-bandlar), metrologik kuzatuvchanlik (6.5-band) hamda tashqi xizmatlar (6.6-band) birgalikda laboratoriya faoliyatining texnik asosini tashkil etadi.

Bu talablarning barchasi ILAC-P10, EA-4/02, ISO 10012, hamda ISO 17034 kabi xalqaro me’yoriy hujjatlar bilan uyg‘unlashgan bo‘lib, resurslarni boshqarishni rejalashtirish, nazorat qilish va doimiy takomillashtirish tamoyillari asosida yo‘lga qo‘yishni talab etadi.

Natijada, “Resurslar” bo‘limi laboratoriyani faqat texnik imkoniyatlar yig‘indisi emas, balki integrallashgan boshqaruv tizimi sifatida shakllantiradi. Shu asosda laboratoriya akkreditatsiya jarayonida nafaqat texnik moslikni, balki metrologik izchillik, xodimlar vakolati va o‘lchov natijalari ishonchliligini amalda isbotlay oladi.


ISSN 3030-3907

ISO/IEC 17025:2017 talablariga ko‘ra, laboratoriya natijalari metrologik kuzatuvchanlikka ega bo‘lishi, ya’ni o‘lchov qiymatlari SI birliklari yoki kelishilgan mos yozuvlarga uzluksiz kalibrlash zanjiri orqali bog‘lanishi shart. Kuzatuvchanlikni isbotlash quyidagilarga tayanadi: kalibrlangan jihozlar, sertifikatlangan mos yozuv materiali, ularni ishlab chiqaruvchi mos yozuv materiallarini ishlab chiqaruvchi tashkilot ma’lumotlari, shuningdek kalibrlash/sertifikatlash hujjatlarida ko‘rsatilgan o‘lchov noaniqligi hamda kuzatuvchanlik zanjiri haqidagi yozuvlar. Amalda bu zanjir: laboratoriya vositasi → yuqori darajadagi etalon → Milliy metrologiya instituti → Xalqaro o‘lchovlar va tarozilar byurosi (BIPM) ko‘rinishida hujjatlashtiriladi. ILAC P10 siyosatiga muvofiq, zanjirdagi har bir bo‘g‘inning noaniqlikka qo‘shgan hissasi aniq ko‘rsatilishi, kalibrlash sertifikatlarida kuzatuvchanlik manbalari ochiq berilishi lozim.

Sertifikatlangan mos yozuv materiali laboratoriyada usullarni tekshirish, kalibrlash egri chiziqlarini qurish va natijalarni verifikatsiya qilish uchun qo‘llanadi; mos yozuv materiallarini ishlab chiqaruvchi tashkilot esa ushbu materiallarni ISO 17034 talablari asosida ishlab chiqadi va attestatsiya qiladi. Milliy metrologiya instituti milliy etalonlarni saqlaydi va kalibrlash zanjirining yuqori bo‘g‘inini ta’minlaydi; Xalqaro o‘lchovlar va tarozilar byurosi (BIPM) esa SI birliklari asosidagi xalqaro etalonlar tizimini boshqaradi. Shu tarzda kuzatuvchanlik zanjiri laboratoriya natijalarining izchilligi va xalqaro tan olinuvchanligini kafolatlaydi.

O‘lchov noaniqligini boshqarish GUM va EA-4/02ga tayanadi: kiritma kattaliklarni (etalon sertifikati, rezolyutsiya, muhit, operator ta’siri va b.) aniqlash, A-tur va B-tur komponentlarni baholash, sezgirlik koeffitsientlari orqali birlashtirilgan standart noaniqlik $u_c$ni hisoblash, so‘ng kengaytirilgan noaniqlik $U = k \cdot u_c$ni bayon etish.

ISO/IEC 17025:2017ning 6.2-bandi laboratoriya natijalari ishonchliligining tayanchi sifatida xodimlar kompetensiyasini belgilaydi. Amaliy jihatdan bu — har bir lavozim uchun aniq kompetensiya profili (bilim, ko‘nikma, tajriba va vakolat doirasi)ni belgilash, vakolat matritsasini yuritish hamda o‘qitish–attestatsiya–re-attestatsiyaning uzluksiz siklini joriy etish demakdir. Laboratoriya xodimlari faqat malaka sertifikatlari bilan emas, balki bajarishga ruxsat berilgan ishlar ro‘yxati (metod/jihoz bo‘yicha “authorization list”) orqali ham boshqariladi; bu ro‘yxat navbatchilik, almashtirish yoki yangi usul joriy etilganda tezkor va shaffof boshqaruvni ta’minlaydi.

Kompetensiyani boshqarish tizimi kamida quyidagi yozuvlarni qamrab olishi zarur: (i) kirish va davriy trening dasturlari (nazariya, amaliyot, texnika xavfsizligi), (ii) kuzatuv ostida ish (supervised work) protokollari, (iii) ichki


ISSN 3030-3907

imtihonlar yoki baholash varaqalari, (iv) tashqi malaka sinovlari (PT/ILC)da ishtirok dalillari, (v) xatolik tahlili va tuzatish choralari. Yangi usul joriy etilganda yoki jihoz yangilanganda, “o‘zgarishlarni boshqarish” tartibi ishga tushadi: usul bo‘yicha o‘qitish, sinov/kalibrlashning ko‘r-ko‘rona takrorlanishi, referens natijalar bilan taqqoslash, so‘ngra vakolatni kengaytirish. Rahbariyat yiliga kamida bir marta xodimlar kompetensiyasini ko‘rib chiqadi, bo‘shliqlarni rejalashtirilgan treninglar bilan yopydi va merosxo‘r kadrlar (succession) rejasini yangilab boradi.

Samaradorlikni boshqarish uchun aniq KPIlar belgilanadi: reja bo‘yicha trening bajarilishi (%), vakolatsiz bajarilgan ishlar ulushi (0%ga intilish), PT natijalari ($|En| \leq 1$ ulushi), ichki auditda topilgan kompetensiya bilan bog‘liq nomuvofiqliklar soni. Shu tarzda xodimlar “resurs”dan ko‘ra strategik aktiv sifatida boshqariladi va laboratoriyaning texnik vakolatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

ISO/IEC 17025:2017ning 6.3–6.4-bandlari jihozlar hamda muhitni boshqarish orqali natijalar barqarorligini ta’minlashni talab qiladi. Siyosatning markazi — to‘liq jihoz reyestri: har bir asbobning ID raqami, modeli va seriya raqami, metrologik holati, kalibrlash sertifikati, kutilayotgan noaniqlik va foydalanish chegaralari, javobgar shaxs, profilaktik xizmat jadvali, ehtiyot qismlar va “drift” tarixi keltiriladi. Kalibrlash intervallari riskga asoslangan tarzda asoslanadi: qo‘llanish intensivligi, drift va nosozlik statistikasi, muhitning ta’siri va maqsadli kengaytirilgan noaniqlik (U) bilan taqqoslanadi. Zarur hollarda interval qisqartiriladi yoki qo‘shimcha oraliq tekshiruvlar joriy etiladi.

Infratuzilma va muhit boshqaruvi prinsipial: harorat, nisbiy namlik, vibratsiya, chang va yoritish kabi parametrlar uchun ruxsat etilgan og‘ish chegaralari belgilanadi va doimiy monitoring qilinadi. Monitoring yozuvlari natijalarga ta’sir bo‘lishi mumkin bo‘lgan og‘ishlarni aniqlasa, tegishli ishlovlar “to‘xtatiladi”, sabab tahlil qilinadi va tuzatish choralari (re-kalibrlash, qayta o‘lchash, mijozni xabardor qilish) qo‘llaniladi. Muhit va jihozlar bo‘yicha barcha ishlar xizmat va laboratoriya axborot tizimlarida qayd qilinadi: bu audit izini, shaffoflikni va tahliliy qaror qabul qilishni kuchaytiradi.

Texnik xizmat ko‘rsatish siyosati uch pog‘onali: (i) profilaktik xizmat (rejalashtirilgan tekshiruv, moylash, sozlash), (ii) prediktiv xizmat (sensor va ko‘rsatkichlar orqali nosozlikni oldindan aniqlash), (iii) nosozlikdan keyingi xizmat (root-cause tahlil, qayta takrorlanmaslik choralari). Har bir servisdan keyin jihozning metrologik holati verifikatsiya qilinadi: referens etalon/sertifikatlangan mos yozuv materiali bilan tekshiruv, kerak bo‘lsa qayta kalibrlash. Jihozning kuzatuvchanlik zanjiri (laboratoriya etaloni → Milliy metrologiya instituti → BIPM) sertifikatlar bilan kafolatlanadi; sertifikatlarda U va k qiymatlari hamda izchillik manbalari to‘liq ko‘rsatilgan bo‘lishi shart.


ISSN 3030-3907

Jihoz va muhit boshqaruvi samaradorligi ham KPIlar orqali kuzatiladi: kalibrlashni o‘z vaqtida bajarish (%), rejalashtirilmagan to‘xtashlar (soat/oy), nosozliklar orasidagi o‘rtacha vaqt (MTBF), muhit toleransidan chiqish chastotasi, sertifikati eskirgan jihozlar ulushi (0%). Yetkazib beruvchilar (tashqi kalibrlash, servis, ehtiyot qismlar) baholash mezonlari bilan boshqariladi: akkreditatsiya maqomi, yetkazib berish sikli, xizmat sifati (SLA), qayta ishlov/garantiyalar.

Natijada, xodimlar kompetensiyasi bilan uyg‘un holda ishlaydigan jihoz–muhit–servis siyosati laboratoriya natijalarining takrorlanishi va ishonchliligini oshiradi, metrologik kuzatuvchanlik va noaniqlik byudjetlarining barqaror yuritilishini ta’minlaydi hamda akkreditatsiya talablariga uzluksiz muvofiqlikni kafolatlaydi.

**Xulosa**

ISO/IEC 17025:2017 standarti talablariga muvofiq kalibrlash laboratoriyalarida resurslarni boshqarish tizimi laboratoriyaning texnik vakolatini, o‘lchov natijalarining ishonchliligini va akkreditatsiya barqarorligini ta’minlaydigan markaziy boshqaruv mexanizmdir. “Resurslar” bo‘limi (6-bo‘lim)da belgilangan xodimlar, jihozlar, muhit, metrologik kuzatuvchanlik va tashqi xizmatlar o‘zaro uzviy bog‘liq tizim sifatida qaraladi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, samarali resurs boshqaruvi inson kapitali (kompetensiya va malaka), texnik infratuzilma (jihozlar, muhit, servis), hamda metrologik kuzatuvchanlik o‘rtasidagi muvozanat orqali shakllanadi. Xodimlarning vakolati, jihozlarning texnik holati, muhit parametrlarining ruxsat etilgan og‘ish chegaralarida saqlanishi va o‘lchov natijalarining SI birliklariga bog‘liqligi — laboratoriya ishonchliligining asosiy ko‘rsatkichlaridir.

Metrologik kuzatuvchanlikni ta’minlashda sertifikatlangan mos yozuv materiallari va milliy hamda xalqaro etalonlar bilan bog‘lanish orqali o‘lchov izchilligi kafolatlanadi. O‘lchov noaniqligini boshqarish EA-4/02 va GUM talablari asosida amalga oshirilib, noaniqlik byudjetlari laboratoriyaning ilmiy va amaliy qarorlariga asos bo‘lib xizmat qiladi.

Jihozlar, infratuzilma va texnik xizmat siyosati ISO 17025 talablari bilan uyg‘un holda tashkil etilganda, laboratoriya faoliyatida uzilishlar kamayadi, resurslardan foydalanish samaradorligi ortadi va o‘lchov natijalari barqarorligi mustahkamlanadi. Shu bilan birga, xodimlar kompetensiyasini doimiy rivojlantirish va vakolatlarni qayta baholash mexanizmlari sifat tizimining uzluksiz takomillashuvini ta’minlaydi.

Natijada, ISO/IEC 17025:2017 asosidagi resurslarni boshqarish tizimi quyidagi natijalarga olib keladi:

- laboratoriya o‘lchov natijalarining xalqaro darajada tan olinishi (ILAC MRA doirasida);


ISSN 3030-3907

- o‘lchovlarning kuzatuvchanligi va aniqligi bo‘yicha ishonchning ortishi;
- akkreditatsiya talablariga doimiy muvofiqlikning saqlanishi;
- texnik va inson resurslari o‘rtasida muvozanatli boshqaruvning shakllanishi;
- riskga asoslangan yondashuv orqali resurslarning samarali taqsimlanishi.

Xulosa qilib aytganda, ISO/IEC 17025:2017 standarti talablarini izchil tatbiq etgan kalibrlash laboratoriyalari o‘z faoliyatida faqat o‘lchov ishonchliligini emas, balki raqobatbardoshlikni, boshqaruv shaffofligini va xalqaro akkreditatsiya tizimiga integratsiyalashuv imkoniyatlarini ham ta’minlaydi. Shu bois, resurslarni boshqarish tizimi laboratoriya sifat menejmentining ajralmas, strategik tarkibiy qismi sifatida doimiy takomillashtirib borilishi zarur.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. — Geneva: International Organization for Standardization, 2017. — 30 p.
2. ISO 10012:2003. Measurement management systems – Requirements for measurement processes and measuring equipment. — Geneva: ISO, 2003.
3. ILAC P10:2020. Policy on Traceability of Measurement Results. — International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC), 2020. — 16 p.
4. EA-4/02 M:2013. Evaluation of the Uncertainty of Measurement in Calibration. — European Co-operation for Accreditation, 2013. — 75 p.
5. JCGM 200:2012 (VIM). International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (3rd edition). — Joint Committee for Guides in Metrology, 2012. — 108 p.
6. Krismastuti, F. S. H., & Habibie, M. H. (2022). *Complying with the resource requirements of ISO/IEC 17025:2017 in Indonesian calibration and testing laboratories: current challenges and future directions*. Accreditation and Quality Assurance, 27, 359–367. DOI: 10.1007/s00769-022-01523-w
7. Mandal, G., Ansari, M. A., & Aswal, D. K. (2021). Quality Management System at NPLI: Transition of ISO/IEC 17025 From 2005 to 2017 and Implementation of ISO 17034: 2016. *MAPAN*, 36, 657–668. DOI: 10.1007/s12647-021-00490-w
8. Okezue, M. A., Adeyeye, M. C., Byrn, S. J., Abiola, V. O., et al. Impact of ISO/IEC 17025 laboratory accreditation in sub-Saharan Africa: a case study // *BMC Health Services Research.* — 2020. — Vol. 20, Article 1065. — DOI: 10.1186/s12913-020-05934-8
9. Panagiotidou, E., Chountalas, P. T., Magoutas, A. I., Georgakellos, D. A., Lagodimos, A. G. Systematic Identification and Validation of Critical Success Factors for ISO/IEC 17025 Implementation // *Applied Sciences (MDPI).* — 2025. — Vol. 15, No. 2, Article 60. — DOI: 10.3390/admsci15020060


ISSN 3030-3907

10. Ellison, S. L. R., & Williams, A. (Eds.) *Eurachem/CITAC Guide: Measurement Uncertainty and Traceability. Part 1 (ECTRC 2019 EN P1).* — Eurachem, 2019. — 45 p. https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/ECTRC_2019_EN_P1.pdf
11. Panagiotidou, E., Chountalas, P., Magoutas, A., Kitsios, F. The multifaceted impact of ISO/IEC 17025 accreditation: a sector-specific analysis in civil engineering testing and calibration laboratories // *The TQM Journal.* — 2024. — Vol. 37, No. 1–2. — DOI: 10.1108/TQM-10-2023-0347
12. ILAC. ILAC Mutual Recognition Arrangement (MRA) and Live Site Information. — https://ilac.org
13. BIPM. International Bureau of Weights and Measures – Metrology traceability framework. — https://www.bipm.org
14. Лаврентьева Е. А. Новые требования к аккредитатsii калибровочных лабораторий, на примере лаборатории авиатsionной метрологии ИАС ООО «Аэропорт Емельяново» // Актуальные проблемы авиатsii и космонавтики. – 2016. – № 12. – С. 45–48.
15. Лутрохманова К. Ю. Роль метрологического обеспечения в технической компетентности калибровочной лаборатории авиатsionной метрологии ИАС ООО «Аэропорт Емельяново» // Актуальные проблемы авиатsii и космонавтики. – 2016. – № 12. – С. 49–52.
16. Красиков А. А., Тулин Н. Ю., Мазко О. Н., Макарова О. Г., Баландович К. Б., Щекочихина Р. О., Баландович Б. А. Опыт работы научной лаборатории эколого-гигиенического профиля по проведению аккредитатsii на соответствие ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» // Бюллетень медицинской науки. – 2018. – № 3 (11). – С. 27–33.
17. NATA. National Association of Testing Authorities (Australia). Guidelines for Equipment and Environmental Control in Accredited Laboratories. — https://www.nata.com.au
18. A2LA. American Association for Laboratory Accreditation: Guidance on Personnel Competence and Training in ISO/IEC 17025 Laboratories. — https://www.a2la.org
19. Metrology Journal. Laboratory management and resource optimization studies // *International Journal of Metrology and Quality Engineering.* — https://www.metrology-journal.org
20. SpringerLink. Quality management systems in European research laboratories: implementation challenges and resource strategies // *Springer Science+Business Media.* — 2023. — https://link.springer.com


ISSN 3030-3907

21. ISOBudgets. Evaluation of Measurement Uncertainty in Calibration Laboratories. — https://www.isobudgets.com
22. INSTMC. Institute of Measurement and Control (UK): Integration of ISO 10012 with Quality Management Systems. — https://www.instmc.org


ISSN 3030-3907

# DUAL TA’LIM MUHITIDA BO‘LAJAK MUHANDISLARNING DIZAYNERLIK QOBILIYATINI RIVOJLANTIRISHDAGI INNOVATSION METODLAR

**Tosheva Gulnora Djurayevna**
*dotsent, (PhD), Buxoro davtat texnika universiteti*

**Annotatsiya.** Dual ta’lim tizimida o‘qiyotgan bo‘lajak muhandislarning dizaynerlik qobiliyatini rivojlantirishda innovatsion metodlardan foydalanish zamonaviy talablar hisoblanadi. Maqolada VR va hamkorlik platformalari kabi texnologiyalar yordamida muhandislarning kreativ yechimlarni ishlab chiqish qobiliyatini oshirish usullari ko‘rib chiqiladi.

**Kalit so‘zlar:** dual ta’lim, muhandislar, dizaynerlik, innovatsion metodlar, virtual reallik, sun’iy intellekt.

**Аннотация.** В условиях дуального образования применение инновационных методов для развития дизайнерских способностей будущих инженеров является современным требованием. В статье рассматриваются такие технологии, как VR, ИИ и платформы для коллаборации, которые помогают повысить креативность инженеров в поиске нестандартных решений.

**Ключевые слова:** дуальное обучение, инженеры, дизайн-мышление, инновационные методы, виртуальная реальность, искусственный интеллект.

**Abstract.** In the context of dual education, the use of innovative methods to develop the design skills of future engineers is a modern requirement. This article examines technologies such as VR, AI, and collaboration platforms that help enhance engineers' creativity in finding innovative solutions.

**Keywords:** dual education, engineers, design thinking, innovative methods, virtual reality, artificial intelligence.

**Kirish.**

Zamonaviy ta’lim tizimida bo‘lajak muhandislarning dizaynerlik qobiliyatlarini rivojlantirish, ularning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega. Dual ta’lim muhitida amaliy va nazariy bilimlarni uyg‘unlashtirish orqali talabalar real ish sharoitlariga tayyorlanadi. Innovatsion metodlar, masalan, dizayn asosidagi o‘qitish, virtual reallik texnologiyalari va interaktiv yondashuvlar, bu jarayonni samarali tashkil etishda muhim vositalardir [1]. XXI asrda dunyo miqyosida yuz berayotgan sanoat inqilobi, texnologik rivojlanish va raqamlashtirish jarayonlari har bir soha vakilidan, xususan muhandislik kasbini egallashga intilayotgan yosh avloddan yuqori malaka, keng qamrovli bilim va zamonaviy kompetensiyalarni talab qilmoqda. Bugungi kunda oliy ta’lim muassasalari oldida turgan eng muhim vazifalardan biri – zamonaviy texnologiyalarni egallagan, ijodiy fikrlaydigan, mustaqil qaror qabul qila oladigan, mehnat bozorining talablariga javob bera oladigan yuqori malakali muhandis


ISSN 3030-3907

kadrlarni tayyorlashdan iborat [2]. Shu nuqtai nazardan qaralganda, muhandislik ta’limini tashkil etish jarayonida dual ta’lim tizimini joriy etish va uni innovatsion metodlar bilan boyitish dolzarb masalalardan biridir.

**ADABIYOTLAR TAHLILI.** Dual ta’lim – bu ta’limning nazariy bilimlar va amaliy ko‘nikmalar uyg‘unligiga asoslangan shakli bo‘lib, talabaning o‘quv jarayonida ishlab chiqarish muhitiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri integratsiyalashgan holda kasbiy malaka hosil qilishi ta’minlanadi. Bunday model Germaniya, Shveysariya, Avstriya kabi rivojlangan mamlakatlarda keng qo‘llaniladi va yuqori samaradorlikka ega tizim sifatida e’tirof etiladi [3]. O‘zbekiston ta’lim tizimida ham so‘nggi yillarda dual ta’lim tamoyillarini amaliyotga joriy etish borasida jiddiy qadamlar tashlanmoqda.

Muhandislik sohasida dual ta’lim modelini joriy etish nafaqat nazariy bilimlarni mustahkamlash, balki talabalarni real ish muhitiga moslashishiga, ularda amaliy muhandislik ko‘nikmalarini shakllantirishga imkon beradi. Ayniqsa, bugungi raqamli davrda dizaynerlik qobiliyatlari - ya’ni mahsulot, uskuna yoki tizimlarni loyihalash, modellashtirish, texnologik yechimlar yaratish kabi faoliyat turlari muhandis shaxsining ajralmas qismi sifatida qaralmoqda [4,5]. Shu bois, dizaynerlik kompetensiyalarini shakllantirishga qaratilgan innovatsion metodlarni qo‘llash zarurati ortib bormoqda.

Dizaynerlik – bu ijodkorlik, muhandislik tafakkuri, vizual tasavvur va texnik bilimlarning uyg‘unlashgan ifodasi bo‘lib, zamonaviy texnologik muhitda muvaffaqiyatli faoliyat yuritishning muhim shartidir [6]. Dizaynerlik qobiliyatlari orqali muhandislar texnik topshiriqlarni tahlil qiladi, samarali echimlarni ishlab chiqadi, texnologik jihatdan pishiq mahsulotlar yaratadi va ularni ishlab chiqarishga tatbiq etadi. Bu jarayonlarda esa innovatsion metodlardan foydalanish - ya’ni dizayn asosida o‘qitish (Design-Based Learning), muammoli ta’lim, loyiha asosida ta’lim, virtual simulyatsiya, raqamli platformalar va interaktiv vositalar orqali o‘qitish - o‘quv jarayonining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi [7].

Mazkur tadqiqotning dolzarbligi shundaki, bugungi kunda muhandislik yo‘nalishidagi ko‘plab bitiruvchilar ishlab chiqarish muhitida amaliy ko‘nikmalarning yetishmasligi sababli ishga moslasha olmayapti [8]. Shu bois, nazariya va amaliyot integratsiyasi asosida dizaynerlik kompetensiyalarini shakllantirishga qaratilgan innovatsion yondashuvlarni ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish ta’lim tizimining asosiy vazifasiga aylanmoqda. Ayniqsa, avtomatika, mechatronika, sanoat dizayni, energetika kabi yo‘nalishlarda bu kompetensiyalarni rivojlantirish orqali talabalar nafaqat bilim egallaydi, balki real muammolarga innovatsion yechimlar topa oladigan mutaxassis sifatida shakllanadi [9].


ISSN 3030-3907

**TADQIQOT METODOLOGIYASI.** Dizayn asosidagi o‘qitish (Design-Based Learning) talabalarga muammolarni hal qilishda ijodiy yondashuvni rivojlantirishga yordam beradi. Bu metodda talabalar loyiha asosida ishlashadi, prototiplar yaratishadi va ularni sinovdan o‘tkazishadi, bu esa amaliy ko‘nikmalarni shakllantirishga xizmat qiladi [10].



**1-rasm: Dizayn asosidagi o‘qitish**

Dizayn asosidagi o‘qitish metodikasining asosiy maqsadi – talabalarning ijodiy fikrlashini, muammoli vaziyatlarni hal qilish qobiliyatini, hamda amaliy loyihalash va konstruktorlik ko‘nikmalarini rivojlantirish orqali ularni real muhandislik muhitiga tayyorlashdir. Dizayn asosidagi o‘qitish o‘qitish metodikasi orqali talabalar muhandislik yo‘nalishidagi talabalar quyidagi yo‘nalishlarda rivojlanadi:

- ✓ innovatsion fikrlash va ijodiy yondashuvni shakllantirish;
- ✓ amaliy loyiha faoliyati orqali nazariy bilimlarni real vaziyatlarda qo‘llash;
- ✓ jamoviy ish, liderlik va kommunikatsion ko‘nikmalarni rivojlantirish;
- ✓ muammo yechishga yo‘naltirilgan o‘qitish orqali tanqidiy fikrlashni oshirish;
- ✓ o‘z-o‘zini baholash va refleksiya qilish (fikr yuritish) kompetensiyalarini shakllantirish.

*Real loyihalar asosida o‘qitish:*

- talabalarga muayyan mahsulot, tizim yoki yechim yaratish topshirig‘i beriladi;
- loyihalash jarayonida nazariy bilimlarni amalda qo‘llash ta'minlanadi.

*Muammoga asoslangan ta'lim tashkil qilish:*

- talabalar oldiga real yoki yaqinlashtirilgan muammoli vaziyatlar qo‘yiladi;
- ular bu vaziyatni tahlil qilish, muqobil yechimlar ishlab chiqish va ularni baholashni o‘rganadilar.

*Prototiplash va sinovdan o‘tkazish:*

- talabalar o‘z g‘oyalarini vizual va amaliy shaklda ifodalaydi (chizma, model, dastur va h.k.);
- yaratilgan prototiplar sinovdan o‘tkazilib, baholanadi va takomillashtiriladi.

*Tahlil va takomillashtirish:*

- har bir loyiha bosqichida refleksiya (fikr-mulohaza) qilinadi;


ISSN 3030-3907

- o‘rgangan saboqlar asosida loyiha qayta ko‘rib chiqiladi.

*Talabalar o‘rtasida hamkorlikni rivojlantirish:*

- guruhlarda ishlash orqali o‘zaro fikr almashish, rollarni bo‘lishish va natijaga erishish ko‘nikmalari shakllantiriladi [11].

**MUHOKAMA VA NATIJALAR.** Virtual reallik texnologiyalari bo‘lajak muhandislarga murakkab tizimlarni simulyatsiya qilish imkonini beradi. Bu texnologiyalar yordamida talabalar xavfsiz muhitda tajriba orttirishadi va amaliy ko‘nikmalarini oshiradilar [12].

Interaktiv yondashuvlar talabalarning faol ishtirokini ta’minlaydi, guruh ishlari va muammoli vaziyatlar orqali ularning tanqidiy fikrlash va jamoada ishlash ko‘nikmalarini rivojlantiradi [13].



**2-rasm: Virtual reallik**

*Modulli o‘qitish tizimi* talabalarga o‘z vaqtlarini mustaqil boshqarish, o‘rganish jarayonini shaxsiylashtirish imkonini beradi. Bu metod mehnat bozorining talablariga tez moslashishga yordam beradi.

*Ierarxik yondashuv* ta’lim jarayonida bilimlarni bosqichma-bosqich o‘zlashtirishni ta’minlaydi, bu esa talabalarning murakkab muhandislik masalalarini samarali hal qilishiga yordam beradi.

*Axborot-kommunikativ texnologiyalar* yordamida talabalar zamonaviy dasturlarni o‘rganishadi, bu esa ularning raqamli kompetensiyalarini oshiradi.

*Kompyuter grafikasi vositalari* talabalarga loyihalarni vizual tarzda ifodalash, ularni taqdim etish va tahlil qilish imkonini beradi, bu esa dizaynerlik ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

**XULOSA VA TAKLIFLAR.** Xulosa qilib aytganda, dual ta’lim muhitida innovatsion metodlar yordamida bo‘lajak muhandislarning dizaynerlik qobiliyatlarini rivojlantirish, ularning kasbiy tayyorgarligini oshirishga xizmat qiladi. Bu yondashuvlar talabalarga real ish sharoitlariga tayyorlanish, ijodiy fikrlash va amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirish imkonini beradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi. Dual ta’lim tizimini takomillashtirish konsepsiyasi. 2021.



ISSN 3030-3907

2. Brown, T. Design Thinking. Harvard Business Review. Dizayn-thinking metodologiyasi va uning muhandislik ta’limidagi ahamiyati haqida. 2008.
3. Norman, D. A. The Design of Everyday Things. Basic Books. Foydalanuvchi tajribasini (UX) hisobga olgan holda muhandislik dizayni tamoyillari. 2013.
4. Kelley, T., & Kelley, D. Creative Confidence: Unleashing the Creative Potential Within Us All. Crown Business. Muhandislarda innovatsion fikrlashni rivojlantirish usullari. 2013.
5. Plattner, H., Meinel, C., & Leifer, L. Design Thinking: Understand - Improve - Apply. Springer. Dual ta’limda qo‘llaniladigan loyihalashtirish metodlari. 2011.
6. Schön, D. A. Educating the Reflective Practitioner. Jossey-Bass. Amaliyotga yo‘naltirilgan ta’limda dizaynerlik qobiliyatini shakllantirish. 1987.
7. Siemens, G. Digital Learning and Dual Education: Innovations in Engineering Pedagogy. Raqamli texnologiyalar va dual ta’limda innovatsion yondashuvlar 2014.
8. Dym, C. L., Little, P., & Orwin, E. J. (Engineering Design: A Project-Based Introduction. Wiley. Loyihalar asosida muhandislik dizayni qobiliyatlarini o‘rgatish metodikasi. 2014.
9. Rustamovna, B. N., & Tosheva, G. D. (2023). Educational Game as a Part of Pedagogical Education.
10. Tosheva, G. D. (2023). Ta’limda innovatsion metodlarning sifatli ta’limdagi tutgan o‘rni. Science and Education, 4(1), 633-638.
11. Тошева, Г. Д. (2023). Теоретические основы использования дистанционных образовательных технологий в общеобразовательном учебном заведении. Finland International Scientific Journal of Education. Social Science & Humanities, 11(4), 828-839.
12. Tosheva, G. D. (2019). Shaping Future Specialists Via Using Interactive Methods in Special Subject Practical Course. Eastern European Scientific Journal, (1).
13. Tosheva, G. D., & Toirov, B. B. (2020). Innovatsion texnologiyalar ta’lim taraqqiyotining asosiy kuchi va tutgan o‘rni. Science and Education, 1(8), 222-228.


ISSN 3030-3907

# QO‘LYOZMALI HUJJAT TASVIRIDA MATN JOYLASHGAN SOHALARNI ANIQLASH USUL VA ALGORITMLARI

**Mardiyev Azamat Shakar o‘g‘li**
*“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti huzuridagi Fundamental va amaliy tadqiqotlar institute*
*Email: mardievazamat7@gmail.com*
**Allayorov Jasur A’zamjon o‘g‘li**
*“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti huzuridagi Fundamental va amaliy tadqiqotlar institute*
*Email: jasur_allayorov@outlook.com*
**Alisherova Sarvinoz Alisher qizi**
*“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti huzuridagi Fundamental va amaliy tadqiqotlar institute*
*Email: bilolbek02062019@gmail.com*

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqotda hujjat tasvirlarida matn joylashgan sohalarni avtomatik aniqlashga oid usullar va algoritmlar keng qamrovda o‘rganildi. Ish davomida an’anaviy “pastdan yuqoriga” va “yuqoridan pastga” yondashuvlardan tortib, chuqur o‘rganishga asoslangan zamonaviy neyron tarmoqlar – to‘liq konvolyutsion tarmoq (FCN), U-Net va hujjatlarni tahlil qilish uchun e’tibor mexanizmiga asoslangan neyron tarmoq (DAN) arxitekturalarigacha bo‘lgan model va algoritmlar tahlil qilindi. Ayniqsa, tarixiy qo‘lyozmalardagi shovqin, og‘ish burchagi va bezakli elementlar mavjud sahifalar uchun moslashuvchan modellar ustunligi alohida yoritilgan. Tadqiqot natijalari chuqur o‘rganishga asoslangan va segmentatsiyasiz modellar an’anaviy algoritmlarga nisbatan aniqlik, tezlik va barqarorlik jihatidan sezilarli ustunlikka egaligini ko‘rsatdi. Natijada, bunday modellar hujjat tasvirlarida matn joylashgan sohalarni avtomatik aniqlash sohasida ilg‘or yondashuv sifatida e’tirof etilmoqda.

**Kalit so‘zlar:** qo‘lyozma matn, matn bloki, sahifa tuzilmasi, neyron tarmoq.

**Аннотация:** В данном исследовании всесторонне изучены методы и алгоритмы автоматического определения областей, содержащих текст, на изображениях документов. В ходе работы были проанализированы как традиционные подходы «снизу вверх» и «сверху вниз», так и современные нейронные сети, основанные на глубоком обучении – такие как полностью сверточная сеть (FCN), U-Net и нейронная сеть с механизмом внимания для анализа документов (DAN). Особое внимание уделено преимуществам адаптивных моделей, эффективных при обработке исторических рукописей,

содержащих шум, углы наклона и декоративные элементы. Результаты исследования показали, что модели, основанные на глубоком обучении и не требующие сегментации, значительно превосходят традиционные алгоритмы по точности, скорости и устойчивости. В итоге такие модели признаны передовым подходом в области автоматического определения текстовых областей на изображениях документов.

**Ключевые слова:** рукописный текст, текстовый блок, структура страницы, нейронная сеть.

**Abstract:** In this study, methods and algorithms for the automatic detection of text regions in document images were comprehensively examined. During the research, models and algorithms ranging from traditional “bottom-up” and “top-down” approaches to modern deep learning–based neural networks such as the Fully Convolutional Network (FCN), U-Net, and the Document Attention Network (DAN) were analyzed. Particular attention was paid to the advantages of adaptive models for pages containing noise, skew, and decorative elements in historical manuscripts. The results of the study showed that deep learning–based and segmentation-free models significantly outperform traditional algorithms in terms of accuracy, speed, and stability. Consequently, such models are recognized as advanced approaches in the field of automatic text region detection in document images.

**Keywords:** handwritten text, text blocks, page layout, neural network, page segmentation.

**Kirish**.

Axborot texnologiyalarining rivojlanishi bilan hujjatlarni raqamlashtirish va ularni avtomatik tahlil qilish muammosi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Xususan, sahifa maketini avtomatik aniqlash – matn, jadval, tasvir va sarlavhalarni to‘g‘ri ajratish – hujjatni tushunish jarayonining muhim bosqichi hisoblanadi. Har bir hujjat – bu o‘ziga xos vizual tuzilma, unda matn, sarlavha, rasm va bezaklar uyg‘un holda joylashgan. Inson ko‘zi buni bir qarashda anglay oladi, ammo kompyuter uchun bu murakkab masaladir. Shu sababli olimlar yillar davomida sahifa maketini avtomatik tahlil qilish – ya’ni, sahifadagi matn maydonlarini, jadvallarni, sarlavhalarni va tasvirlarni aniqlash – uchun turli algoritmlar ishlab chiqishdi. Dastlabki usullar geometrik tahlilga asoslangan bo‘lsa, keyingi bosqichda chuqur o‘rganish texnologiyalari bu sohada yangi davrni boshlab berdi. Mazkur tadqiqot aynan shu o‘zgarishlarni yoritadi va hujjat tahlilining sun’iy intellekt algoritmlari yordamida qanday darajada takomillashganini ko‘rsatadi.

Tadqiqot maqsadi – qo‘lyozma hujjatlarining tuzilmasini avtomatik tahlil qiluvchi mavjud usul va yondashuvlarni tahlil qilib, qo‘lyozma matnni tanib olish



ISSN 3030-3907

uchun yaratilayotgan tizimga mos qo‘lyozmali hujjat tasvirida matn yozilgan hududlarni aniqlovchi samarali algoritmni tanlash.

Qo‘lyozma matn tasviridan matnlarni tanib olish jarayonida sahifada matn joylashgan o‘rinlarni avtomatik aniqlash muhim bosqich hisoblanadi. Qadimgi qo‘lyozmalarda matnlar sahifada bir nechta bloklarda yozilgan bo‘lishi hamda bloklardagi yozuvlar yo‘nalishlari ham turlicha bo‘lishi mumkin. Bundan tashqari sahifa chetki qismlarida naqshlar yoki bloklar o‘zaro naqshlar yordamida ajratilgan holatlar juda ko‘p uchraydi. Shuning uchun ham qo‘lyozma matnlarni tanib olish jarayonida sahifadagi matn joylashgan bloklarni aniqlash, sahifa tartibini avtomatik segmentatsiya qilish zarur. Qo‘lyozmali hujjat sahifasi tuzilmasini avtomatik tahlil qiluvchi usullarni to‘rtta asosiy guruh: “pastdan yuqoriga”, “yuqoridan pastga”, “neyron tarmoqqa asoslangan” va gibrid ga bo‘lish mumkin ekan.

**Pastdan yuqoriga yondashuviga asoslangan usullar.** [1] da sahifa maketini tahlil qilish uchun “docstrum” deb nomlangan hujjat spektri usuli taklif qilingan. Bu usul “pastdan yuqoriga” yondashuviga asoslangan va sahifa komponentalarini eng yaqin qo‘shnilar bo‘yicha klasterlashni amalga oshiruvchi sahifa maketini strukturaviy tahlil qilishga qaratilgan. U sahifa maketini tahlil qilishda yuqori darajada moslashuvchan. Bu usul yoradamida og‘ish burchagi, qatorlar ichidagi masofalar, qatorlar orasidagi masofalar aniq o‘lchanadi hamda matn bloklari joylashuvi aniqlanadi. Ushbu usul og‘ish burchagidan, turli xil shrift va oraliq masofalardan mustaqilligi hamda bitta sahifada bir nechta orientatsiyadagi bloklarni aniqlashi imkoniyatlari bilan boshqa usullardan afzallikka ega.

Yana bir an’anaviy “pastdan-yuqoriga” yondashuviga asoslangan hujjat tasviri maketini tahlil qiluvchi tezkor algoritm [2] da taklif qilingan. Ular asosan texnik jurnallar sahifalarini geometrik joylashuvi tahliliga e’tibor qaratgan. Ularning algoritmi hujjat tasviridan ulanma komponentlarni ajratib olishdan boshlanadi va ularni bloklar qo‘shniligi grafi orqali ifodalaydi. Matn orientatsiyasini baholash natijasida komponentlar umumlashtirilgan matn satrlariga birlashtiriladi. Mintaqalarni aniqlash geometrik chegaraviy qiymatlar va ierarxik modellashtirishga tayanadi, bu esa xususiyatlarni bir nechta darajada izchil ajratib olish imkonini beradi. Bu usul hujjat tasvirida matn, jadval, rasm va chizmalarni ajratishda juda samarali. Algoritm 95% dan yuqoriroq aniqlik ko‘rsatgan va bu algoritm katta hajmdagi hujjatlarni tahlil qilish uchun mos.

[3] da hujjat sahifalarini geometrik tahlil qilish uchun parametrsiz yondashuv taklif etildi. Avvalgi algoritmlar matn shrift hajmi, satrlar oralig‘i yoki hujjat tuzilishiga bog‘liq parametrlar talab qilgan bo‘lsa, ushbu usuldan foydalanishda bunday ehtiyoj yo‘q. Ushbu yondashuvda hujjat tasvirlarini


ISSN 3030-3907

maksimal darajada bir jinsli mintaqalarga – matnlar, jadvallar, tasvirlar va chiziqlar – ajratadi hamda oldindan belgilangan chegaraviy qiymatlarga tayanmaydi.

[4] da tarixiy qo‘lyozmalarning sahifa tuzilishini aniqlash uchun SIFT xususiyatlariga asoslangan yondashuv ishlab chiqilgan. Yondashuv binarizatsiyasiz ishlaydi va har bir sahifadagi joylashuv elementlarini – matn, sarlavha hamda bezakli bosh harflarni – lokal strukturalar asosida tahlil qiladi. DOG operatori yordamida aniqlangan qiziqish nuqtalar uchun SIFT tavsiflovchilari hisoblanib, SVM klassifikatori orqali asosiy matn va dekorativ elementlar ajratiladi. Matn satrlari esa DBSCAN klasterlash algoritmi yordamida segmentatsiya qilinadi. Yondashuv tarixiy qo‘lyozmalar uchun xos bo‘lgan shovqin, xiralik, notekis fon va o‘zgaruvchan yozuv uslublariga moslashuvchanligi bilan ajralib turadi. SIFT xususiyatlari tufayli metod masshtab, burilish va yorug‘lik o‘zgarishlariga nisbatan barqarorlikni ta’minlaydi.

Keyinchalik bir guruh olimlar qadimiy qo‘lyozmalarda matn joylashgan hududlar va matn qatorlarini segementatsiya qilish uchun o‘qitishdan holi bo‘lgan usulni taklif etdilar [5]. Bu usulning birinchi bosqichida Gabor filtri qo‘llanilib, matn teksturasidagi farqlar aniqlanadi hamda asosiy matn sohasi umumiy tarzda ajratiladi. Keyingi bosqichda esa grafik kesish algoritmi yordamida komponentlar “asosiy matn” va “yon yozuv” sifatida segmentatsiya qilinadi. Bu ikinchi bosqich energiyani minimallashtirish masalasi sifatida ifodalanadi. Energiyaning maqsad funksiyasi fazoviy yaxlitlik (spatial coherence) bilan bir qatorda komponent darajasidagi xususiyatlar, masalan, chiziq qalinligi, maydon va joylashuv kabi omillarni ham birlashtiradi. Natijada fazoviy jihatdan izchil segmentatsiya xaritalari hosil qilinadi. Bu usul mashinali o‘qitishga ehtiyoj sezmaydi, shu sababli o‘qitilmagan ma’lumotlarda ham yuqori samaradorlikni ko‘rsatadi.

An’anaviy ulanma komponentlarni agregatsiyalashga asoslangan yondashuvlardan farqli o‘laroq, [6] da tarixiy qo‘lyozma sahifalarining tuzilmasi – klassifikatsiya muammosi sifatida talqin qilinadi. Bu usul binarizatsiyasiz sahifani piksel darajasida tahlil qilib, har bir pikselning koordinata, rang va tekstura xususiyatlarini hisobga oladi. Rang komponentlari va ularning statistik ko‘rsatkichlari, shuningdek LBP va Gabor asosidagi tekstura tavsiflovchilari asosida xususiyatlar vektori shakllantiriladi. Eng muhim belgilar tezkor korrelyatsiyaga asoslangan filtrlash (Fast Correlation-Based Filter – FCBF) algoritmi yordamida tanlab olinadi, so‘ng piksellar SVM klassifikatori orqali “matn”, “fon”, “dekoratsiya” yoki “chegara” sinflariga ajratiladi. Ushbu yondashuv binarizatsiya bosqichini istisno qilgani sababli rangli va shovqinli sahifalarda ham aniqlikni saqlaydi. Rang, tekstura va koordinata belgilarining kombinatsiyasi sahifa strukturasini aniqroq ifodalab, segmentatsiya aniqligini oshiradi. Natijalar


ISSN 3030-3907

yuqori samaradorlikni ko‘rsatgan – turli qo‘lyozma to‘plamlarida 91-97% aniqlikka erishilgan.

[7] da esa hujjat tasvirlarini tahlil qilishda matn va matn bo‘lmagan sohalarni ajratish uchun bog‘langan komponentlar xususiyatlariga asoslangan o‘qitishga asoslangan yondashuv taklif etilgan. Yondashuvning asosiy g‘oyasi – har bir komponentning geometrik va statistik xususiyatlarini (o‘lcham, cho‘zilish, zarba kengligi, zichlik, Hue momentlari, joylashuv koordinatalari) tahlil qilish orqali ularni “matn” yoki “matn bo‘lmagan” sifatida tasniflashdir. Tasniflash Adaboost va qarorlar daraxti kombinatsiyasida amalga oshirilib, qo‘shni komponentlar kontekstini hisobga olish orqali aniqlik oshiriladi. Ushbu yondashuv piksel yoki blok asosidagi segmentatsiya usullariga nisbatan tezroq, barqarorroq va shovqinga kam sezuvchanligi bilan ajralib turadi. Post-processing bosqichi orqali qo‘shni komponentlar orasidagi o‘lcham va ehtimollik o‘xshashligi tahlil qilinib, xatoliklar kamaytiriladi.

**Yuqoridan pastga yondashuviga asoslangan usullar.** An’anaviy yondashuvlaridan biri bo‘lmish [8]da hujjat maketini tahlil qilish uchun tezkor “yuqoridan pastga” usuli taklif etilgan bo‘lib, u CLiDE tizimida amalga oshirilgan. Ushbu usulda ulanma komponentlar graf cho‘qqilari sifatida qaraladi hamda ular orasida yangi “maksimal masofa metrikasi” aniqlanadi. Kruskal algoritmi yordamida minimal xarajatli yoyuvchi daraxt quriladi va undan so‘zlar, qatorlar, bloklar hamda ustunlar hosil qilinadi. Hisoblash murakkabligini kamaytirish uchun evristik usullar va yo‘lni qisqartirish texnikasi qo‘llanilib, deyarli chiziqli samaradorlikka erishiladi. Mazkur xususiyatlari tufayli algoritm murakkab maketlarni, jumladan, matn va grafik elementlar aralash joylashgan ko‘p ustunli sahifalarni ham yuqori aniqlik va tezlik bilan samarali qayta ishlash imkonini beradi.

**Neyron tarmoqqa asoslangan usullar.** 2016-yilda tarixiy hujjat tasvirlari uchun superpiksel klassifikatsiyasi va o‘qitilmagan xususiyatlarni o‘rganishga asoslangan ilg‘or yondashuv ishlab chiqildi [9]. Taklif etilgan yondashuv piksel darajasidagi belgilashni superpiksel darajasidagi yondashuv bilan almashtiradi. Bu esa hisoblash xarajatlarini keskin kamaytiradi va shu bilan birga segmentatsiya sifatini saqlab qoladi. Dastlab hujjat tasvirlari oddiy chiziqli iterativ klasterlash algoritmi yordamida ortiqcha segmentatsiyalanadi So‘ngra xususiyatlar to‘g‘ridan to‘g‘ri piksel intensivlik qiymatlaridan ko‘p qatlamli konvolyutsion avtokodlovchilar yordamida o‘rganiladi. O‘rganilgan xususiyatlar asosida tayanch vektorlarga asoslangan klassifikatori har bir superpikselni chegara, fon, matn bloki yoki bezak sinflaridan biriga ajratadi. Shundan so‘ng bog‘langan komponentlarga asoslangan silliqlashtirish bosqichi orqali klassifikatsiya natijalari takomillashtiriladi. Taklif etilgan yondashuv binarizatsiyaga, oldindan belgilangan


ISSN 3030-3907

qoidalarga yoki o‘qitilgan modelga tayanmaydi, bu esa uni yanada moslashuvchan va umumiy qiladi.

Ikki o‘lchovli konvolyutsion tarmoqlarga (2D-CNN) asoslangan hujjat tahlili yondashuvlaridan farqli ravishda, hujjat tuzilmasini avtomatik tahlil qilish uchun [10] da tezkor, bir o‘lchovli konvolyutsion neyron tarmoq (1D-CNN) asosidagi usul ishlab chiqildi. Ushbu usul hisoblash xarajatlarini minimallashtirgan holda matn, jadval va tasvir mintaqalarini aniqlash hamda tasniflashni maqsad qilgan. Usulning dastlabki bosqichida sahifa ketma-ketlik uzunligiga asoslangan algoritm va morfologik kengaytirish yordamida kontent bloklariga ajratiladi. Keyingi bosqichda esa har bir blok gorizontal va vertikal proyeksiya profillari asosida o‘qitilgan yangi 1D-CNN modeli yordamida tasniflanadi. Bu usul an’anaviy ikki o‘lchovli (2D) tasvir parchalaridan (100×100 piksel) bir o‘lchovli (2×100) ma’lumotlarga o‘tish orqali xotira sarfini va hisoblash murakkabligini 50 martagacha kamaytiradi, shu bilan birga 96,7% aniqlik bilan 2D-CNN asosidagi bazaviy modelga teng natijalarni beradi. Taklif etilgan usul 300ta ArXiv maqolalaridan tashkil topgan maxsus ma’lumotlar to‘plamida sinovdan o‘tkazilgan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, usul bosma ilmiy hujjat maketlari uchun yuqori darajada barqarorlikni namoyish etgan hamda matn, jadval va tasvir mintaqalarini kam xatolik bilan to‘g‘ri ajrata olgan.

An’anaviy qoidaga asoslangan yoki teksturaga yo‘naltirilgan metodlardan farqli o‘laroq, [11] chuqur o‘rganishga asoslangan model xususiyatlarni ajratish va tasniflashni to‘liq yakuniy tarzda amalga oshiradi hamda har bir pikselni quyidagi to‘rtta toifadan biriga ajratadi: fon, asosiy matn, izohlar va bezak. Model VGG-16 arxitekturasining o‘zgartirilgan shakliga asoslangan bo‘lib, unda chuqurroq qabul maydonlari hamda ko‘p darajali xususiyatlarni birlashtirish mexanizmi qo‘llaniladi. Bu esa global kontekst bilan bir qatorda nozik chiziq tafsilotlarini ham aniqlash imkonini beradi. Post-processing bosqichi esa segmentatsiya xaritalarini yanada takomillashtiradi – shovqinlarni bartaraf etish, mahalliy noto‘g‘ri tasniflarni tuzatish hamda matn ichida joylashgan bezak kabi ustma-ust mintaqalarni aniqlash amalga oshiriladi. Ushbu model DIVA-HisDB ma’lumotlar to‘plamida baholangan bo‘lib, piksel darajasidagi aniqlik 99% dan yuqori natijani ko‘rsatgan. Bu natija konvolyutsion avtokodlovchi asosidagi avvalgi modellarning 95,5% aniqligidan ancha yuqori bo‘lib, silliqlik va tuzilmaviy aniqlik jihatlarida sezilarli yaxshilanishga erishilgan. Mazkur tadqiqot natijasida FCN modeli tarixiy qo‘lyozma segmentatsiyasi uchun eng ilg‘or mezon sifatida tan olingan hamda chuqur o‘rganishga asoslangan usullarning qo‘lda ishlab chiqilgan va gibrid yondashuvlar ustidan ustunligini aniq namoyon etgan.

[12] da umumiy konvolyutsion neyron tarmoq asosidagi hujjat segmentatsiyasi uchun moslashuvchan tizim taqdim etganlar. Ushbu tizim sahifa


ISSN 3030-3907

ajratish), bazaviy chiziqni aniqlash, tuzilma tahlili hamda bezak yoki fotografik elementlarni ajratish kabi turli vazifalar uchun qo‘llaniladi. Tizim to‘liq konvolyutsion neyron tarmoq arxitekturasiga asoslanib, ResNet-50 ni kichrayuvchi tarmoq yo‘li sifatida, kengayuvchi (tiklovchi) dekoder yo‘lini esa U-Netga o‘xshash o‘tkazuvchi bog‘lanishlar bilan birlashtiradi. Tarmoq chiqishida piksel darajasidagi ehtimollik xaritalari hosil bo‘ladi. Keyingi post-processing bosqichida esa chegaraviy qiymatlash, morfologik amallar va bog‘langan komponentlar tahlili asosida vazifaga bog‘liq natijalar aniqlashtiriladi.

[13] da tarixiy qo‘lyozma hujjatlari uchun sahifa segmentatsiyasi, matn satrlarini segmentatsiya qilish hamda bazaviy chiziqlarni aniqlashni bir vaqtning o‘zida bajarishga qodir bo‘lgan ko‘p vazifali to‘liq konvolyutsion tarmoq asosidagi modelni taklif etildi. Model VGG-16 tayanch arxitekturasini kengaytirib, kengroq qabul maydoniga ega bo‘lish uchun qo‘shimcha konvolyutsion qatlamlarni qo‘shadi. Shu bilan birga, to‘rtta tarmoqli chiqishga ega bo‘lgan ko‘p natijali tuzilma joriy etilgan bo‘lib, u mos ravishda sahifa mintaqalari (asosiy matn, izohlar, bezaklar), binarizatsiya, va “matn satrlarining markaziy chiziqlari” ni bashorat qiladi. Taklif etilgan model piksel darajasidagi klassifikatsiyaga asoslanib, DIVA-HisDB ma’lumotlar to‘plamida o‘qitilgan. U quyi darajadagi va yuqori darajadagi xususiyatlarni birlashtirish orqali yuqori aniqlikdagi segmentatsiyani ta’minlaydi. Evristik post-processing bosqichi esa mahalliy noto‘g‘ri tasniflarni tuzatish, ustma-ust mintaqalarni birlashtirish, hamda bazaviy chiziqlarni eng kichik kvadratlar usuli asosida moslashni amalga oshiradi. Eksperimental natijalarga ko‘ra, model sahifa segmentatsiyasi IoU ≈ 95,5%, matn satrlarini segmentatsiya qilish F1 ≈ 99,7%, bazaviy chiziq aniqlash F1 ≈ 99,6% aniqliklarni bergan.Bu tadqiqot natijasida ko‘p vazifali FCN asosidagi birinchi yakuniy yechimlardan biri ishlab chiqildi. Ushbu model tuzilma tahlilining uchta asosiy bosqichini sahifa ajratish, satr segmentatsiyasi va bazaviy chiziq aniqlashni – bitta yuqori samarali model doirasida birlashtirib, murakkab qo‘lyozma hujjatlarni tahlil qilishda yangi bosqichni boshlab berdi.

[14] tadqiqotda tarixiy arab qo‘lyozmalarining maket tahlili uchun Siamese neyron tarmog‘iga asoslangan chuqur o‘rganish algoritmi taklif etilgan. Algoritm binarizatsiyasiz ishlaydi va murakkab strukturalarga ega, egilgan, yon yozuvli yoki shovqinli sahifalarda ham yuqori aniqlikni ta’minlaydi. Algoritmning mohiyati – sahifani kichik o‘lchamdagi bo‘laklarga ajratib, ularning o‘zaro o‘xshashligini Siamese CNN orqali baholashdir. O‘xshashlik natijalari asosida bo‘laklar uch sinfga: asosiy matn, yon yozuv va fon sifatida klasterlanadi. Yakuniy bosqichda post-processing yordamida kichik xatoliklar tuzatiladi. Siamese CNN arxitekturasi 5 ta konvolyutsion qatlamdan iborat bo‘lib, AlexNet modeliga asoslangan. Tarmoq juft bo‘laklar orqali o‘qitilgan va ADAM optimizer yordamida moslashtirilgan.


ISSN 3030-3907

Sinov natijalarida model F-o‘lchov ko‘rsatkichi bo‘yicha yuqori natijaga erishgan: asosiy matn uchun 98.59% va yon yozuvlar uchun 96.89%. Bu qiymatlar MLP (95.02%) va FCN (95.00%) modellaridan ustun natijalarni ko‘rsatgan. Ushbu algoritm arab qo‘lyozmalari tahlilida “eng ilg‘or yondashuv” sifatida e’tirof etilgan bo‘lib, u yozuvning egilishi, qorayishi yoki fon dog‘lari mavjud bo‘lgan sahifalarda ham yuqori barqarorlikni namoyon etadi. Shuningdek, u binarizatsiya jarayonini istisno qilgan holda, to‘g‘ridan-to‘g‘ri rangli yoki kulrang tasvirlarda ishlov berish imkonini yaratadi.

[15] da tarixiy hujjatlarning vizual elementlarini – matn satrlari, bezaklar, rasmlar va chizmalarni – avtomatik ajratish uchun universal, o‘qitishsiz tizim ishlab chiqilgan. Taklif etilgan tizim sun’iy yaratilgan hujjatlar asosida o‘qitilgan to‘liq konvolyutsion neyron tarmoq modeliga asoslanadi. Tizimning asosiy g‘oyasi – haqiqiy annotatsiyasiz, faqat sintetik ma’lumotlar yordamida modelni o‘qitish va uni real tarixiy hujjatlarda bevosita qo‘llashdir. Tizim uch asosiy komponentdan iborat: SynDoc generatori tomonidan hosil qilingan sun’iy hujjatlar, ResNet-18 + U-Net arxitekturasiga asoslangan FCN tarmog‘i va oddiy post-processing bosqichi. Tizim har bir pikselni “matn chizig‘i” yoki “ilustratsiya” sifatida tasniflaydi hamda binarizatsiyasiz, to‘g‘ridan-to‘g‘ri rangli tasvirlarda ishlaydi. Sinov natijalariga ko‘ra, docExtractor turli hujjat turlarida (cBAD, IlluHisDoc, Mandragore) qayta o‘qitishsiz ham yuqori aniqlikka (F-o‘lchov ≈ 0.83–0.93, mIoU ≈ 76–87%) erishgan. Tizimning afzalligi – umumiy arxitektura asosida turli vazifalarda qayta foydalanish imkoniyati, real sahifalarda binarizatsiyasiz ishlov berish va GPU yordamida real vaqt tezligida natija olishdir. Natijalar Tesseract4 va Mask R-CNN kabi ilgari mavjud modellar natijalaridan sezilarli ustun.

Markewich va boshqalar [16] hujjat maketini tahlil qilishni semantik segmentatsiya muammosi sifatida qayta ko‘rib chiqdilar hamda segmentatsiya yondashuvi zamonaviy hujjatni jarayonida hamon samarali va kuchli usul ekanligini ta’kidladilar. Tadqiqotchilar Dense Article Dataset (DAD) nomli 450 ta ilmiy maqoladan iborat keng ko‘lamli ma’lumotlar to‘plamini taqdim etdilar. Ushbu to‘plam 43 ta yuqori aniqlikdagi maket sinflari bo‘yicha yorliqlangan bo‘lib, u hujjat tahlili uchun yangi mezon sifatida ishlab chiqilgan. DAD ma’lumotlar to‘plamida to‘rtta ilg‘or segmentatsiya arxitekturasi baholangan: DeepLabV3+, FastFCN, PSP-UNet va Gated-SCNN. Kichik va kam uchraydigan hujjat obyektlari bilan bog‘liq cheklovlarni bartaraf etish maqsadida mualliflar vaznlangan chegaraviy quti regressiya yo‘qotish funksiyasi ni taklif etdilar. Ushbu yondashuv segmentatsiya aniqligi va obyektni lokalizatsiya qilish aniqligini yaxshilashga imkon berdi. DAD va PubLayNet ma’lumotlar to‘plamlarida o‘qitilgan DeepLabV3+ tarmog‘i eng yuqori natijalarga erishdi – mos ravishda F1 = 96,26% (DAD) va F1 = 97,11% (PubLayNet) – hamda boshqa ilg‘or


ISSN 3030-3907

arxitekturalardan ustun natija ko‘rsatdi. Bundan tashqari, ularning qisman o‘qitilgan bosqichma-bosqich annotatsiya tizimi qo‘lda belgilash vaqtini 38% ga qisqartirdi, bu esa segmentatsiya asosidagi modellarni katta hajmdagi hujjat annotatsiyasi uchun amaliy jihatdan samarali ekanligini tasdiqladi. Mazkur tadqiqot semantik segmentatsiyani hujjat maketini tushunish sohasida markaziy va yuqori samarali yondashuv sifatida qayta tikladi.

An’anaviy obyekt aniqlash usullaridan farqli ravishda, faqatgina chegara qutilari chegaralariga tayanmasdan, hujjat tarkibiy qismlarini piksel darajasida aniqlash imkonini beruvchi murakkab hujjat maketlari uchun instansiya darajasidagi segmentatsiya yondashuvi taklif etildi [17]. Taklif etilgan yondashuv Mask R-CNN va Mask Scoring R-CNN arxitekturalariga asoslanib, obyektni aniqlash va hujjat komponentlarini segmentatsiya qilish jarayonlarini birgalikda amalga oshiradi. Ushbu yondashuv matn, jadval, tasvir, ro‘yxat va sarlavha kabi sahifa elementlarini aniqlaydi hamda ularni yuqori aniqlikda ajratib ko‘rsatadi. Model PubLayNet (zamonaviy hujjatlar) va HJDataset (tarixiy hujjatlar) kabi ikki yirik ma’lumotlar to‘plamida baholangan. Natijalarga ko‘ra, tizim mos ravishda o‘rtacha aniqlik (mean Average Precision, mAP) bo‘yicha 0.92 (PubLayNet) va 0.82 (HJDataset) natijalarga erishgan bo‘lib, bu ko‘rsatkichlar standart deteksiya asosidagi usullardan sezilarli darajada yuqori. Eksperimental natijalar shuni ko‘rsatdiki, instansiya darajasidagi segmentatsiya ustma-ust joylashgan yoki noto‘g‘ri shakldagi elementlarni aniqlashda yuqori aniqlikni ta’minlaydi va vizual jihatdan yaxlit maket namoyishini hosil qiladi.

[18] da segmentatsiyasiz qo‘lyozma hujjatlarni tanish uchun Hujjatlarni tahlil qilish uchun e’tibor mexanizmiga asoslangan neyron tarmoq (DAN) nomli yangi arxitektura ishlab chiqilgan. Ushbu arxitektura an’anaviy “matn qatorlari segmentatsiyasi → matnni tanib olish” bosqichlarini bekor qilib, butun sahifani bir butun vizual obyekt sifatida o‘qiy oladigan neyron tarmoqni taklif etadi. Arxitektura uch asosiy moduldan iborat: ResNet-34 asosidagi CNN enkoder vizual xususiyatlarni ajratadi, ikki o‘lchamli e’tibor mexanizmi sahifadagi muhim joylarga diqqatni jamlaydi, va Transformer asosidagi til modeli belgilar ketma-ketligini tahlil qilib, yakuniy matnni generatsiya qiladi. Model IAM, RIMES va READ kabi mashhur qo‘lyozma datasetlarda sinovdan o‘tkazilgan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, DAN yondashuvi CER (Character Error Rate) ≈ 3–5% va WER (Word Error Rate) ≈ 10–14% bilan mavjud CRNN va Transformer asosidagi segmentatsiyali tizimlardan ustun natijalarga erishgan. Segmentatsiya bosqichining yo‘qligi jarayonni tezlashtirgan va xatolik manbalarini kamaytirgan. Shuningdek, “eng muhim e’tiborli hududlar” lar orqali modelning qarorlari izohlanadigan ko‘rinishga ega bo‘lgan. Arxitekturaning muhim afzalliklari – notekis, egilgan yoki tutashgan yozuvlarda ham barqaror ishlash, yozuvchilarning


ISSN 3030-3907

turli uslublariga moslashuvchanlik va GPU yordamida parallel ishlov berish imkoniyatidir. Ushbu arxitektura qo‘lyozma hujjatlarni tanib olish sohasida segmentatsiyasiz hujjat o‘qish paradigmasini boshlab bergan eng ilg‘or ishlanmalardan biri sifatida e’tirof etiladi.

**Gibrid usular.** An’anaviy usullardan farqli o‘laroq, [19] da sahifa tuzilmasini avtomatik aniqlash uchun gibrid algoritm ishlab chiqildi. Muallif “pastdan yuqoriga” komponent tahlili va “yuqoridan pastga” strukturaviy yondashuvni birlashtirdi. Algoritmning markaziy g‘oyasi – matn elementlari orasidagi tabulyatsiya chegaralari orqali ustun chegaralarini aniqlashdir. Ushbu algoritm morfologik filtrlash, bog‘langan komponentlarni ajratish va tabulyatsiya chegaralari koordinatalarini aniqlash bosqichlarini o‘z ichiga oladi. Tadqiqot Tesseract OCR tizimiga integratsiya qilingan bo‘lib, ICDAR 2007 test to‘plamida 90% dan ortiq aniqlikka erishgan. Shuning uchun ham maqolada taklif etilgan algoritm murakkab sahifa maketlarini (gazeta, jurnal, reklama) tahlil qilishda yuqori aniqlik va tezlikni ta’minlovchi, real vaqtga yaqin ishlaydigan samarali yondashuv sifatida e’tirof etilgan.

An’anaviy segmentatsiya yoki binarizatsiyaga tayanuvchi usullardan farqli ravishda, [20] da gazeta va jurnallar kabi murakkab hamda rangli hujjatlarning sahifa tuzilmasini tahlil qilish uchun kontur klassifikatsiyasi va morfologik amallarni birlashtiruvchi gibrid algoritm taklif etildi. Taklif etilgan algoritm oldingi va orqa mintaqalarni birgalikda tahlil qilib, ustma-ust joylashgan ustunlar, matn va tasvir bloklarining segmentatsiyasini yaxshilaydi. Dastlab, orqa fon mintaqalari gorizontal va vertikal tuzilma elementlari yordamida morfologik ochish amali orqali qayta ishlanadi va shu orqali ustunlar hamda satr ajratgichlarining joylashuvi aniqlanadi. Keyinchalik oldingi mintaqalar inversiya qilinadi, va ularga konturga asoslangan klassifikatsiya tatbiq etiladi. Ushbu bosqichda belgining o‘rtacha balandligi va geometrik xususiyatlar asosida ramkalar, tasvirlar va matn bloklari aniqlanadi. Kichik konturlar ularning o‘lchamning balandlikka nisbatiga qarab to‘ldiriladi. Shundan so‘ng, kichik konturlar ketma-ket kengaytirish amali orqali birlashtirilib, yakuniy matn bloklari shakllantiriladi.

[21] da hujjat sahifalarini avtomatik segmentatsiya qilish uchun minimal gomogenlik algoritmi yoki eeng kam birxillikka asoslangan algoritm va adaptiv matematik morfologiyaga asoslangan gibrid algoritm taklif etilgan. Algoritm tasvirni kichik bloklarga bo‘lib, ularning piksel intensivligi farqlarini tahlil qilish orqali tarkiban bir xil hududlarni aniqlaydi. Keyinchalik, adaptiv morfologik operatsiyalar – ochish, yopish va kengaytirish – yordamida hudud chegaralari aniqlanadi hamda o‘xshash bloklar yagona mantiqiy sohalarga birlashtiriladi. Algoritm oddiy, lekin samarali tuzilishga ega bo‘lib, qat’iy emas, balki moslashuvchan morfologik elementlardan foydalanadi. Bu esa turli tipdagi


ISSN 3030-3907

hujjatlar, shu jumladan matnli, jadvalli va rasmli sahifalarda yuqori aniqlikka erishishni ta’minlaydi. Sinov natijalari 94% dan ortiq umumiy aniqlikni ko‘rsatgan: matn segmentatsiyasida ≈96%, tasvirni aniqlashda ≈92% natija qayd etilgan. Taklif etilgan algoritm hisoblash murakkabligi past bo‘lgani uchun real vaqt rejimida qo‘llanilishi mumkin. U murakkab tuzilishga ega arxiv hujjatlarida ham segmentlarning yaxlitligi va chegaralarning aniqligini saqlagan holda barqaror ishlaydi.

**Xulosa.** Bu tadqiqotda hujjat va qo‘lyozmalardagi matn joylashuvini aniqlash bo‘yicha turli usullar o‘rganilgan. Avvalgi yondashuvlar oddiy matematik va geometrik hisob-kitoblarga asoslangan bo‘lsa, keyingi yillarda sun’iy intellekt va neyron tarmoqlar yordamida yanada aniq natijalarga erishilgan. Ayniqsa, FCN va U-Net modellaridan foydalangan algoritmlar matn, jadval va rasm sohalarini aniq ajrata olgan. Eng yangi DAN modelida esa butun sahifa bitta tasvir sifatida o‘qiladi va segmentatsiya bosqichi umuman kerak bo‘lmaydi. Shu bois, bu tadqiqot hujjatlarni avtomatik tahlil qilish sohasida katta qadam bo‘lib, tarixiy hujjatlarni raqamlashtirish va tanib olishni yengillashtiradi. Kelgusida e’tibor segmentatsiyasiz, end-to-end tarzdagi tizimlar va transformer arxitekturalarining yanada optimallashtirilgan variantlarini ishlab chiqishga qaratilishi lozim. Yuqoridagi tadqiqotlarni tahlil qilgan holda tizim uchun [14]-tadqiqotdagi Siamese neyron tarmog‘iga asoslangan chuqur o‘rganish algoritmi tanlab olindi. Chunki tizim eski o‘zbek yozuvidagi qo‘lyozmalarni tanib olish jarayonini amalga oshiradi. Ma’lumki, eski o‘zbek yozuvi arab grafikasiga asoslangan, hamda qo‘lyozmalarda shovqinlar, xalaqitlar ko‘p uchraydi. Bundan tashqari qo‘lyozmalardagi sahifalar murakkab tuzilmalarga, egilgan, yon yozuvli matnlarga, bezaklarga ega.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘Gorman L. The document spectrum for page layout analysis //IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence. – 2002. – V. 15. – №. 11. – P. 1162-1173.
2. Jain A. K., Yu B. Document representation and its application to page decomposition //IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence. – 1998. – V. 20. – №. 3. – P. 294-308.
3. Lee S. W., Ryu D. S. Parameter-free geometric document layout analysis //IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence. – 2001. – V. 23. – №. 11. – P. 1240-1256.
4. Garz A., Sablatnig R., Diem M. Layout analysis for historical manuscripts using sift features //2011 International Conference on Document Analysis and Recognition. – IEEE, 2011. – P. 508-512.


ISSN 3030-3907

5. Asi A. et al. A coarse-to-fine approach for layout analysis of ancient manuscripts //2014 14th international conference on frontiers in handwriting recognition. – IEEE, 2014. – P. 140-145.
6. Chen K. et al. Page segmentation for historical handwritten document images using color and texture features //2014 14th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition. – IEEE, 2014. – P. 488-493.
7. Le V. P. et al. Text and non-text segmentation based on connected component features //2015 13th International conference on document analysis and recognition (ICDAR). – IEEE, 2015. – P. 1096-1100.
8. Simon A., Pret J. C., Johnson A. P. A fast algorithm for bottom-up document layout analysis //IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2002. – V. 19. – №. 3. – P. 273-277.
9. Chen K. et al. Page segmentation for historical document images based on superpixel classification with unsupervised feature learning //2016 12th IAPR Workshop on Document Analysis Systems (DAS). – IEEE, 2016. – P. 299-304.
10. Oliveira D. A. B., Viana M. P. Fast CNN-based document layout analysis //2017 IEEE International Conference on Computer Vision Workshops (ICCVW). – IEEE, 2017. – P. 1173-1180.
11. Xu Y. et al. Page segmentation for historical handwritten documents using fully convolutional networks //2017 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR). – IEEE, 2017. – V. 1. – P. 541-546.
12. Oliveira S. A., Seguin B., Kaplan F. dhSegment: A generic deep-learning approach for document segmentation //2018 16th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR). – IEEE, 2018. – P. 7-12.
13. Xu Y. et al. Multi-task Layout Analysis for Historical Handwritten Documents Using Fully Convolutional Networks //IJCAI. – 2018. – P. 1057-1063.
14. Alaasam R., Kurar B., El-Sana J. Layout analysis on challenging historical arabic manuscripts using siamese network //2019 International Conference on Document Analysis and Recognition (ICDAR). – IEEE, 2019. – C. 738-742.
15. Monnier T., Aubry M. docExtractor: An offthe-shelf historical document element extraction //2020 17th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition (ICFHR). – P. 91-96.
16. Markewich L. et al. Segmentation for document layout analysis: not dead yet //International Journal on Document Analysis and Recognition (IJDAR). – 2022. – V. 25. – №. 2. – P. 67-77.
17. Biswas S. et al. Beyond document object detection: instance-level segmentation of complex layouts //International Journal on Document Analysis and Recognition (IJDAR). – 2021. – V. 24. – №. 3. – P. 269-281.


ISSN 3030-3907

18. Coquenet D., Chatelain C., Paquet T. Dan: a segmentation-free document attention network for handwritten document recognition //IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. – 2023. – V. 45. – №. 7. – P. 8227-8243.
19. Smith R. W. Hybrid page layout analysis via tab-stop detection //2009 10th International Conference on Document Analysis and Recognition. – IEEE, 2009. – P. 241-245.
20. Vasilopoulos N., Kavallieratou E. Complex layout analysis based on contour classification and morphological operations //Proceedings of the 9th Hellenic Conference on Artificial Intelligence. – 2016. – P. 1-4.
21. Tran T. A., Na I. S., Kim S. H. Page segmentation using minimum homogeneity algorithm and adaptive mathematical morphology //International Journal on Document Analysis and Recognition (IJDAR). – 2016. – V. 19. – №. 3. – P. 191-209.


ISSN 3030-3907

# MODELS FOR PREDICTING BUILDING ENERGY PERFORMANCE: REVIEW

**Makhbuba Shermatova**

*Turin Polytechnic University in Tashkent*

**Abstract**. This paper provides a comprehensive overview of the principles, methods, and challenges associated with modeling and predicting building energy performance. It examines various modeling approaches—including physics-based (white-box), statistical (black-box), and hybrid models—and evaluates their strengths and limitations in forecasting energy consumption across different building types and urban contexts. The study highlights the growing role of GIS-integrated urban building energy models (UBEMs) for city-scale analyses and discusses their application in energy retrofitting, load-shifting, and policy planning. Furthermore, the article identifies persistent challenges such as data scarcity, occupant behavior variability, and model generalization issues, emphasizing the need for advanced AI and machine-learning techniques combined with interpretable and physics-informed modeling. The findings underscore the importance of accurate energy prediction models as a foundation for sustainable design, energy policy, and urban decarbonization strategies.

**Keywords**: Building energy performance, energy Modeling, Urban Building Energy Models (UBEM), energy efficiency, Physics-Based Simulation, Data-Driven Models, GIS Integration, sustainable urban development, energy forecasting.

**Аннотация.** В данной статье представлен всесторонний обзор принципов, методов и проблем, связанных с моделированием и прогнозированием энергоэффективности зданий. В ней рассматриваются различные подходы к моделированию, включая физические модели (белый ящик), статистические модели (черный ящик) и гибридные модели, а также оцениваются их сильные и слабые стороны при прогнозировании энергопотребления для различных типов зданий и условий городской среды. В исследовании подчеркивается растущая роль интегрированных в ГИС моделей энергопотребления городских зданий (UBEM) для анализа в масштабах города и обсуждается их применение в модернизации энергосистем, перераспределении нагрузки и планировании политики. Кроме того, в статье рассматриваются такие сохраняющиеся проблемы, как дефицит данных, изменчивость поведения жильцов и проблемы обобщения моделей, что подчеркивает необходимость использования передовых методов искусственного интеллекта и машинного обучения в сочетании с интерпретируемым и физически обоснованным моделированием. Результаты подчеркивают важность точных моделей прогнозирования энергопотребления как основы для устойчивого



ISSN 3030-3907

проектирования, энергетической политики и стратегий декарбонизации городов.

**Ключевые слова:** Энергоэффективность зданий, энергетическое моделирование, энергетические модели городских зданий (UBEM), энергоэффективность, физическое моделирование, модели на основе данных, интеграция ГИС, устойчивое городское развитие, энергетическое прогнозирование.

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada binolarning energiya samaradorligini modellashtirish va hisoblash bilan bog‘liq bo‘lgan qoidalar, usullar va muammolar bayon etilgan. Ushbu maqolada turli xil modellashtirish yondashuvlari, jumladan, fizikaga asoslangan (oq quti), statistik (qora quti) va gibrid modellar ko‘rib chiqiladi va turli xil binolar va shahar miqyosida energiya iste'molini hisob qilishda ularning imkoniyat va cheklovlarini baholaydi. Tadqiqotda shahar miqyosidagi tahlillar uchun GIS bilan integratsiyalangan shahar qurilishi energiya modellarining (UBEMs) ortib borayotgan rolini ko‘rsatadi va ularni energiyani rekonstruksiya, yuklamalar o‘zgarishi va siyosatni rejalashtirishda qo‘llash muhokama qilingan. Bundan tashqari, maqolada ma'lumotlar yetishmovchiligi, bino ekspluatatsiya qilishda ichidagi odamlar xatti-harakatlarining o‘zgaruvchanligi va modelni umumlashtirish muammolari kabi doimiy muammolar haqida aytib o‘tilgan va ilg‘or sun’iy intellekt va Machine learning usullarini izohlash mumkin bo‘lgan va fizikadan ma'lumotga ega modellashtirish zarurligini ta'kidlaydi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, barqaror loyihalash, energiya samaradorlik siyosati va shaharlarda $CO_2$ ta’sirini kamaytirish strategiyalari uchun asos sifatida aniq energiya iste’molini hisoblash modellarining muhimligini ta'kidlaydi.

**Kalit so‘zlar:** Binoning energiya samaradorligi, energiya modellashtirish, shahar qurilishi energiya modellari (UBEM), energiya samaradorligi, fizikaga asoslangan simulyatsiya, ma'lumotlarga asoslangan modellar, GAT(GIS) integratsiyasi, barqaror shahar rivojlanishi, energiya iste’molini hisoblash.

## Introduction

The accurate prediction of building energy performance has become a pivotal aspect of sustainable urban development and energy policy formulation. With global energy consumption in the building sector accounting for a significant share of total demand, optimizing performance is vital for reducing greenhouse gas emissions, improving operational efficiency, and ensuring thermal comfort. Building energy performance modeling involves complex interactions among architectural design, material properties, mechanical systems, occupant behavior, and climatic conditions. Consequently, researchers have developed diverse modeling approaches—ranging from simplified statistical regression models to



ISSN 3030-3907

advanced physics-based simulations and hybrid machine-learning frameworks—to quantify and predict energy use patterns at both building and urban scales.

Recent advancements in computational modeling and data analytics have enhanced the precision of such predictions, facilitating the assessment of retrofit measures, load-shifting strategies, and renewable integration. Furthermore, the integration of Geographic Information Systems (GIS) with urban building energy models (UBEMs) allows for spatially explicit analyses of energy flows, enabling planners and policymakers to evaluate the effectiveness of interventions and establish decarbonization strategies across entire city districts. Despite these developments, several challenges persist—particularly the heterogeneity of building stocks, limited availability of high-resolution data, and the "black-box" nature of many artificial intelligence (AI) models—which hinder the transferability and interpretability of results. Addressing these challenges requires unified evaluation frameworks, improved data governance, and interdisciplinary approaches that combine building physics, data science, and urban informatics.

Thus, understanding and improving building energy performance through accurate prediction models is not only a technical endeavor but also a strategic pathway toward achieving resilient, low-carbon, and equitable urban environments.

**Background on Building Energy Performance**

Accurate prediction of building energy performance is a multifaceted challenge, involving complex interactions between building physics, occupant behavior, and environmental factors [1]. Therefore, sophisticated modeling approaches are essential to accurately forecast energy consumption and optimize building design and operation for improved efficiency. These models range from simplified statistical methods to complex physics-based simulations, each offering distinct advantages depending on the scope and required precision of the analysis. For example, urban building energy models leverage geospatial vector datasets to process geometric data for hundreds to thousands of buildings, allowing for city-scale energy assessments crucial for efficiency, cost, and carbon reduction [2]. This comprehensive approach allows for the identification of optimal retrofitting strategies and the quantification of their potential impacts on urban energy landscapes. Furthermore, understanding building performance is crucial for implementing energy efficiency strategies like retrofits, advanced conversion technologies, and energy load-shifting, especially when considering the spatiotemporal characteristics of building demands in conjunction with demographic data and renewable resources [3].

Moreover, the integration of these models with advanced Geographic Information Systems provides a robust framework for visualizing energy flows and



ISSN 3030-3907

understanding the spatial dimensions of energy demand across urban environments [4]. This allows for a nuanced assessment of energy use patterns, facilitating targeted interventions for energy conservation and sustainable urban development.

A critical aspect of these advanced models is their capacity to integrate diverse data, encompassing building characteristics like age, type, and occupancy, which subsequently inform the implementation of load-shifting strategies within the urban building energy model itself [5]. This allows for the development of targeted urban decarbonization strategies by integrating multi-scale energy performance evaluation within the design development process [6]. This feedback loop between Urban Building Energy Models and geographical information systems further supports iterative testing of load-shifting scenarios, enabling spatiotemporal visualization of UBEM outputs. The application of these models extends to assessing energy demand at the city district level, utilizing statistical models to project energy use from individual buildings across an entire urban area [7]. These models are particularly valuable for urban planners and energy policy makers, enabling them to evaluate the impact of various interventions on reducing the overall energy footprint of a city [8]. The reliability of such urban-scale models in predicting energy demand is often proven through metrics like CVRMSE and MAPE, allowing for the effective testing of various scenarios and the identification of optimal retrofitting strategies [9]. Beyond retrofits, these predictive models also enable the evaluation of urban design policies by comparing various proposed strategies and understanding their community-level implications, thereby linking municipal goals with specific interventions at the district or city scale. Moreover, these urban building energy models can inform individual citizens about estimated energy consumption behaviors, encouraging reductions in electricity bills and contributing to broader community-level energy efficiency targets.

Urban building energy modeling represents a practical approach for stakeholders in the energy industry to predict energy use within the building sector under diverse design and retrofit scenarios, particularly for large-scale applications [10]. These models play a crucial role in understanding and mitigating the energy impact of urban environments by offering insights into consumption patterns and the efficacy of various energy-saving strategies [11] [12].

**Importance of Energy Performance Prediction**

Accurate energy performance prediction is fundamental for developing effective energy policies and optimizing resource allocation in urban planning, enabling decision-makers to anticipate future energy demands and proactively implement sustainable solutions [13]. This predictive capability allows for more informed investments in renewable energy infrastructure, grid modernization, and


ISSN 3030-3907

energy efficiency programs, ultimately contributing to a more resilient and sustainable urban energy system [14]. Moreover, these models provide a critical foundation for analyzing granular-level building energy performance, which assists local authorities, city planners, and energy policymakers in formulating improved sustainable energy policy decisions [15]. Such detailed analysis is crucial for identifying disparities in energy consumption and informing targeted interventions to promote energy equity across diverse neighborhoods [16].

Furthermore, this foresight facilitates the implementation of advanced energy management strategies, including intelligent control systems and demand-side management, which depend on precise estimations of energy consumption to optimize energy use and reduce waste [17]. The ability to accurately predict building energy consumption is also vital for the successful integration of renewable energy sources into the urban grid, allowing for better balancing of supply and demand.

**Challenges in Energy Performance Modeling**

Despite the advancements, challenges persist in developing robust and universally applicable models, primarily due to the inherent complexities of building physics and occupant behavior. These complexities are further compounded by the heterogeneity of urban building stocks, varying climatic conditions, and the dynamic nature of energy markets, all of which introduce significant uncertainties into prediction models. Moreover, the lack of standardized, high-resolution datasets across different urban contexts hinders the development of generalizable models, often necessitating problem and data-specific algorithmic approaches [18]. The integration of diverse data sources, such as real-time occupancy statistics derived from mobile phone data, can address these limitations by offering a more precise understanding of building energy use patterns [19]. This multi-layered approach enables a more accurate calibration of urban models, particularly when actual energy consumption data is scarce or unavailable, thereby allowing for detailed energy efficiency analyses and scenario planning [20].

Additionally, addressing data scarcity for bottom-up building energy models through innovative methods, such as disaggregating census tract data to localized buildings, can enhance the realism and precision of urban energy demand profiles. Furthermore, advanced machine learning techniques, including neural networks, offer enhanced predictive capabilities, especially when uniform building data is available, outperforming more traditional methods like KNN for certain data distributions. These advanced models are particularly effective in characterizing urban energy models more accurately, capturing feature variability across diverse neighborhoods, and ensuring equity in energy analysis and the implementation of


ISSN 3030-3907

new technologies [16]. However, the inherent complexities of decentralized energy systems, coupled with intermittent renewable energy generation and dynamic demand-side management, necessitate continuous advancements in modeling approaches to accurately capture system interactions and future scenarios [21]. This continuous evolution of modeling techniques is essential to overcome limitations such as data scarcity and the inherent variability of building characteristics and occupant behaviors, which often lead to discrepancies between simulated and actual energy consumption [22] [18].

Moreover, the increasing amount of macro-level energy data presents opportunities for developing secure management platforms by utilities and authorities, which necessitates robust anonymization techniques to handle privacy concerns and facilitate data distribution effectively [23].

**Traditional Energy Performance Models**

These models typically involve physics-based simulations or statistical approaches, each with distinct advantages and limitations regarding computational intensity and data requirements. Physics-based models, often referred to as white-box models, rely on detailed building characteristics and environmental parameters to simulate energy flows, providing high fidelity but demanding extensive input data and computational resources. Conversely, statistical models, or black-box models, leverage historical energy consumption data to identify correlations and predict future performance, requiring less detailed physical input but often lacking the explanatory power of physics-based approaches [24].

Hybrid models aim to combine the strengths of both approaches, integrating physical principles with data-driven techniques to enhance accuracy and reduce computational burden. Nevertheless, even these sophisticated hybrid models often struggle to capture the significant variability in energy demand across different buildings and neighborhoods, which can lead to misrepresentation of energy peaks and suboptimal planning. Therefore, a crucial direction for future research involves evaluating the efficacy of these sophisticated statistical models in forecasting actual building energy performance [25]. This assessment necessitates a careful consideration of the models' ability to generalize across diverse building types and operational conditions, especially when data quality and availability are limited [26]. This evaluation is particularly challenging given the disparate nature of existing datasets, which often vary in granularity and explanatory variables, thereby complicating direct comparisons of model performance [27]. Further research is needed to develop unified metrics and benchmarks that can reliably assess the predictive accuracy and robustness of various modeling approaches under diverse real-world conditions.

**Physics-Based Simulation Models**



ISSN 3030-3907

These models, also known as white-box models, are constructed upon fundamental thermodynamic principles and heat transfer equations to simulate the dynamic energy performance of a building. They require comprehensive inputs, including detailed building geometry, material properties, HVAC system specifications, and occupancy schedules, to generate highly granular predictions of energy consumption and indoor environmental conditions [28]. The accuracy of these models is heavily dependent on the precision and completeness of the input data, often necessitating extensive calibration against measured performance to reduce discrepancies between simulated and actual energy use. Despite their high fidelity, the computational intensity and extensive data requirements often limit their application to individual buildings or small clusters, posing challenges for widespread urban-scale energy analysis [29]. Conversely, reduced-order models offer a more pragmatic alternative, simplifying the physics-based simulations by utilizing normative parameters to quickly assess building energy performance with reduced data demands [30]. However, these simplified models may sacrifice some predictive accuracy, especially in complex building configurations or when specific operational nuances are critical to energy performance. Therefore, the selection of an appropriate modeling strategy, whether detailed physics-based or simplified reduced-order, must balance the need for accuracy with the available computational resources and data accessibility. Furthermore, the accuracy of physics-based models is highly contingent on accurate parameter settings related to building thermal dynamics, which can be difficult to obtain and can lead to significant variations in simulated outcomes [31]. These models typically require expert knowledge and significant time for development and validation, further complicated by the need for individual models for each unique building [32].

**Statistical Regression Models**

These models, often categorized as black-box models, diverge significantly from white-box approaches by utilizing historical energy consumption data to predict future performance without explicit consideration of physical building parameters [33]. Instead, they identify statistical relationships between energy use and various independent variables, such as weather data, occupancy patterns, and building characteristics [34]. Multiple regression, artificial neural networks, and decision trees represent common statistical techniques employed for predicting electrical energy consumption. These models excel at rapid predictions and can achieve high accuracy when trained on sufficiently diverse and representative datasets, but their validity is often constrained to the specific context of their training data, making generalization to different building types or operational conditions challenging [35]. A significant amount of data is typically required for these statistical techniques, with hourly or daily resolutions generally preferred


ISSN 3030-3907

over monthly aggregates for better predictive power. Despite their ability to quickly generate predictive energy consumption data, these models often lack transparency in their decision-making processes [36], making it difficult to interpret the underlying relationships between variables. This characteristic, often termed the "black-box" nature, can hinder efforts to identify specific energy-saving opportunities, as the models prioritize predictive accuracy over interpretable insights [37].

**Data Requirements and Preprocessing**

The effectiveness of any predictive model, regardless of its architectural complexity, is profoundly influenced by the quality, quantity, and relevance of the input data. Inadequate or noisy data can lead to biased models with poor generalization capabilities, irrespective of the sophistication of the algorithms employed. Therefore, rigorous data preprocessing, including cleaning, normalization, and feature engineering, is paramount to ensure the integrity and utility of the dataset for training robust energy performance prediction models. This process often involves addressing missing values through imputation techniques, handling outliers to prevent skewed model training, and scaling features to ensure uniform influence during the learning process [38].

Furthermore, feature engineering, which involves creating new variables from existing ones to better represent underlying relationships, can significantly enhance model performance, particularly in capturing complex temporal and contextual patterns in building energy consumption data. The selection of appropriate features and the rigor of the preprocessing pipeline are critical, as they directly impact a model's ability to discern meaningful patterns from raw data, especially when dealing with the high dimensionality and temporal dependencies inherent in building operational time-series data [39]. The nascent field of research into how various data types influence prediction methods indicates that current efforts are largely concentrated on implementing AI methods, which have been likened to "black box" models due to the complexities associated with deciphering their internal algorithmic processes.

**Case Studies and Applications**

This section delves into real-world implementations and empirical findings of energy prediction models, highlighting their practical utility and performance across diverse building types and operational contexts. These case studies often demonstrate the advantages and limitations of different modeling approaches, providing empirical evidence for their applicability in informing energy management strategies and design decisions [40].

For instance, several studies have successfully applied machine learning models to predict energy consumption in commercial buildings, demonstrating


ISSN 3030-3907

superior accuracy compared to traditional statistical methods. This improved accuracy often stems from the ability of advanced supervised learning techniques like artificial neural networks and ensemble methods to capture the non-linear relationships inherent in building energy consumption patterns [41]. However, these models frequently necessitate extensive, well-curated datasets for training and validation, underscoring the critical role of robust data preprocessing to maximize their predictive efficacy.

For residential buildings, long-term forecasts of energy usage, particularly concerning lighting patterns, require more focused attention in data-driven models. Furthermore, the duration and type of data used for model training significantly impact performance, with studies predominantly utilizing real-world datasets collected over periods ranging from one month to one year, although some leverage simulated or benchmark data.

Moreover, commercial and educational buildings are frequently targeted for predictive modeling due to the abundant historical energy consumption data available, which simplifies the application of artificial intelligence, statistical, and hybrid methods. The predictive accuracy of these models is significantly influenced by various external factors, including meteorological conditions, occupant behavior, and building operational schedules [42]. The integration of diverse data streams, such as real-time occupancy sensing and granular weather forecasts, further enhances the robustness and predictive power of these models, moving beyond reliance on historical consumption alone [43].

**Limitations and Future Directions**

Despite the advancements in predictive modeling for building energy performance, several challenges persist, including the "black box" nature of complex AI models, the intensive data requirements, and the difficulty in generalizing models across diverse building typologies and climates [44] [45]. These limitations highlight the ongoing need for more interpretable models, robust data collection methodologies, and transfer learning techniques that can adapt pre-trained models to new environments with minimal additional data. A significant gap also exists in the diversity of data collection case studies, with mixed-use buildings and older structures being notably underrepresented, despite their prevalence. Furthermore, the development of models capable of accurately predicting energy consumption in post-retrofit buildings is significantly hampered by the scarcity of available performance data following such interventions, necessitating novel approaches to data generation and model training [46].

**Conclusion**

In conclusion, the field of building energy performance prediction has seen substantial progress through the application of advanced computational methods,



ISSN 3030-3907

particularly artificial intelligence and statistical models. These models offer significant potential for optimizing energy efficiency, reducing operational costs, and supporting sustainable building practices across various sectors. However, challenges related to data availability, model interpretability, and generalization across diverse building types remain, necessitating continued research into hybrid approaches that combine physics-based simulations with AI techniques [47].

## REFERENCES

1. J. García-López, M. Hernández-Valencia, J. Roa-Fernández, E. J. Mascort-Albea, and R. Herrera-Limones, "Balancing construction and operational carbon emissions: Evaluating neighbourhood renovation strategies," *Journal of Building Engineering* , vol. 94, p. 109993, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.jobe.2024.109993.

2. T. Santhanavanich *et al.* , "ENABLING INTEROPERABILITY OF URBAN BUILDING ENERGY DATA BASED ON OGC API STANDARDS AND CITYGML 3D CITY MODELS," *ISPRS annals of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences* , p. 97, Dec. 2023, doi: 10.5194/isprs-annals-x-1-w1-2023-97-2023.

3. E. Naboni *et al.* , "Parametric Workflow to Conceive Facades as Indoor and Outdoor Climate Givers," *Research Portal Denmark* , p. 11, Jan. 2019, Accessed: Jul. 2025. [Online]. Available: https://local.forskningsportal.dk/local/dki-cgi/ws/cris-link?src=arkc&id=arkc-7851f7a0-5cf1-4777-9c00-789161a4fbe5&ti=Parametric%20Workflow%20to%20Conceive%20Facades%20as%20Indoor%20and%20Outdoor%20Climate%20Givers

4. A. Nowacka and F. Remondino, "GEOSPATIAL DATA FOR ENERGY EFFICIENCY AND LOW CARBON CITIES – OVERVIEW, EXPERIENCES AND NEW PERSPECTIVES –," *˜The œinternational archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences/International archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences* , p. 467, Sep. 2018, doi: 10.5194/isprs-archives-xlii-4-467-2018.

5. A. Kamari *et al.* , "Unleashing the diversity of conceptual building renovation design: Integrating high-fidelity simulation with rapid constraint-based scenario generation," *Research Portal Denmark* , vol. 51, p. 29, Jan. 2019, Accessed: Jul. 2025. [Online]. Available: https://local.forskningsportal.dk/local/dki-cgi/ws/cris-link?src=au&id=au-1e73a96c-9f1d-4fe5-923b-49c632d380d2&ti=Unleashing%20the%20diversity%20of%20conceptual%20building%20renovation%20design%3A%20Integrating%20high-fidelity%20simulation%20with%20rapid%20constraint-based%20scenario%20generation

6. A. G. di Stefano, M. F. Ruta, and G. Masera, "Advanced Digital Tools for Data-Informed and Performance-Driven Design: A Review of Building Energy



ISSN 3030-3907

Consumption Forecasting Models Based on Machine Learning," *Applied Sciences* , vol. 13, no. 24. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, p. 12981, Dec. 05, 2023. doi: 10.3390/app132412981.

7. M. Hosseingholizadeh, V. Coors, H. Ostadabbas, and F. Friesecke, "DEVELOPMENT OF QGIS PLUGIN FOR URBAN ENERGY SIMULATION USING 3D CITY MODEL AT THE CITY DISTRICT LEVEL," *ISPRS annals of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences* , p. 81, Dec. 2023, doi: 10.5194/isprs-annals-x-1-w1-2023-81-2023.

8. S. T. Moghadam, J. Toniolo, G. Mutani, and P. Lombardi, "A GIS-statistical approach for assessing built environment energy use at urban scale," *Sustainable Cities and Society* , vol. 37, p. 70, Nov. 2017, doi: 10.1016/j.scs.2017.10.002.

9. M. Gholami, D. Torreggiani, P. Tassinari, and A. Barbaresi, "Narrowing uncertainties in forecasting urban building energy demand through an optimal archetyping method," *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , vol. 148, p. 111312, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.rser.2021.111312.

10. E. Kamel, "A Systematic Literature Review of Physics-Based Urban Building Energy Modeling (UBEM) Tools, Data Sources, and Challenges for Energy Conservation," *Energies* , vol. 15, no. 22, p. 8649, Nov. 2022, doi: 10.3390/en15228649.

11. I. Dochev *et al.* , "Calculating urban heat demands: An analysis of two modelling approaches and remote sensing for input data and validation," *Energy and Buildings* , vol. 226, p. 110378, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.enbuild.2020.110378.

12. S. Choi and S. Yoon, "AI Agent-Based Intelligent Urban Digital Twin (I-UDT): Concept, Methodology, and Case Studies," *Smart Cities* , vol. 8, no. 1, p. 28, Feb. 2025, doi: 10.3390/smartcities8010028.

13. J. Rodríguez-Álvarez, "Urban Building Energy Modelling for the Renovation Wave: A Bespoke Approach Based on EPC Databases," *Buildings* , vol. 13, no. 7, p. 1636, Jun. 2023, doi: 10.3390/buildings13071636.

14. F. Yang and Q. Mao, "Auto-Evaluation Model for the Prediction of Building Energy Consumption That Combines Modified Kalman Filtering and Long Short-Term Memory," *Sustainability* , vol. 15, no. 22, p. 15749, Nov. 2023, doi: 10.3390/su152215749.

15. U. Ali, M. H. Shamsi, C. Hoare, E. Mangina, and J. O'Donnell, "A data-driven approach for multi-scale building archetypes development," *Energy and Buildings* , vol. 202, p. 109364, Aug. 2019, doi: 10.1016/j.enbuild.2019.109364.

16. R. E. Kontar *et al.* , "An Open-Source Framework for Characterizing Urban Energy Models: Integrating Top-Down and Bottom-Up Methods to Predict Residential Buildings Characteristics: Preprint," *OSTI OAI (U.S. Department of*



ISSN 3030-3907

*Energy Office of Scientific and Technical Information)* , Aug. 2024, Accessed: Aug. 2025. [Online]. Available: https://www.osti.gov/biblio/2438558

17. K. Chen and W. Zhu, "The Utilization of a Multi-Layer Perceptron Model for Estimation of the Heating Load," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* , vol. 15, no. 6, Jan. 2024, doi: 10.14569/ijacsa.2024.0150614.

18. W. Khan, S. Walker, and W. Zeiler, "A bottom-up framework for analysing city-scale energy data using high dimension reduction techniques," *Sustainable Cities and Society* , vol. 89, p. 104323, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.scs.2022.104323.

19. E. Barbour, C. C. Davila, S. Gupta, C. Reinhart, J. Kaur, and M. C. González, "Planning for sustainable cities by estimating building occupancy with mobile phones," *Nature Communications* , vol. 10, no. 1, Aug. 2019, doi: 10.1038/s41467-019-11685-w.

20. V. Costanzo, R. Yao, X. Li, M. Liu, and B. Li, "A multi-layer approach for estimating the energy use intensity on an urban scale," *Cities* , vol. 95, p. 102467, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.cities.2019.102467.

21. M. Yazdanie and K. Orehounig, "Advancing urban energy system planning and modeling approaches: Gaps and solutions in perspective," *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , vol. 137, p. 110607, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.rser.2020.110607.

22. G. Tardioli, A. Narayan, R. Kerrigan, M. Oates, J. O'Donnell, and D. Finn, "A methodology for calibration of building energy models at district scale using clustering and surrogate techniques," *Energy and Buildings* , vol. 226, p. 110309, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.enbuild.2020.110309.

23. P. Gianniou, "Energy demand models for buildings in a smart cities context," *Research Portal Denmark* , no. 390, p. 216, Jan. 2018, Accessed: Jul. 2025. [Online]. Available: https://local.forskningsportal.dk/local/dki-cgi/ws/cris-link?src=dtu&id=dtu-49fffdbd-563b-4986-841c-0d6bacf2668e&ti=Energy%20demand%20models%20for%20buildings%20in%20a%20smart%20cities%20context

24. C. Koulamas, A. Καλογεράς, R. Pacheco-Torres, J. Casillas, and L. Ferrarini, "Suitability analysis of modeling and assessment approaches in energy efficiency in buildings," *Energy and Buildings* , vol. 158, p. 1662, Dec. 2017, doi: 10.1016/j.enbuild.2017.12.002.

25. L. Yue, X. Liu, and S. Chang, "Appraising the Building Cooling Load via Hybrid Framework of Machine Learning Techniques," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* , vol. 15, no. 6, Jan. 2024, doi: 10.14569/ijacsa.2024.01506137.



ISSN 3030-3907

26. V. Sánchez and T. Gómez-Acebo, “Building energy performance metamodels for district energy management optimisation platforms,” *Energy Conversion and Management X* , vol. 21, p. 100512, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.ecmx.2023.100512.
27. B. Grillone, S. Danov, A. Sumper, J. Cipriano, and G. Mor, “A review of deterministic and data-driven methods to quantify energy efficiency savings and to predict retrofitting scenarios in buildings,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , vol. 131. Elsevier BV, p. 110027, Jul. 10, 2020. doi: 10.1016/j.rser.2020.110027.
28. M. Jradi and J. Bjørnskov, “A Proposed Methodology Towards Adaptable and Effective Building Digital Twins : Energy Models and Data Requirements, DanRETwin Project Report, October 2024.,” Technical University of Denmark, Jan. 2024. Accessed: Jul. 2025. [Online]. Available: https://local.forskningsportal.dk/local/dki-cgi/ws/cris-link?src=sdu&id=sdu-1fe80316-5929-4b65-823d-03595836fb18&ti=A%20Proposed%20Methodology%20Towards%20Adaptable%20and%20Effective%20Building%20Digital%20Twins%20%3A%20Energy%20Models%20and%20Data%20Requirements%2C%20DanRETwin%20Project%20Report%2C%20October%202024 .
29. L. V. Krannichfeldt, K. Orehounig, and O. Fink, “Combining physics-based and data-driven modeling for building energy systems,” *Applied Energy* , vol. 391, p. 125853, Apr. 2025, doi: 10.1016/j.apenergy.2025.125853.
30. C. Zhu, X. Ye, J. Du, Z. Hu, Y. Shen, and D. Retchless, “Simulating urban energy use under climate change scenarios and retrofit plans in coastal Texas,” *Urban Informatics* , vol. 3, no. 1, Jun. 2024, doi: 10.1007/s44212-024-00046-8.
31. R. Yan, T. Zhao, Y. Rezgui, S. Kubicki, and L. Yu, “Transferability and robustness of a data-driven model built on a large number of buildings,” *Journal of Building Engineering* , vol. 80, p. 108127, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.jobe.2023.108127.
32. A. Prabowo *et al.* , “BTS: Building Timeseries Dataset: Empowering Large-Scale Building Analytics,” *arXiv (Cornell University)* , Jun. 2024, doi: 10.48550/arxiv.2406.08990.
33. G. Chaudhary, H. Johra, L. Georges, and B. Austbø, “Synconn_build: A python based synthetic dataset generator for testing and validating control-oriented neural networks for building dynamics prediction,” *MethodsX* , vol. 11, p. 102464, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.mex.2023.102464.
34. F. Pallonetto, M. Д. Poca, F. D’Ettorre, and D. Finn, “On the assessment and control optimisation of demand response programs in residential buildings,”


ISSN 3030-3907

*Renewable and Sustainable Energy Reviews* , vol. 127, p. 109861, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.rser.2020.109861.

35. I. Staffell, S. Pfenninger, and N. Johnson, "A global model of hourly space heating and cooling demand at multiple spatial scales," *Nature Energy* , vol. 8, no. 12, p. 1328, Sep. 2023, doi: 10.1038/s41560-023-01341-5.

36. Q. Qiao, A. Yunusa-Kaltungo, and R. E. Edwards, "Towards developing a systematic knowledge trend for building energy consumption prediction," *Journal of Building Engineering* , vol. 35, p. 101967, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.jobe.2020.101967.

37. C. Zhang, L. Ma, Z. Luo, H. Xing, and T. Zhao, "Forecasting building plug load electricity consumption employing occupant-building interaction input features and bidirectional LSTM with improved swarm intelligent algorithms," *Energy* , vol. 288, p. 129651, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.energy.2023.129651.

38. E. Khaoula, A. Baïna, M. Bellafkih, and A. F. Deifalla, "Machine Learning Algorithms for Predicting Energy Consumption in Educational Buildings," *International Journal of Energy Research* , vol. 2024, p. 1, May 2024, doi: 10.1155/2024/6812425.

39. Y. Meng, Y. Sun, S. Rodríguez, and B. Xue, "Transforming Building Energy Management: Sparse, Interpretable, and Transparent Hybrid Machine Learning for Probabilistic Classification and Predictive Energy Modelling," *Architecture* , vol. 5, no. 2, p. 24, Mar. 2025, doi: 10.3390/architecture5020024.

40. H. Kiavarz, M. Jadidi, and P. Esmaili, "A graph-based explanatory model for room-based energy efficiency analysis based on BIM data," *Frontiers in Built Environment* , vol. 9, Sep. 2023, doi: 10.3389/fbuil.2023.1256921.

41. C. Fan, Y. Sun, Y. Zhao, M. Song, and J. Wang, "Deep learning-based feature engineering methods for improved building energy prediction," *Applied Energy* , vol. 240, p. 35, Feb. 2019, doi: 10.1016/j.apenergy.2019.02.052.

42. M. U. Danish, M. SureshKumar, T. Fonseka, U. Uthayakumar, and V. Galwaduge, "An Investigation into Seasonal Variations in Energy Forecasting for Student Residences," *Research Square (Research Square)* , Feb. 2025, doi: 10.21203/rs.3.rs-5632243/v2.

43. A. Mishra, H. R. Lone, and A. Mishra, "DECODE: Data-driven energy consumption prediction leveraging historical data and environmental factors in buildings," *Energy and Buildings* , vol. 307, p. 113950, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.enbuild.2024.113950.

44. B. A. Salami, S. I. Abba, A. A. Adewumi, U. A. Dodo, G. K. Otukogbe, and L. O. Oyedele, "Building energy loads prediction using bayesian-based metaheuristic optimized-explainable tree-based model," *Case Studies in Construction Materials* , vol. 19, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.cscm.2023.e02676.



ISSN 3030-3907

45. R. Tariq, A. Mohammed, A. Alshibani, and M. Soledad, “Complex artificial intelligence models for energy sustainability in educational buildings,” *Scientific Reports* , vol. 14, no. 1, Jul. 2024, doi: 10.1038/s41598-024-65727-5.
46. [46] X. Yang *et al.* , “Energy-saving potential prediction models for large-scale building: A state-of-the-art review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , vol. 156. Elsevier BV, p. 111992, Dec. 17, 2021. doi: 10.1016/j.rser.2021.111992.
47. H. Wefki, R. Khallaf, and A. M. Ebid, “Estimating the energy consumption for residential buildings in semiarid and arid desert climate using artificial intelligence,” *Scientific Reports* , vol. 14, no. 1, Jun. 2024, doi: 10.1038/s41598-024-63843-w.


ISSN 3030-3907

UDK *546.4.7+546.56+547.49+547.447*

# 4,4-DIFTOR-1-FENIL-1,3-BUTANDION BENZOILGIDRAZONI SINTEZI, TUZILISHI VA XOSSALARI

**Amonov Muxammad Murod o‘g‘li**
***Buxoro davlat universiteti o‘qituvchisi***
***E-mail: amonovmm@mail.ru***
**Tursunov Murod Amonovich**
***Buxoro davlat universiteti professori, k.f.f.d., professor***
***E-mail: tursunovma@mail.ru***
**Boboqulova Ozoda Vohidjon qizi**
***Buxoro davlat universiteti magistranti***
***E-mail: ozodaboboqulova5@gmail.com***

**Annotatsiya:** Oxirgi yillarda xalq xo‘jaligi va kundalik turmushning turli sohalarida ishlatillib kelayotgan ftor tutgan organik birikmalar sintezidan ko‘ra ularning reaksion qobiliyatini o‘rganish va qo‘llash uchun qulay bo‘lgan murakkab tuzilishdagi molekulalar yaratish usullariga e’tibor qaratilmoqda. Ushbu ligandning turli kompleks birikmalar tibbiyotda dori vositalar, qishloq xo‘jaligida hosildorlikni oshiruvchi o‘stiruvchi modda va zararkunandalarga qarshi kurashish uchun fungitsidlar sifatida keng qo‘llanilishi kimyogarlarning qiziqishini ortishiga sabab bo‘lmoqda.

Ushbi ishda 4,4-diftor-1-fenil-1,3-butandion benzoil gidrazoni sintezi, tuzilishi va xossalari o‘rganilgan.

**Kalit so‘zlar:** aroildiftroatsetilmetan, 4,4-diftor-1-fenil-1,3-butandion, benzoilgidrazon, tautomer, gidrazon, yengidrazin va 5-oksipirazolin, elektronakseptor $CHF_2$-o‘rinbosar, elektrondonor aril (aroil) guruh, simmetrik va antisimmetrik valent tebranish chastotalar, spin-spin ta’sir konstantasi (SSTK), dublet, metilen guruh, mass-spektrometr.

**Аннотация:** В последние годы внимание исследователей сосредоточено не столько на синтезе фторсодержащих органических соединений, применяемых в различных отраслях народного хозяйства и повседневной жизни, сколько на разработке методов создания молекул со сложным строением, обладающих удобными для изучения и применения реакционными свойствами. Разнообразное применение комплексов на основе таких лигандов - в медицине в качестве лекарственных средств, в сельском хозяйстве как вещества, повышающие урожайность и как фунгициды для борьбы с вредителямивызывает всё больший интерес у химиков.

В данной работе изучены синтез, строение и свойства 4,4-дифтор-1-фенил-1,3-бутандион бензоилгидразона.



ISSN 3030-3907

**Ключевые слова:** арилдифтороацетилметан, 4,4-дифтор-1-фенил-1,3-бутандион, бензоилгидразон, таутомер, гидразон, азогидразин, 5-оксипиразолин, электроноакцепторный заместитель -$CHF_2$, электронодонорная арил (ароильная) группа, симметричные и антисимметричные валентные колебательные частоты, константа спин-спинового взаимодействия (ССВ), дублет, метиленовая группа, масс-спектрометр.

**Abstract:** In recent years, researchers have focused not so much on the synthesis of fluorine-containing organic compounds used in various sectors of the national economy and everyday life, but rather on the development of methods for creating complex-structured molecules with reactive properties that are convenient for study and application. The wide range of applications of complexes based on such ligands - in medicine as pharmaceutical agents, in agriculture as yieldenhancing substances, and as fungicides for pest control - continues to attract growing interest among chemists.

This study investigates the synthesis, structure, and properties of 4,4-difluoro-1-phenyl-1,3-butanedione benzoylhydrazone.

**Key words:** aryl difluoroacetylmethane, 4,4-difluoro-1-phenyl-1,3-butanedione, benzoyl hydrazone, tautomer, hydrazone, azohydrazine, 5-hydroxypyrazoline, electron-acceptor substituent -$CHF_2$, electron-donating aryl (aroyl) group, symmetric and antisymmetric valence vibration frequencies, spin-spin coupling constant (SSCC), doublet, methylene group, mass spectrometer.

**Kirish**.

Ftorli birikmalar o‘zining xossalariga ko‘ra kimyo sanoatida, qishloq xo‘jaligi, lazer texnikasi va tibbiyotda zaruriy maqsadlarda qo‘llaniladi. Metall aralashmalaridan ayrim ionlarni ajratib olish, ligandlarning selektivligini oshirish, tarkibidagi bioelementlarning ta’sirchanligini oshirish kabi muammolar bu kunda kimyogarlarni izlanishga undamoqda.

So‘nggi yillarda xalq xo‘jaligi va kundalik turmushning turli sohalarida ishlatiladigan ftororganik birikmalarning (monomerlar, sintonlar, sovutgich agentlari va hokazo) sintezidan ko‘ra har xil ftortutgan polifunksional birikmalarning reaksion qobiliyatini o‘rganish va qo‘llash uchun qulay bo‘lgan murakkab tuzilishdagi molekulalar tutgan yirik bloklarni yaratish usullariga e’tibor qaratilmoqda.

**Asosiy qism.**

Aroildiftoratsetilmetan (4,4-diftor-1-fenil-1,3-butandion) Klyayzen kondensatlanish reaksiyasi bo‘yicha natriy metilati ishtirokida absolyut dietil efiri muhitida diftorsirka kislota etil efiriga asetofenon ta’sir ettirib sintez qilindi. Agar katalizator litiy gidrid hamda erituvchi sifatida geksandan foydalanilsa β–diketon



ISSN 3030-3907

sintezi osonlashib, selektivlik oshadi va sintez bosqichi kamayishi hisobidan vaqt kam sarflanadi. Ftorli 1,3-dikarbonil birikmalar bilan aroilgidrazonlari ochiq va halqali tautomer muvozanatni o‘rganish uchin muhim ob’ekt hisoblanadi.

4,4-diftor-1-fenil-1,3-butandionning kislota gidrazidlari bilan kondensatlanish reaksiyasi ikki karbonil guruhi hisobidan borishi mumkin. Ftortutgan β-diketonlarning kondensatlanish reaksiyalari oddiy β-diketon reaksiyasiga nisbatan yumshoq sharoitda yuqori samaradorlik bilan kechadi. Mualliflarning fikricha, bu hodisa elektronakseptor RF-guruh ta’sirida keto-yenol tautomeriyasining oson yenollanishi bilan belgilanadi, chunki ftortutgan β-diketon molekulasida elektron bulut zichligining qayta taqsimlanishi o‘zgaradi[1-3].

Aromatik kislota gidrazidlari bilan bir tomonidan elektronakseptor $CHF_2$-o‘rinbosari, ikkinchi tomondan elektrondonor aroil guruhi tutgan β-diketonning kondensatlanishi o‘rganildi.

**2. Eksperimental qism.**

100 ml dumaloq tubli kolbaga 8,0 g 4,4-diftor-1-fenil-butandion-1,3 dan (0,04 mol) va 5,5 g benzoy kislota gidrazididan (0,04 mol) o‘lchab solindi. Ustiga 40 ml etanol qo‘shildi, so‘ngra ustiga 4-5 tomchi sirka kislota (katalizator sifatida) qo‘shildi. Kolbaga qaytarma sovutgich ulandi va aralashma 78°C haroratda qaynatildi. Reaksiyaning borishini YQX (yupqa qatlamli xromatografiya) yordamida nazorat qilib borildi. Olingan barcha reagentlar sarflangach, aralashma xona haroratiga qadar sovitildi. Aralashma xona sharoitida 1 hafta qoldirildi. So‘ngra eritma filtrlab olib, ochiq havoda quritildi. Mahsulot alohida ravishda Fosfatidiletanolamin/etilatsetat (1/2) eritmasida bir necha marta kristallantirib (yuvib), kerakli tozalik darajasiga yetkazildi. Natijada 9 g mahsulot olindi (71,2%) hosil bo‘ldi.

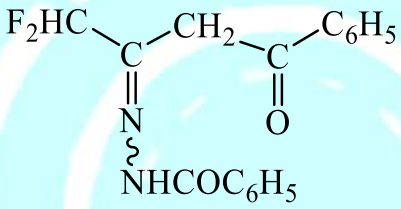
Benzoilgidrazonning dastlab diftoratsetil karbonili bilan reaksiyaga kirishi aroil karboniliga nisbatan ancha oson bo‘lib tuyuladi: diftoratsetil guruhi manfiy induktiv effektiga ega va uning fazoviy hajmi aromatik halqaga nisbatan kichikroq, bundan tashqari aroil guruhidagi C=O bog‘ining aromatik halqa bilan tutash tizim hosil qilish natijasida elektrofilligi zaiflashgan. Aniqroq qilib aytganda benzoilgidrazin ayni bir paytda ham aroil-, ham diftoratsetil guruhlar karbonili bilan oson reaksiyaga kirishadi, ammo fenil halqaning sterik jihatdan katta hajmni egallashi kondensatlanish diftorasetil karbonili bo‘yicha reaksiyaning amalga oshishi har jihatdan qulay hisoblandi. Natijada asosan yoki katta miqdorda diftoratsetil karbonili bo‘yicha nukleofil almashinish reaksiyasi mahsuloti olindi.

Tanlangan β-dikarbonil birikma nosimmetrik tuzilishga ega bo‘lgani uchun reaksiya propanol eritmasida ekvimolyar nisbatda qattiq sharoitda (yuqori harorat) olib borishi natijasida kondensatlanish diftoratsitil karbonilidan boradi va

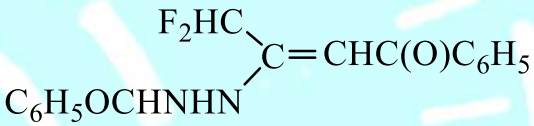

ISSN 3030-3907

natijasida quyidagi tautomer tuzilishli izomerlar aralashmasi hosil bo‘lishi mumkin [2-4]:

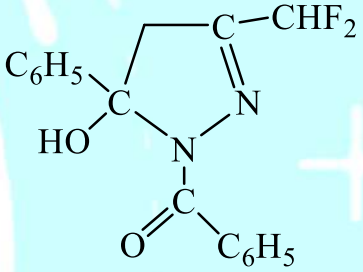
**$CHF_2 – CO – CH_2 – CO – C_6H_5 + H_2N–NH–CO–C_6H_5$ (-$H_2O$)** ⟶



**A**



**B**



**C**

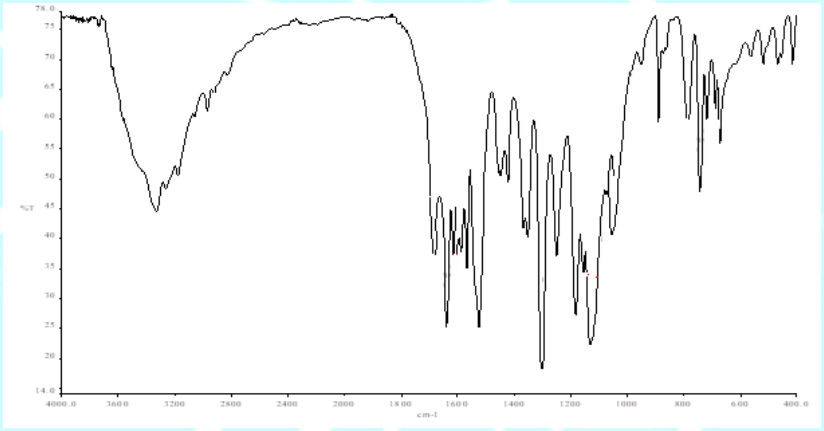
**A-gidrazon, B-yengidrazin, C-pirazolin tautomer shakllar**

Aroildiftoratsetilmetanni benzoiy kislota gidrazidi bilan kondensatlanish mahsuloti eritmada gidrazon, yengidrazin va 5-oksipirazolin tautomer tuzilshga ega bo‘lishi mumkin.

Aroildiftoratsetilmetan benzoiygidrazidini presslangan KBr tabletkasida olingan IQ spektri o‘rganilganda qo‘shbog‘larning valent tebranishlari sohasida bir qator intensiv chiziqlar, shu jumladan 1740 $sm^{-1}$ dagi yutilish qattiq holatda olingan $H_2L$ birikmasi halqali pirazolin shaklga ega. Bu xulosalarning to‘g‘riligini molekulaning IQ spektrdagi amid fragmentining $\nu_{(C=O)}$ valent tebranish chastotasi (1660 $sm^{-1}$) va oksipirazolin halqa 5-uglerod atomi bilan bog‘langan gidroksil guruhining ~3400–3500 $sm^{-1}$ bo‘lgan sohadagi valent tebranishlari ham tasdiqlaydi [4-7]. IQ spektridagi bir qator valent tebranish chastotalari (1635,1590, 1560 va 1480 $sm^{-1}$) qo‘sh bog‘larga xos tebranishlar hisoblanadi. 1620-1635 $sm^{-1}$ sohasidagi katta intensivlikdagi yutilish C=N guruhga tegishli bo‘lib, qolgan tebranish chastotalari benzol halqasidagi aromatik xarakterdagi yaxlit π-bog‘ va N–H bog‘iniing deformatsion tebranishlariga mos keladi. Bu bog‘ molekuladagi konyugatsiyalangan sistemasiga bog‘liq holda biroz pastroq chastotada paydo bo‘lgan. Aromatik halqalarga xos bo‘lgan C=C bog‘ning tebranishlari 1520–1460 $sm^{-1}$ da, C–H bogning valent tebranishlari esa 800–700 $sm^{-1}$ oralig‘ida hosil bo‘ldi. C–F-bog‘lariga xos bo‘lgan yutilishlar 1238–1277 hamda 1040–1060 $sm^{-1}$ sohalarida qayd qilingan o‘rta va kuchli intensivlikdagi yutilish maksimumlari C–F-bog‘ining simmetrik va antisimmetrik tebranish chastotalariga mos keladi [4-7].

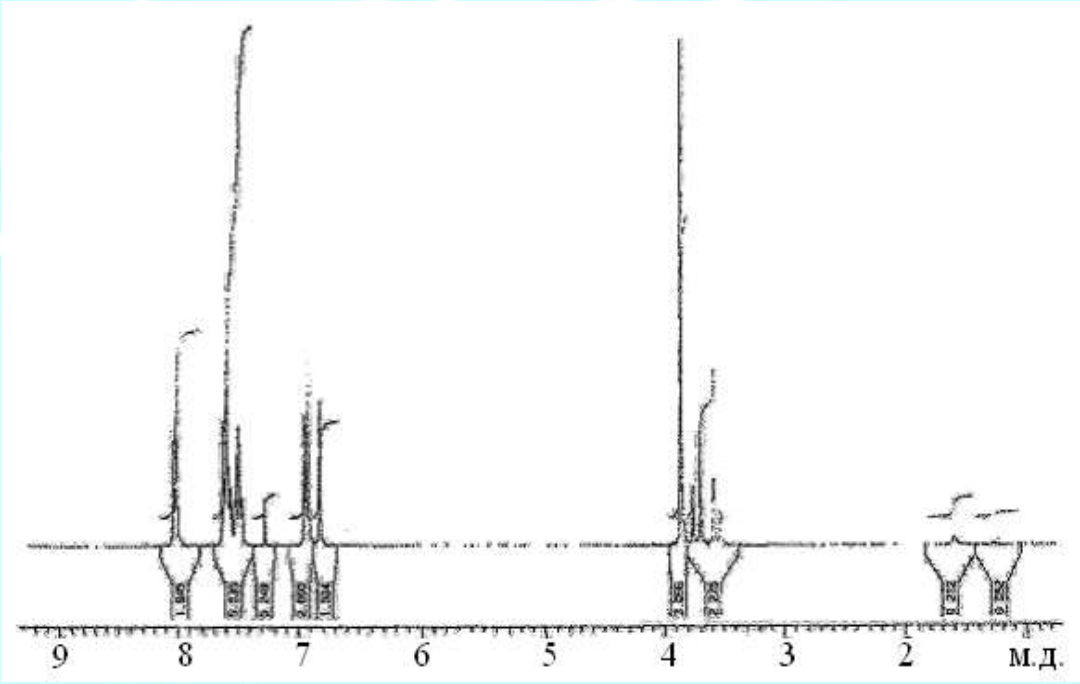


ISSN 3030-3907



**1-rasm. 4,4-diftor-1-fenil-1,3-butandion benzoilgidrazonining presslangan KBr tabletkasida presslab olingan IQ spektri**

Shuni aytish joizki, IQ spektroskopik ma’lumotlar va tadqiqot natijalarining xulosasi kondensatlanish reaksiyasining $CHF_2$ yoki $C_6H_5$ o‘rinbosarlariga qo‘shni bo‘lgan karbonillar hisobidan amalga oshganligini to‘liq tasdiqlash uchun yetarli bo‘lmaydi. Bunday mavhumlikni yo‘qotish va olingan ligandni eritmadagi tuzilishini tasdiqlash uchun sintez qilingan organik ftortutgan birikmani bevosita yangi tayyorlangan eritmani $^1$H YaMR spektri tahlil qilindi. Yangi tayyorlangan deyteriylangan xloroformdagi eritmasidan olingan $^1$H YaMR spektrida (2-rasm) 5-gidroksi-2-pirazolin tautomer shaklga xos bo‘lgan signallar majmuasi kuzatiladi.




**7-rasm. 4,4-diftor-1-fenil-1,3-butandion benzoilgidrazonining $CDCl_3$ eritmasida olingan $^1$H YaMR spektri.**

Umumiy intensivligi ikkita protonga mos keluvchi spin-spin ta’sir konstantasi (SSTK) 18 Gs bo‘lgan ikkita nosimmetrik dublet AV-sistema ko‘rinishidagi δ 3,60 va 3,75 m.h. da qayd etilgan signallar 5-gidroksi-2-pirazolin halqasining metilen guruhi protonlariga, intensivligi bitta protonga teng bo‘lgan δ

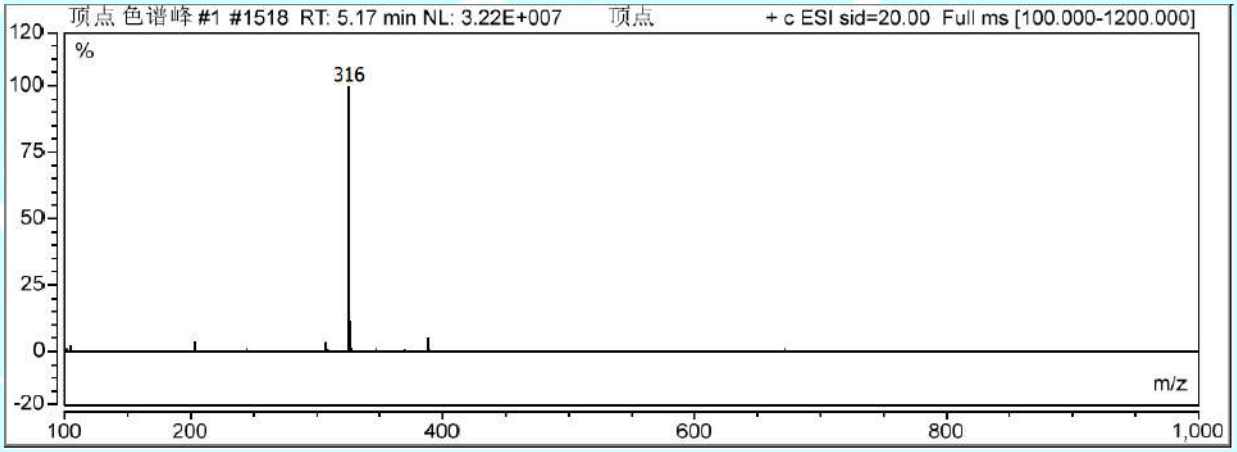

ISSN 3030-3907

2.80 m.h. dagi singlet signal molekulaning β-dikarbonil qismidagi aromatik halqa bilan bog‘langan $CHF_2$-guruhi protoniga, δ 6,78 m.h. sohadagi intensivligi bitta protonga teng bo‘lgan signal OH-guruhiga, δ 6.98-8.01 m.h. dagi signallar esa aromatik halqalarning protonlariga tegishlidir [4,6,8,9] (2-rasm).

Vaqt o‘tishi bilan olingan $^1H$ YaMR spektri ko‘rinishi o‘zgarmaydi, mumkin bo‘lgan gidrazon A yoki yengidrazin B tautomer shakllarga o‘tishlar kuzatilmaydi. Bu ma’lumotlar, albatta, kondensatlanish mahsuloti aroil karbonili tomonidan borganligi to‘g‘risida xulosa chiqarish uchun yetarli hisoblanmaydi.

Aroildiftoratsetilmetan sifatida olingan 4,4-diftor-1-fenil-1,3-butandion bilan benzoy kislota gidrazidining o‘zaro kondensatlanishidan olingan mahsulotning spektral tadqiqot natijalariga ko‘ra reaksiya β-diketonning diftorasetil karbonili hisobidan amalga oshganligi birikmani metanolda qayta kristallash orqali olingan monokristalni roentgen struktur tahlil qilish orqali fikrimizni tasdiqladik.

4,4-diftor-1-fenil-1,3-butandion benzoilgidrazonining nisbiy molekulyar massasi va miqdoriy o‘rganilishini aniqlash uchun namuna metanol eritmasida YUESX-mass spektrometriyasi orqali tahlil qilindi [4,6,9-12].




**3-rasm. 4,4-diftor-1-fenil-1,3-butandion benzoilgidrazonining mass-spektri.**

Ligandni mass-spektri bergan ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, moddada parchalanish kuzatilmaydi va yaxlit molekulyar ko‘rinishida bo‘ladi. 316 dagi cho‘qqi esa to‘liq sintez qilingan ligandning nisbiy molekulyar massasiga mos keladi (3-rasm).

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Турсунов М.А. Комплексы некоторых 3d-металлов на основе производных кетоальдегидов и кетоэфиров, их строение и свойства. Дис… PhD по специальности 02.00.01. – Неорганическая химия. - Бухара.- БухГУ.- 2019.- 120 с.

2. Синтез, ИК- и ЯМР – спектроскопическое исследование ароилгидразонов 1 - (3-фуранила)-4,4,4-трифторбутандиона-1,3 // Universum: химия и



ISSN 3030-3907

биология: электрон. научн. журн. Ганиев Б.Ш. [и др.]. 2023. 12(114). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/ 16387

3. Ilkogretim Online -Elementary Education Online, 2021; Vol 20 (Issue 5): pp. 7246-7254http://ilkogretim-online.orgdoi: 10.17051/ilkonline.2021.05.818.

4. Umarov B.B., Avezov Q.G‘., Tursunov M.A., Fizikaviy tadqiqot usullari.: Toshkent, 2020.-334 b.

5. Накамото К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений.- М.: Мир.- 1991.- 536 с.

6. Пентин Ю.А., Вилков Л.В. Физические методы исследования в химии.- М.: Мир.- 2003.- 683 с.

8. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений // - М.: МГУ. - 2012. - 55 с.

9. Ершов Б.А. Спектроскопия ЯМР в органической химии.- СПб.- Изд-во СП(б)ГУ.- 1995.- 264 с.

10. Skoog D.A., West D.M., Holler F.J., Crouch S.R. Fundamentals of Analytical Chemistry. Brooks // Cole C, Cengage Learning. - 2014. - 958 p.

11. Umarov B.B., Avezov K.G., Tursunov M.A., Sevinchov N.G., Parpiev N. A., and Aleksandrov G.G. Synthesis and Crystal Structure of Nickel(II) Complex Based on 2-Trifluoroacetylcyclo-alkanone Benzoylhydrazones. ISSN 10703284, Russian Journal of Coordination Chemistry, 2014, Vol. 40, No. 7, pp. 474-477.

12. Liu, J.; Xue, J.; Yang, G.-P.; Dang, L.-L.; Ma, L.-F.; Li, D.-S.; Wang, Y.-Y. Recent advances of functional heterometallic-organic framework (HMOF) materials: Design strategies and applications. *Coord. Chem. Rev.* 2022, *463*, 214521.

13. Nehra, K.; Dalal, A.; Hooda, A.; Bhagwan, S.; Saini, R.K.; Mari, B.; Kumar, S.; Singh, D. Lanthanides β-diketonate complexes as energy-efficient emissive materials: A review. *J. Mol. Struct.* 2022, *1249*, 131531.



ISSN 3030-3907

# O‘ZBEKISTONDA YASHIL ENERGETIKANI RIVOJLANTIRISHGA OID METODIK USLUBLARNI TAKOMILLASHTIRISH

**Jumayev Axrom Asror o‘g‘li**
*Buxoro davlat universiteti dotsenti*
*E-mail: axromjumayev@gmail.com*
**Tursunov Dilshod Allamovich**
*Buxoro davlat universiteti Muqobil energiya manbalari yo‘nalishi 1-bosqich magistranti*
*E-mail: dilshodtursunovmagistr0406@gmail.com*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada O‘zbekiston Respublikasida yashil energetika sohasini rivojlantirish bo‘yicha mavjud holat tahlil qilinadi, zamonaviy metodik yondashuvlar ko‘rib chiqiladi va ularni takomillashtirish bo‘yicha takliflar ilgari suriladi. Asosiy e’tibor quyosh, shamol, bioenergiya va geotermal manbalarga qaratilgan bo‘lib, davlat siyosati, investitsiya muhitining roli ham yoritilgan.

**Kalit so‘zlar:** yashil energetika, qayta tiklanuvchi energiya manbalari, energiya tejash,audit,metodika, energiya samaradorligi, O‘zbekiston, barqaror rivojlanish.

**Аннотация:** В данной статье анализируется текущее состояние развития зеленой энергетики в Республике Узбекистан, рассматриваются современные методические подходы и выдвигаются предложения по их совершенствованию. Основное внимание уделяется солнечным, ветровым, биоэнергетическим и геотермальным источникам, а также освещается роль государственной политики и инвестиционного климата.

**Ключевые слова:** зеленая энергетика, возобновляемые источники энергии, энергосбережение, аудит, методика, энергоэффективность, Узбекистан, устойчивое развитие.

**Annotation:** This article analyzes the current state of green energy development in the Republic of Uzbekistan, examines modern methodological approaches, and puts forward proposals for their improvement. The main focus is on solar, wind, bioenergy, and geothermal sources, while also highlighting the role of government policy and the investment environment.

**Keywords:** green energy, renewable energy sources, energy saving, audit, methodology, energy efficiency, Uzbekistan, sustainable development.

## Kirish

So‘nggi yillarda global miqyosda ekologik muammolarning keskinlashuvi va iqlim o‘zgarishlari energiya ishlab chiqarish va iste’mol qilishda alternativ manbalar, xususan, yashil energetika texnologiyalariga o‘tishni jadallashtirishni talab qilmoqda. O‘zbekiston ham bu borada jadal islohotlar olib bormoqda.

Prezidentning 2023–2030 yillar uchun “Yashil energiya” dasturi, quyosh va shamol elektr stansiyalarining barpo etilishi – mamlakatda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishga bo‘lgan e’tiborning yorqin misolidir. Biroq,



ISSN 3030-3907

bu sohada metodik uslublarni takomillashtirish – samaradorlikni oshirishning asosiy omillaridan biridir.

**Yashil energetikaning hozirgi holati**

O‘zbekiston elektr energiyasining asosiy qismini hali ham an’anaviy manbalar (gaz, ko‘mir) tashkil etadi. 2024 yil holatiga ko‘ra:

- Elektr energiyasining taxminan 15-17% qismi qayta tiklanuvchi manbalar (asosan GESlar) orqali ishlab chiqariladi.
- Quyosh va shamol energetikasi bo‘yicha salohiyat katta bo‘lsa-da, to‘liq foydalanilmayapti.
- Energiya samaradorligi past darajada qolmoqda, ayniqsa sanoat va turar-joy sektorlarida.

**Amaldagi metodik yondashuvlar**

Hozirda quyidagi metodik yondashuvlar qo‘llanilmoqda:

- Texnik-iqtisodiy tahlil (TET): Yangi energiya loyihalarining iqtisodiy samaradorligi aniqlanadi.
- Energiya auditi: Ob’ektlardagi energiya yo‘qotishlari va tejash imkoniyatlari aniqlanadi.
- LCA (Life Cycle Assessment): Energiyaning hayotiy sikl bo‘yicha ekologik ta’siri tahlil qilinadi.
- GIS va modellashtirish texnologiyalari: Shamol va quyosh resurslarini baholashda foydalaniladi.

Ammo bu uslublar ba’zida to‘liq, kompleks yondashuvni ta’minlamaydi, shuningdek, mahalliy sharoitlar to‘liq hisobga olinmaydi.

**Taklif qilinayotgan takomillashtirish yo‘nalishlari kompleks baholovchi metodikani ishlab chiqish**

Mahalliy ekologik, iqtisodiy va texnologik omillarni inobatga olgan kompleks indikatorlar tizimini ishlab chiqish lozim. Bu usul quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- Texnologik samaradorlik
- Ekologik foyda ($SO_2$, $CO_2$ kamayishi)
- Ijtimoiy-iqtisodiy ta’sir
- Mahalliy xomashyo va infrastrukturaga moslik

**Texnologik samaradorlikni oshirish usullari**

O‘zbekistonda quyosh va shamol energetikasi salohiyati yuqori, ammo samaradorlikni oshirish uchun:

**1. Yuqori samaradorlikka ega panellar (PV) va turbinalarni tanlash**: Masalan, bifacial quyosh panellari 10–15% ko‘proq energiya ishlab chiqaradi.

**2. Monitoring va boshqaruv tizimlarini joriy qilish** (IoT, SCADA): Real vaqtli ma’lumotlar asosida samaradorlikni nazorat qilish.



ISSN 3030-3907

3. **Akkumulyator tizimlari**: Tungi vaqtlar uchun energiyani saqlab qolish.
4. **Modellashtirish orqali optimal joylashuvni aniqlash** (GIS texnologiyalari): Geografik sharoitlar texnologiya tanloviga ta’sir qiladi.
5. **Servis va texnik xizmat ko‘rsatish tizimini yo‘lga qo‘yish**: Uskunalar ishonchli ishlashi uchun muntazam parvarish zarur.

O‘zbekistonda elektr energiyasining asosiy qismi hali ham tabiiy gaz va ko‘mirga asoslangan issiqlik elektr stansiyalaridan olinadi. Bu esa katta miqdorda quyidagi gazlar ajralishiga sabab bo‘ladi:

| **Yonilg‘i turi** | **1kWh energiya uchun o‘rtacha chiqindilar** |
|---|---|
| Ko‘mir | 950-1000 g $CO_2$ |
| Tabiiy gaz | 450-500 g $CO_2$ |
| Neft mahsulotlari | 700-800 g $CO_2$ |

Bundan tashqari, $SO_2$ va $NO_x$ kabi zaharli gazlar inson salomatligiga bevosita zarar yetkazadi (astma, yurak xastaliklari, havo yo‘llari yallig‘lanishi).

**Ekologik foyda** – bu yashil energetika texnologiyalarini qo‘llash natijasida atmosferaga chiqariladigan zararli gazlar (ayniqsa **karbonat angidrid – $CO_2$**, **oltingugurt dioksidi – $SO_2$**, **azot oksidlari – $NO_x$** va boshqa) miqdorining **kamayishi** orqali erishiladigan **musbat ekologik ta’sir**.

Bu foyda quyidagilar orqali namoyon bo‘ladi:

- Iqlim o‘zgarishini sekinlashtirish
- Havo sifatini yaxshilash
- Odamlar salomatligini asrash
- Suv va tuproq ifloslanishini kamaytirish

Yashil energetikaning ijtimoiy-iqtisodiy ta’siri juda keng va ko‘p qirrali .Uni bir nechta asosiy yo‘nalishda ochib berish mumkin:




**1. Bandlik va yangi ish o‘rinlari**


ISSN 3030-3907

• Quyosh, shamol va boshqa qayta tiklanuvchi energiya loyihalarida ko‘plab mutaxassislar, muhandislar, ishchilar jalb qilinadi.

• Texnologiyalarni ishlab chiqish va xizmat ko‘rsatish sohasi ham rivojlanib, yangi kasblar paydo bo‘ladi.

**2. Mahalliy iqtisodiyotga turtki**

• Import qilinadigan gaz, ko‘mir yoki neftga ehtiyoj kamayadi → valyuta tejash imkoniyati.

• Mahalliy ishlab chiqaruvchilar (quyosh panellari, shamol turbinalari qismlari, batareyalar) uchun bozor kengayadi.

**3. Sog‘liq va ijtimoiy farovonlik**

• Havo ifloslanishining kamayishi bilan kasalliklar soni qisqaradi.

• Odamlarning hayot sifati yaxshilanadi, yashash uchun sog‘lom muhit shakllanadi.

**4. Hududiy rivojlanish**

• Masalan, uzoq qishloqlarda kichik GES yoki quyosh stansiyalari qurilishi orqali elektr energiyasi yetkaziladi.

• Bu hududlarning iqtisodiy faolligi va aholining turmush darajasiga bevosita ta’sir qiladi.

**5. Innovatsiya va texnologik taraqqiyot**

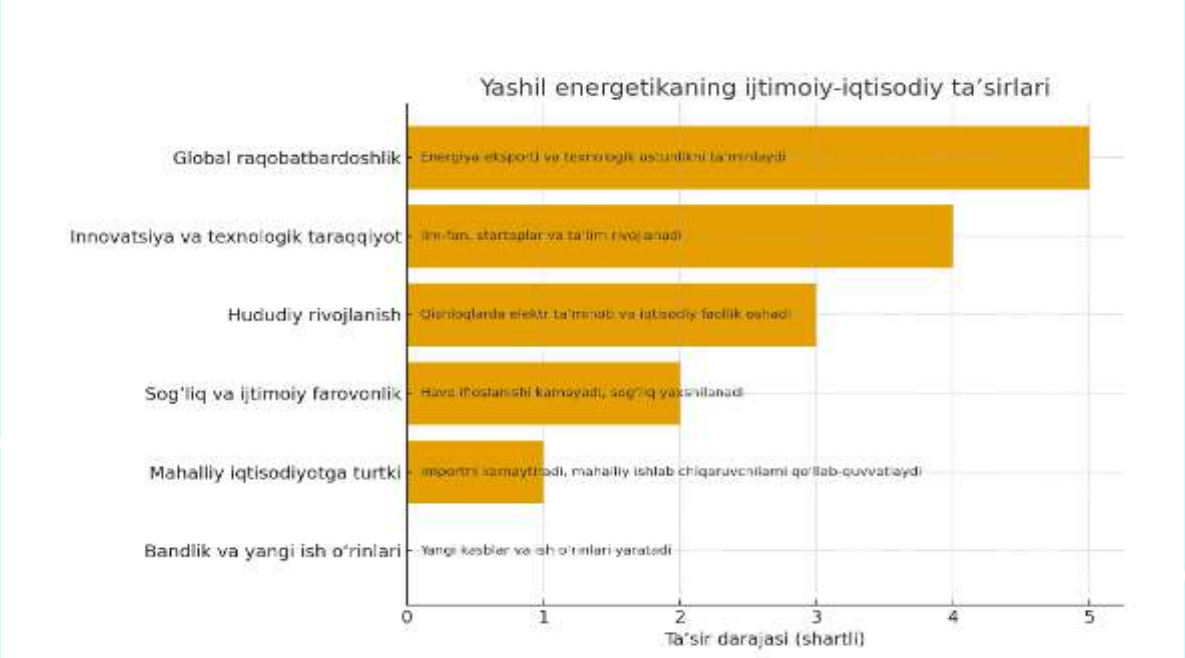
• Yashil energiya texnologiyalariga talab kuchayishi ilmiy-tadqiqot va ta’lim sohasini rivojlantiradi.

• Startaplar va yangi biznes loyihalari ko‘payadi.

**6. Global raqobatbardoshlik**

• Yashil iqtisodiyotga o‘tgan davlatlar kelajakda energiya eksporti, texnologiya sotish va sarmoya jalb etishda ustunlikka ega bo‘ladi.

Shu ma’noda, yashil energetika faqat ekologiyani emas, balki butun ijtimoiy-iqtisodiy tizimni yangi darajaga olib chiqadi .






ISSN 3030-3907

“Mahalliy xomashyo va infrastrukturaga moslik” deganda yashil energetika loyihalarining mavjud resurslar va sharoitlarga mos kelishi tushuniladi. Buni ikki jihatdan ochib berish mumkin:

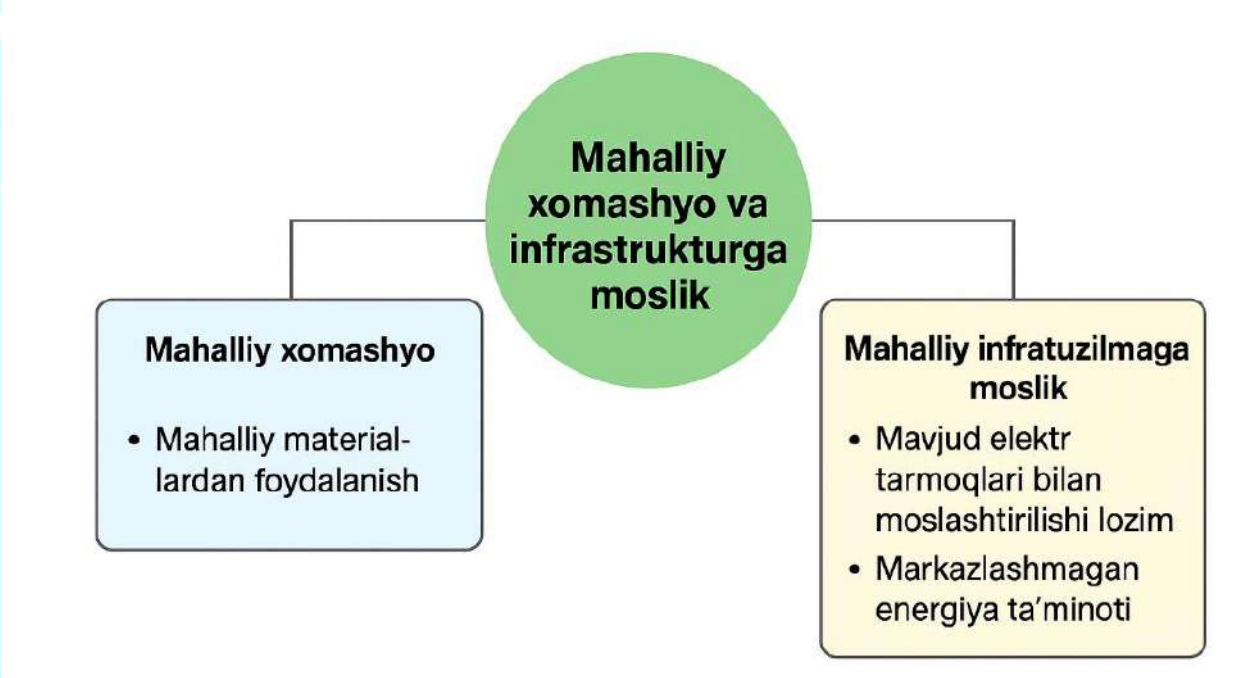
**1. Mahalliy xomashyo**

- Quyosh panellari va shamol turbinalarini ishlab chiqarishda **mahalliy materiallardan foydalanish** iqtisodiy jihatdan foydali.
- Importga qaramlik kamayadi, shu bilan birga **mahalliy sanoat va ishlab chiqarish rivojlanadi**.
- Mahalliy resurslardan foydalanish ishlab chiqarish tannarxini pasaytiradi va **raqobatbardoshlikni oshiradi**.

**2. Mahalliy infratuzilmaga moslik**

- Energiya ishlab chiqarish va taqsimlash tizimlari mavjud elektr tarmoqlari bilan **moslashtirilishi lozim**.
- Qishloq joylarda kichik GES (mini-GES), shamol turbinalari yoki quyosh panellari o‘rnatish orqali **markazlashmagan energiya ta’minoti**ni qo‘llab-quvvatlash mumkin.
- Yashil energetika loyihalari mahalliy transport, saqlash va xizmat ko‘rsatish infratuzilmasini ham **faollashtiradi**.

Xulosa qilib aytganda, mahalliy xomashyo va infrastrukturaga moslashuv yashil energetikaning iqtisodiy samaradorligini oshiradi, yangi ishlab chiqarish zanjirlarini yaratadi va hududiy rivojlanishga turtki beradi.




**Raqamli transformatsiya asosida metodikani joriy etish**

So‘nggi yillarda global energetika tizimi jadal o‘zgarishlarga yuz tutmoqda. Aholi sonining o‘sishi, iqtisodiy rivojlanish va ekologik muammolar qayta tiklanuvchi energiya manbalariga bo‘lgan talabni kuchaytirmoqda. Shu jarayonda


ISSN 3030-3907

raqamli transformatsiya energiya ishlab chiqarish, taqsimlash va iste'mol qilishning samaradorligini oshirishda asosiy vositaga aylanmoqda. Yashil energetikani rivojlantirishda metodik yondashuvni ishlab chiqish va uni raqamli texnologiyalar asosida joriy etish strategik ahamiyat kasb etadi.

**1. Raqamli transformatsiyaning mohiyati va energetikadagi o'rni**

Raqamli transformatsiya — bu an'anaviy ishlab chiqarish va boshqaruv tizimlarini raqamli texnologiyalar bilan uyg'unlashtirish jarayonidir. Energetika sohasi uchun u quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

- real vaqt rejimida monitoring va ma'lumot yig'ish;
- energiya oqimlarini modellashtirish va prognozlash;
- avtomatlashtirilgan boshqaruv va optimallashtirish;
- iste'molchilarni faol jarayonga jalb etish.

Bu jarayon natijasida energetika tizimining moslashuvchanligi va ishonchliligi sezilarli darajada oshadi.

**1-Jadval**

**Yashil energetikada raqamli texnologiyalar qo'llanilishi**

| Texnologiya | Qo'llanilish sohasi | Kutiladigan natija |
|---|---|---|
| Smart-grid (aqlli tarmoqlar) | Energiya ishlab chiqarish va iste'molni muvozanatlashtirish | Barqaror va uzluksiz energiya ta'minoti |
| IoT va sensor tizimlari | Qurilma ishlashini monitoring qilish | Tezkor nosozlik aniqlash,texnik xizmat xarajatlarini kamaytirish |
| Big Data va AI | Ma'lumotlarni tahlil qilish,prognozlash | Energiya taqsimotini optimallashtirish |
| Bulutli platformalar | Ma'lumotlarni saqlash va boshqarish | Shaffoflik,masofaviy nazorat |

**2. Yashil energetikada raqamli texnologiyalarning qo'llanilishi**

Qayta tiklanuvchi energiya manbalari (quyosh, shamol, biogaz, geotermal energiya) tabiatan notekis va o'zgaruvchan. Ularni samarali boshqarish uchun raqamli texnologiyalar zarur. Jumladan:

- Smart-grid (aqlli tarmoqlar): energiya ishlab chiqarish va iste'molni muvozanatlashtirish, avariya xavfini kamaytirish.
- IoT va sensor tizimlari: stansiyalar samaradorligini kuzatish, texnik nosozliklarni oldindan aniqlash.
- Big Data va Sun'iy intellekt: ishlab chiqarish hajmini prognozlash, energiya taqsimotini optimallashtirish.
- Bulutli platformalar: energiya oqimlari haqida shaffof hisobot va tezkor boshqaruv imkoniyati.



ISSN 3030-3907

Quyidagi grafikda metodik jarayon bosqichlari ketma-ketligi ko‘rsatilgan:

Grafik 1.Raqamli transformatsiya asosida metodikani joriy etish bosqichlari

Diagnostika→Texnologik tanlov →Integratsiya→Pilot loyihalar →Masshtablash →Uzluksiz monitor

Bu bosqichli yondashuv transformatsiya jarayonining barqaror va tizimli amalga oshishini ta’minlaydi.

**3. Metodika joriy etish bosqichlari**

Raqamli transformatsiya asosida yashil energetikada metodikani joriy etish quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

**1. Diagnostika va tahlil** – mavjud energetika infratuzilmasi va uning zaif tomonlarini baholash.

**2. Texnologik tanlov** – optimal raqamli vositalar (IoT, SCADA, AI, bulutli tizimlar)ni aniqlash.

**3. Integratsiya** – mavjud tarmoqlarga raqamli qurilmalarni kiritish, axborot xavfsizligini ta’minlash.

**4. Pilot loyihalar** – kichik ko‘lamli sinovlar asosida texnologiyaning samaradorligini tekshirish.

**5. Masshtablash** – natijalarni umumlashtirish va keng miqyosda tatbiq etish.

**6. Uzluksiz monitoring va takomillashtirish** – raqamli tizimlardan kelayotgan ma’lumotlar asosida doimiy nazorat.

**1-Jadval**

**Samaradorlik ko‘rsatkichlari**

| Ko‘rsatkich | An’anaviy tizim | Raqamli tizim | O‘zgarish (%) |
|---|---|---|---|
| Energiya yo‘qotishlari | 12-15% | 5-7% | -50%gacha |
| Nosozliklarni aniqlash vaqti | 6-8 soat | 15-30 daqiqa | -95% gacha |
| Ish samaradorligi | 70% | 90% | +20% |
| Karbon izi | 100% (asos) | 65-70% | -30-35% |

**4. Kutiladigan natijalar**

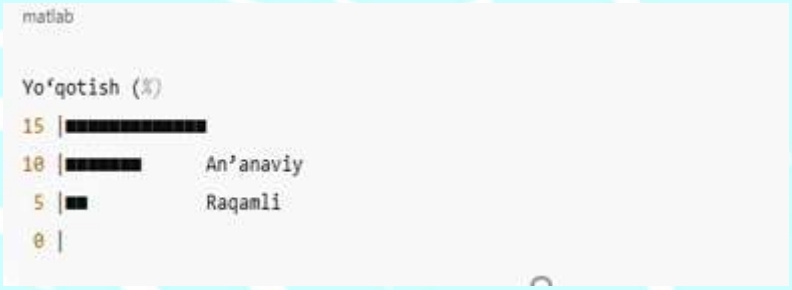
Metodikani joriy etish natijasida quyidagi samaralarga erishiladi:

- Energiya yo‘qotishlari kamayadi va samaradorlik ortadi.
- Karbon izi qisqaradi va ekologik barqarorlik ta’minlanadi.
- Energiya ishlab chiqarish va iste’mol qilish jarayonida shaffoflik yuzaga keladi.
- Moslashuvchan boshqaruv orqali elektr tarmoqlari barqarorligi oshadi.
- Investitsiya jalb qilish uchun asoslangan iqtisodiy ko‘rsatkichlar paydo bo‘ladi.

Grafik 2.Energiya yo‘qotishlari solishtirishi (an’anaviy va raqamli tizimlarda)



ISSN 3030-3907




Grafikdan ko‘rinib turibdiki, raqamli transformatsiya orqali yo‘qotishlar qariyb ikki baravar kamayadi.

**Mahalliy kadrlar tayyorlash tizimida metodik qo‘llanmalar ishlab chiqish** Yashil energetika sohasida mahalliy kadrlar tayyorlash tizimida metodik qo‘llanmalar ishlab chiqish – juda dolzarb. Chunki yangi texnologiyalar tez rivojlanayotgani sababli, ularni puxta o‘zlashtiradigan malakali mutaxassislar bo‘lmasa, loyihalar samaradorligi pasayib ketadi. Shu jihatdan metodik qo‘llanmalar ta’lim va amaliyot o‘rtasida “ko‘prik” vazifasini bajaradi.

**1. Masalaning mohiyati**

- Yashil energetika sohasida ishlaydigan muhandis, texnik va boshqaruvchilar zamonaviy bilim va ko‘nikmaga ega bo‘lishi zarur.
- Mahalliy kadrlar uchun yaratiladigan metodik qo‘llanmalar ularning bilimini **xalqaro standartlar**ga yaqinlashtiradi, shu bilan birga **hududiy sharoit va milliy resurslar**ni hisobga oladi.
- Bunday qo‘llanmalar “nazariya – amaliyot – innovatsiya” zanjirini mustahkamlaydi.

**2. Qo‘llanma ishlab chiqishning asosiy yo‘nalishlari**

**1. Nazariy asoslar**

- Qayta tiklanuvchi energiya manbalari (quyosh, shamol, biogaz, gidroenergiya) bo‘yicha fundamental bilimlar.
- Yashil energetika va ekologiya o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlik.

**2. Texnologik amaliyot**

- Quyosh panellari, shamol turbinalari, biogaz qurilmalari qurilishi va texnik xizmat ko‘rsatish bo‘yicha yo‘riqnomalar.
- Mahalliy sharoitga moslashtirilgan texnologiyalar (masalan, O‘zbekistonda quyosh intensivligi yuqori bo‘lgan hududlarda maxsus panellar).

**3. Raqamli transformatsiya elementlari**

- IT sensorlari, aqlli hisoblagichlar, SCADA tizimlari bilan ishlash ko‘nikmalari.
- Sun’iy intellekt yordamida energiya ishlab chiqarish va taqsimotini prognozlash metodlari.

**4. Innovatsion va tadbirkorlik yondashuvlari**

- Energiya samaradorligi bo‘yicha startap g‘oyalarini ishlab chiqish metodikasi.
- Mahalliy bozor uchun mos biznes-modellar.


ISSN 3030-3907

**5. Me’yoriy-huquqiy asoslar**

- Energetika siyosati, milliy qonunchilik va xalqaro huquqiy me’yorlar.
- Barqaror rivojlanish maqsadlari (SDGs) bilan uyg‘unlik.

**3. Metodik qo‘llanmalarni ishlab chiqish bosqichlari**

**1. Tahlil** – mahalliy oliy ta’lim va kasb-hunar o‘quv muassasalari dasturlarini o‘rganish.

**2. Tajriba almashish** – xalqaro qo‘llanmalar va ilg‘or amaliyotlarni tahlil qilish.

**3. Moslashtirish** – mahalliy sharoit (iqlim, iqtisod, mavjud resurs)ga moslashtirilgan kontent ishlab chiqish.

**4. Pilot qo‘llash** – tanlab olingan ta’lim muassasalarida sinovdan o‘tkazish.

**5. Takomillashtirish va standartlashtirish** – tajribaga asoslangan holda umumiy foydalanish uchun tasdiqlash.

**4. Kutiladigan natijalar**

- Mahalliy kadrlarning **texnik va raqamli ko‘nikmalari** oshadi.
- Oliy ta’lim va ishlab chiqarish o‘rtasida **hamkorlik kuchayadi**.
- Energiya loyihalarini **mahalliy mutaxassislar** o‘zlari mustaqil amalga oshira olishadi.
- Yashil energetika sohasida **innovatsion g‘oyalar va startaplar** ko‘payadi.
- Milliy iqtisodiyotda **importga qaramlik kamayadi**.

**5. Jadval orqali ifoda**

**3-Jadval.**

**Metodik qo‘llanmalarning asosiy bloklari**

| Yo‘nalish | Mazmuni | Amaliy natija |
|---|---|---|
| Nazariya | Qayta tiklanuvchi energiya asoslari | Fundamental bilimlarni shakllantirish |
| Amaliyot | Qurilma va texnologiyalarni o‘rganish | Texnik xizmat ko‘nikmasi |
| Raqamli texnologiya | IoT,AI,SCADA | Zamonaviy boshqaruv madaniyati |
| Innovatsiya | Startap va biznes-modellar | Yangi g‘oya va loyihalar |
| Me’yoriy asos | Qonun va standartlar | Xalqaro integratsiya |

**Tavsiyalar — metodik uslublarning tarkibi va takomillashtirish chorasi**

**1. Milliy metodik qo‘llanma va kompetensiya-freymvork** ishlab chiqilsin: soha bo‘yicha kompetensiyalar (masalan, fotovoltaika tizimlari, shamol energetikasi, tizim integratsiyasi, raqamli monitoring) va ularning baholash mezonlari aniq belgilansin.



ISSN 3030-3907

2. **Modul-asosli o‘quv dasturlari** joriy etilsin: nazariya, laboratoriya, tadbiqiy loyiha va sanoat amaliyotini birlashtiruvchi modullar talab asosida kombinatsiyalanadigan qilib yaratilsin.

**3. Trenerlar tayyorlash tizimi (training-of-trainers)** yo‘lga qo‘yilsin: mahalliy o‘qituvchilarni zamonaviy texnologiyalar va pedagogik metodlar bilan muntazam yangilab borish tizimi tashkil etilsin.

**4. Raqamli o‘quv resurslari va virtual laboratoriyalar** ishlab chiqilsin: onlayn kurslar, simulyatorlar va interaktiv laboratoriyalar orqali ilg‘or amaliy ko‘nikmalar mustahkamlanadi.

**5. Demonstratsion markazlar va pilot loyihalar** tashkil etilsin: hududiy markazlar orqali mahalliy sharoitga mos texnologiyalar sinovdan o‘tkazilsin va qo‘llanma materiallari shu tajriba asosida yangilansin.

**6. Akreditatsiya va sertifikatlash mexanizmi** joriy etilsin: kompetensiyalarga asoslangan sertifikatlar ish beruvchi va investorlarga ishonch beradi.

**7. Ishbilarmonlik va xalqaro hamkorlik** kuchaytirilsin: xususiy sektor bilan hamkorlikda amaliy stajirovkalar hamda xalqaro ekspertlarning tajribasi qamrab olinishi lozim.

**8. Moliyaviy va huquqiy qo‘llab-quvvatlash**: kadrlar tayyorlash loyihalariga subsidiya, soliq imtiyozlari va grantlar ajratish mexanizmlari ishlab chiqilsin.

**Implementatsiya mexanizmi (asosiy bosqichlar)**

- **Preparatoviy bosqich**: milliy ehtiyojlarni va mavjud o‘quv infratuzilmasini tahlil qilish, kompetensiya talablarini aniqlash.
- **Metodik rivojlantirish**: qo‘llanmalar, modul dasturlar va baholash materiallari tayyorlanadi; trenerlar sertifikatlanadi.
- **Pilot tatbiq**: tanlab olingan muassasalarda va demonstratsion markazlarda qo‘llanma sinovdan o‘tkaziladi; fikr-mulohazalar asosida takomillashtiriladi.
- **Masshtablash va monitoring**: amaliyotga joriy etish, akreditatsiya, doimiy monitoring va yangilanish mexanizmini yaratish.

*(Eslatma: yuqoridagi bosqichlar o‘zaro uzviy va takrorlanuvchan bo‘lib, har biri natijalarga qarab qayta ko‘rib chiqilishi lozim.)*

**Baholash mezonlari (taklif etiladigan indikatorlar)**

- yillik ravishda tayyorlangan va sertifikatlangan mutaxassislar soni;
- yangi o‘quv modullari va qo‘llanmalarning amaliyotga joriy etilgan muassasalardagi ulushi;
- ishga joylashish darajasi va ish sifatiga bo‘lgan ish beruvchi qoniqishi (anketalar orqali);
- loyiha darajasida mahalliy tarkib (local content) ulushi;
- energiya loyihalarining samaradorligi (o‘rnatilgan sig‘im, MTBF, uzilishlar soni) va bu ko‘rsatkichlar orqali kamaytirilgan emissiyalar ($tCO_2e$).


ISSN 3030-3907

**Cheklovlar va kelajak tadqiqotlariga tavsiyalar**

- Metodik qo‘llanmalarni ishlab chiqishda mahalliy sharoitlar (iqlim, infratuzilma, iqtisodiy imkoniyatlar)ni hisobga olish zarur; universal yondashuv hamma hududlar uchun teng samarali bo‘lmasligi mumkin.
- Moliyaviy va institutional barqarorlik ta’minlanmaguncha, dasturlar uzoq muddatli natija bermasligi ehtimoli bor — shu sababli moliyalashtirish manbalari diversifikatsiyalanishi lozim.
- Kelajakda metodikalarni samaradorligini baholovchi empirik tadqiqotlar, taqqoslovchi tahlillar va byudjet-tahlillar o‘tkazilishi tavsiya etiladi; shuningdek, raqamli o‘qitishning uzoq muddatli ta’sirini o‘lchaydigan izchil monitoring talab etiladi.

**XULOSA**

Ushbu maqolada O‘zbekistonda yashil energetikani rivojlantirishda mahalliy kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirishga yo‘naltirilgan metodik uslublar tahlil etildi, mavjud kamchiliklar aniqlab olindi va amaliy hamda siyosiy tavsiyalar ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, yashil energetika sohasida barqaror rivojlanishni ta’minlash uchun metodik jihatdan bir nechta uzviy elementlarni birlashtirish zarur: milliy standartlar va kompetensiyalar, amaliy yo‘riqnomalar, raqamli o‘qitish va amaliyot maydonlarida treninglar, shuningdek monitoring va baholash tizimi. Quyida maqola asosiy xulosalari va amaliy tavsiyalari ilmiy-uslubiy jihatdan bayon etiladi.

**Asosiy xulosalar**

**1. Nazariy va amaliy integratsiya zarurati.** An’anaviy o‘quv dasturlari va amaliy mashg‘ulotlar orasidagi zidliklar mahalliy kadrlarning ishga tayyorligini pasaytiradi; shu sababli nazariy bilimlar amaliy yo‘riqnomalar va simulyatsiyalar bilan birlashtirilgan modul-asosli ta’lim tizimi ishlab chiqilishi lozim.

**2. Kompetensiya talablari va sertifikatlash.** Yashil energetika sohasidagi mutaxassisliklar uchun milliy kompetensiya to‘plamlari (knowledge, skills, attitudes) ishlab chiqilib, kasbiy ta’lim va qayta tayyorlash dasturlari ular asosida standartlashtirilishi kerak.

**3. Raqamli va texnologik komponentlarning muhimligi.** IoT, SCADA, big-data va sun’iy intellekt elementlarini o‘z ichiga olgan metodik qo‘llanmalar mahalliy mutaxassislarni raqamli tizimlarda ishlashga yo‘naltirish uchun zarur.

**4. Amaliy makon va demonstratsion loyihalar.** O‘quv-ishlab chiqarish bazalari, laboratoriyalar va pilot stansiyalar orqali olingan tajriba metodik materiallarga kiritilib, o‘qitish jarayonida keng qo‘llanilishi kafolatlanishi lozim.

**5. Moliyalashtirish va qo‘llab-quvvatlash mexanizmlari.** Kadrlar tayyorlashning barqarorligi uchun davlat, xususiy sektor va xalqaro hamkorlik



ISSN 3030-3907

asosida moliyalashtirish instrumentlari (grantlar, kreditlar, green bonds kabi) bilan uyg‘un tizim zarur.

**6. Monitoring va baholash.** Metodik qo‘llanmalar samaradorligini baholash uchun aniq indikatorlar (kompetensiya darajasi, ishga joylashish, loyihalarning mahalliy kontent ulushi va boshqalar) joriy etilishi kerak.

**Yakuniy xulosa**

O‘zbekistonda yashil energetikani rivojlantirishga yo‘naltirilgan metodik uslublarni takomillashtirish — milliy energetika xavfsizligi, iqtisodiy barqarorlik va ekologik maqsadlarga erishishning muhim strategik elementi hisoblanadi. Mazkur maqolada taklif etilgan tizimli yondashuvlar (kompetensiya-freymvork, modul-dasturlar, raqamli resurslar, demonstratsion loyihalar va baholash mexanizmi) mahalliy kadrlarni yuqori malakali, amaliyotga mos va zamonaviy texnologiyalar bilan ishlasha oladigan darajaga ko‘tarishga xizmat qiladi. Har bir tavsiya davlat-xususiy hamkorlik va xalqaro ekspertiza bilan uyg‘unlashtirilgan holda amalga oshirilsa, yashil energetikaning milliy rivojlanish strategiyasiga sezilarli hissa qo‘shiladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Темиров, А. Х., Ахмедов, В. Н. (2021. Получение в нефтегазовой отрасли ингибиторов коррозии на основе тиомочевины, формальдегидной смолы и акриловой кислоты// Международный научный журнал «Universum: технические науки». – Москва, 2021. – №12 (93). – С. 60-62.

2. Alisher, T., Vokhid, A., Bobir, O. Synthesis and properties of thiourea based inhibitors// Международный научный журнал «Universum: технические науки». – Москва, 2022.– №8 (101), – С. 63-65.

3. Temirov, A., Akhmedov, V. (2022). Preparation and properties of a corrosion inhibitor based on thiourea // Scientific Collection «InterConf», (120). – Vilnius, 2022. – №122. –P. 211-213.

4. Temirov, A., & Akhmedov, V. (2022). Physico-chemical characteristics of an aminoaldehyde oligomer with inhibiting properties // Scientific Collection «InterConf». – Warsaw, 2022. – №122. –P. 303-305.

5. Panoyev Erali Rajabboyevich, Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li, Akhmedov Vokhid Nizomovich (Bukhara, Uzbekistan) The corrosion problem in the oil and gas industry . Polish science journal (ISSUE 10(43), 2021) - Warsaw: Sp. z o. o. "iScience", 2021

6. Xamidov, D. G. A., & Temirov, A. H. O. G. L. (2020). Parafinli neftlarning fizik-kimyoviy xossalari tahlili. Science and Education, 1(9).

7. Темиров, А. Х., & Ахмедов, В. Н. (2021). Получение в нефтегазовой отрасли ингибиторов коррозии на основе тиомочевины, формальдегидной



ISSN 3030-3907

смолы и акриловой кислоты. Universum: технические науки, (12-5 (93)), 60-62

8. Alisher hoshim o‘g‘li, T., & Nabiullayevich, A. S. (2024). Neft Va Gazni Qayta Ishlash Korxonalari Jihoz Va Qurilmalarida Kelib Chiqishi Mumkin Bo’lgan Korroziyalar Va Ularning Ldini Olish Usullari. Miasto Przyszłości, 46, 847-851.

9. Hoshim O‘g‘li, T. A., Universiteti, B. D. T., Jumayevich, D. S. B., & Raxmatovna, D. X. G. Z. GAZLARNI MEA YORDAMIDA ABSORBSION TOZALASH.

10. Alisher, T., Vokhid, A., & Bobir, O. (2022). Synthesis and properties of thiourea based inhibitors. Universum: технические науки, (8-3 (101)), 63-65.

11. Темиров, А. Х. (2024). Технология Производства Ингибиторов Коррозии. Miasto Przyszłości, 46, 832-836.

12. Temirov, A. H. O. G. L., O‘G‘Li, G. A. H., & Nosirov, S. N. O. G. L. (2024). Kondensatsiya usuli yordamida gazni qayta ishlash texnologiyasi. Science and Education, 5(3), 204-210.

13. Temirov A. H., To‘raqulova M. Q. & Izzatov D. H. (2024). ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ. Development Of Science, 4(1), pp. 19-24.

14. Alisher hoshim o‘g‘li, T., & Husan o‘g‘li, S. D. (2024). Dizel Yoqilg ‘Isi Tarkibidan Parafinni Adsorbsion Usulda Ajratib Olish Texnologik Tizimi Tahlili. Miasto Przyszłości, 46, 271-275.



ISSN 3030-3907

# KOBALT(II)SULFATNING 3-METILTIO-5-AMINO-1*H*-1,2,4-TRIAZOL BILAN HOSIL QILGAN KOMPLEKS BIRIKMASI SINTEZI VA TADQIQOTI

**Xayrullayev G‘iyosiddin Ulug‘bek o‘g‘li**

***Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti Kimyo fakulteti katta o‘qituvchisi***

***E-mail: Xayrullayev65@mail.ru***

**Annotatsiya.** Ushbu ishda kobalt(II) sulfatning 3-metiltio-5-amino-1*H*-1,2,4-triazol ligandi bilan hosil qilgan yangi koordinatsion birikmasining sintezi va uning tuzilishi hamda fizik-kimyoviy xossalari o‘rganilgan. Sintez 80°C haroratda 8 soat davomida olib borildi. Hosil bo‘lgan kompleksning tuzilishi IR, termogravimetrik va rentgen fazaviy tahlil usullari bilan aniqlangan. IR spektrda M–N va M–O bog‘lanishlariga xos yutilish chiziqlari qayd etilib, koordinatsion bog‘lanishlar hosil bo‘lgani isbotlandi. Termik tahlil natijalari kompleksning uch bosqichda parchalanishini ko‘rsatdi. Olingan rentgen ma’lumotlari yangi kristall fazaning shakllanganini tasdiqladi.

**Kalit so‘zlar:** 1,2,4-triazol, kobalt(II) sulfat, kompleks birikma, ligand, IQ spektroskopiya, termik tahlil, rentgen fazaviy tahlil.

**Аннотация.** В данной работе изучены синтез нового координационного соединения сульфата кобальта (II) с лигандом 3-метилтио-5-амино-1*H*-1,2,4-триазола, его структура, а также физико-химические свойства. Синтез проводили при температуре 80°C в течение 8 часов. Структура полученного комплекса определена методами ИК-спектроскопии, термогравиметрического и рентгенофазового анализа. В ИК-спектре зафиксированы полосы поглощения, характерные для связей M-N и M-O, что доказывает образование координационных связей. Результаты термического анализа показали разложение комплекса в три стадии. Полученные рентгеновские данные подтвердили формирование новой кристаллической фазы.

**Ключевые слова:** 1,2,4-триазол, сульфат кобальта (II), комплексное соединение, лиганд, ИК-спектроскопия, термический анализ, рентгенофазовый анализ.

**Abstract.** This work investigates the synthesis, structure, and physicochemical properties of a novel coordination compound formed between cobalt (II) sulfate and the ligand 3-methylthio-5-amino-1*H*-1,2,4-triazole. The synthesis was conducted at 80°C for 8 hours. The structure of the resulting complex was elucidated using IR spectroscopy, thermogravimetric analysis, and X-ray phase analysis methods. The IR spectrum revealed absorption lines characteristic of M-N and M-O bonds, confirming the formation of coordination bonds. Thermal



ISSN 3030-3907

analysis results demonstrated that the complex decomposes in three stages. X-ray data confirmed the formation of a new crystalline phase.

**Keywords:** 1,2,4-triazole, cobalt (II) sulfate, complex compound, ligand, IR spectroscopy, thermal analysis, X-ray phase analysis.

**Kirish.**

So‘ngi yillarda 1,2,4-triazol va uning hosilalariga asoslangan koordinatsion birikmalar noorganik kimyoning eng faol rivojlanayotgan yo‘nalishlaridan biriga aylandi. Bunday ligandlar o‘z tuzilishidagi azot atomlari, hamda elektron donor guruhlari hisobiga turli valentli metall ionlari bilan barqaror komplekslar hosil qilish xususiyatiga ega. 1,2,4-triazol halqasidagi N-atomlar metall markaz bilan kuchli koordinatsion bog‘ hosil qilishi, shuningdek, turli xil funksional guruhlar bilan modifikatsiya qilinishi ularni yangi koordinatsion birikmalar yaratish uchun qulay ligandlarga aylantiradi. Shu boisdan triazol hosilalari asosidagi komplekslar bugungi kunda kataliz, dori vositalari sintezi, biologik faol moddalarning molekulyar modifikatsiyasi, antimikrob va antitumor preparatlar ishlab chiqish kabi sohalarda keng tadqiq qilinmoqda.

**ADABIYOTLAR TAHLILI.** 3d metall ionlari xususan kobalt, nikel, mis, temir va marganes bilan triazol hosilalarining komplekslari o‘zining o‘ziga xos magnit, optik, elektr va katalitik xususiyatlari bilan ajralib turadi[1-2]. Bunday komplekslarning tuzilishini o‘rganish nafaqat ularning fizik-kimyoviy xossalarini tushunish, balki yangi funktsional materiallar yaratish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi. Ayniqsa, kobalt(II) ionining 1,2,4-triazol hosilalari bilan komplekslari ko‘p yadroli tuzilmalar, ion-transport tizimlari hamda biofaol modellar sifatida katta ahamiyat kasb etmoqda [3-4].

1,2,4-triazolning amin, metiltio, karboksil yoki boshqa guruhlarga ega hosilalari metall ionlari bilan o‘zaro ta’sirlashganda murakkab koordinatsion tizimlar hosil qiladi [5-6]. Bunday komplekslar tuzilishini tahlil qilish ularning barqarorligi, ligand–metall o‘zaro ta’siri, elektron zichlikning taqsimlanishi hamda reaktsion qobiliyatini aniqlashga imkon beradi. Shu bilan birga, bu yo‘nalishdagi tadqiqotlar noorganik sintez, koordinatsion kimyo va materialshunoslik fanlarining kesishgan nuqtasida joylashgan bo‘lib, nazariy hamda amaliy ahamiyatga ega.

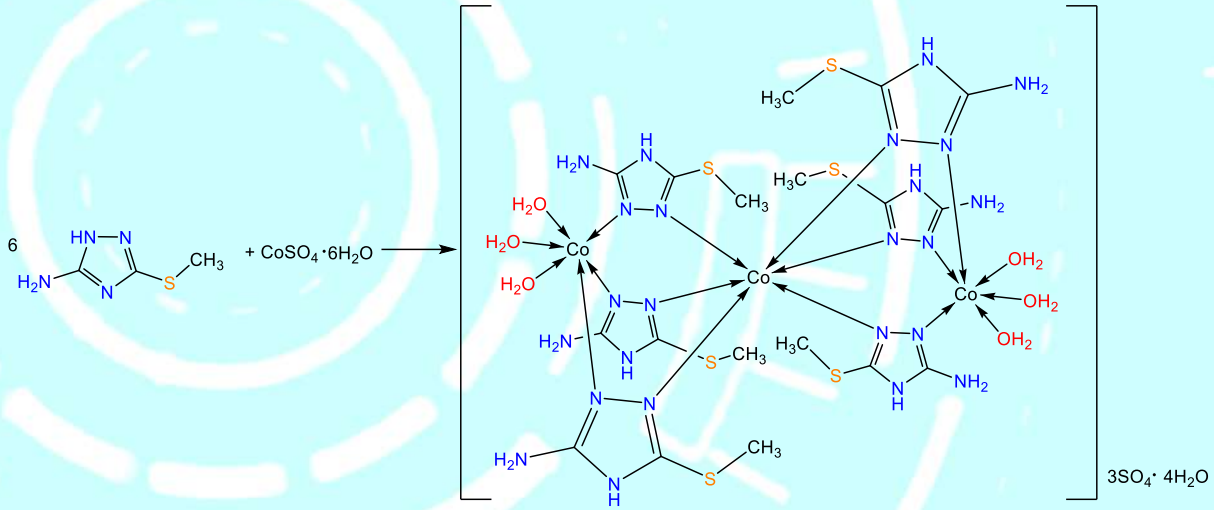
Shunday qilib, 1,2,4-triazol hosilalarining 3d metall tuzlari bilan hosil qilgan komplekslarini sintez qilish, ularning tuzilishini va fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish zamonaviy koordinatsion kimyoning muhim va istiqbolli yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, yangi samarali bioaktiv va funksional moddalarning ilmiy asoslarini yaratishga xizmat qiladi.

**TADQIQOT METADALOGIYASI.** Tadqiqotda kobalt(II)sulfatning 3-metiltio-5-amino-1*H*-1,2,4-triazol (L) bilan kompleks birikmasi sintez qilindi. Sintez jarayoni 80°C haroratda 8 soat davomida olib borildi. Hosil bo‘lgan modda



ISSN 3030-3907

filtrlanib, xona haroratida kristallandi. Kompleksning tuzilishi va tarkibi IQ spektarskopiya, Termik analiz hamda rentgen fazaviy tahlil usullari yordamida o‘rganildi. IQ spektrda M–N va M–O bog‘lanishlariga tegishli yutilish chiziqlari qayd etildi. Termik va rentgen tahlil natijalari kompleksning barqaror va yangi kristall tuzilishga ega ekanligini tasdiqladi.




**1-sxema kompleks sintezi**

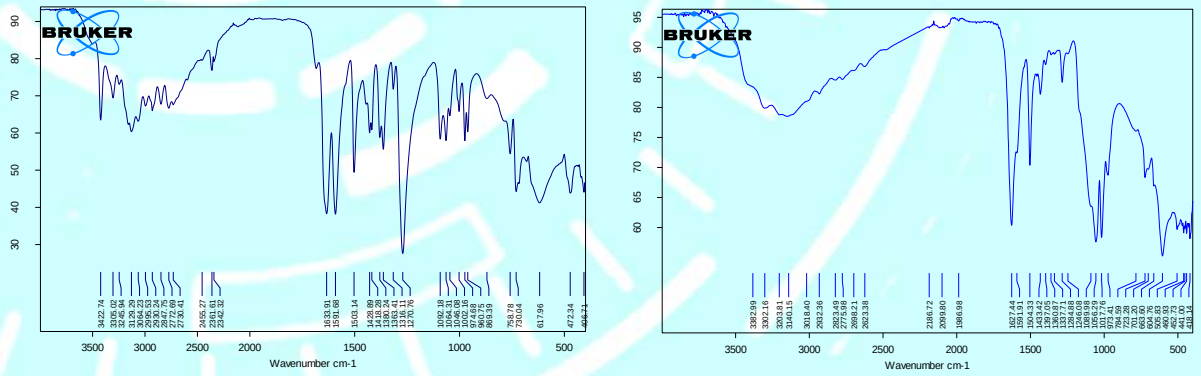
**MUHOKAMA VA NATIJALAR.** $[Co_3L_6(H_2O)_6](SO_4)_3 \cdot 4H_2O$ kompleksining IQ analizi uning monokristallaridan olingan namuna asosida amalga oshirildi (1-rasm). Kompleks spektrida ligand molekulasiga xos bo‘lgan 3302 $cm^{-1}$, 2930 $cm^{-1}$, 1433 $cm^{-1}$, 1270 $cm^{-1}$ sohalardagi asosiy valent tebranishlarni, 1591 $cm^{-1}$, 1433 $cm^{-1}$, 723 $cm^{-1}$ sohalarda esa defarmatsion tebranishlarni ko‘rishimiz mumkin. $L^1$ ning IQ dagi N-N bog‘iga tegishli bo‘lgan yutilish chiziqlari 1046 $cm^{-1}$ (υ N-N) sohadan kompleks spektrida 1017 $cm^{-1}$ quyi sohaga (-29 $cm^{-1}$ ), C=N bog‘iga tegishli 1633 $cm^{-1}$ ($\upsilon_s$ C=N) yutilish chiziqlari kompleks spektrida 1627 $cm^{-1}$ sohagacha siljiganligini ko‘rishimiz mumkin. NH funksional guruhining 3064 $cm^{-1}$ (υNH) sohadagi yutilish chizig‘ esa kompleks spektrida 3018 $cm^{-1}$ sohaga kuchli siljigan. Bundan vodorod atomi triazol halqasida o‘z o‘rnini o‘zgartirgan bo‘lishi mumkin degan xulosaga kelishimiz mumkin. Bundan tashqari kompleks spektrida ligand spektrida uchramaydigan 418 $cm^{-1}$ sohada M-N ga tegishli yutilish chiziqlari namoyon bo‘ladi. Bu kobalt ionlari getroxalqadagi 1 va 2 azot atomlari bilan koordinatsiyaga uchraganligini bildiradi [7].

Kompleksning IQ dagi yana bir o‘ziga xos jihat 3203 $cm^{-1}$ sohada suvga tegishli bo‘lgan keng yutilish chizig‘ining borligida. Bu yutilish chizig‘ining kengligi va boshqa guruhlar signallarini to‘sib qo‘yganligidan kompleks ichki sferasida kobaltga kordinatsiyalangan bir qancha suv molekulalari bor deyishimiz mumkin. Buni 505 $cm^{-1}$ sohada M-O tegishli bo‘lgan yutilish chiziqlarining borligi ham isbotlaydi. Kompleksning IQ da etibor berish kerak bo‘lgan yana bir guruh bu $SO_4^{2-}$ ioniga tegishli bo‘lgan yutilish chiziqlaridir. Agar $SO_4^{2-}$ ioni


ISSN 3030-3907

koordinatsiyalanishda ishtirok etsa uning yutilish chizig‘i intensivligi pasayadi va 1000 $cm^{-1}$ atrofida signal beradi. Kompleks IQ spektrida 1089 $cm^{-1}$ sohada $SO_4^{2-}$ ioniga tegishli keng intensiz yutilish chizig‘i bor. Bundan $SO_4^{2-}$ ioni koordinatsiyalanishda ishtirok etmagan va kompleksning tashqi sferasida joylashgan degan xulosaga kelishimiz mumkin. Komplekslarning IQ spektrlarida 700 $cm^{-1}$ sohadan pastda ko‘plab yutilish chiziqlarining borligi tarkibida ko‘lab koordinatsion bog‘lanishlar bo‘ladigan, ko‘p yadroli komplekslar IQ spektrlariga xosligi adabiyotlarda keltirilgan [8].

Termik analiz usuli (TA) koordinatsion birikmalarning tarkibi, tuzilishi va xossalarini o‘rganishda muhim analiz usuli hisoblanadi. Bu usul moddalarning harorat o‘zgarishiga bog‘liq bo‘lgan fizik-kimyoviy xossalarini (erish, parchalanish, fazaviy o‘tishlar, degidratatsiya) aniqlashga imkon beradigan analiz usuli hisoblanadi [9].



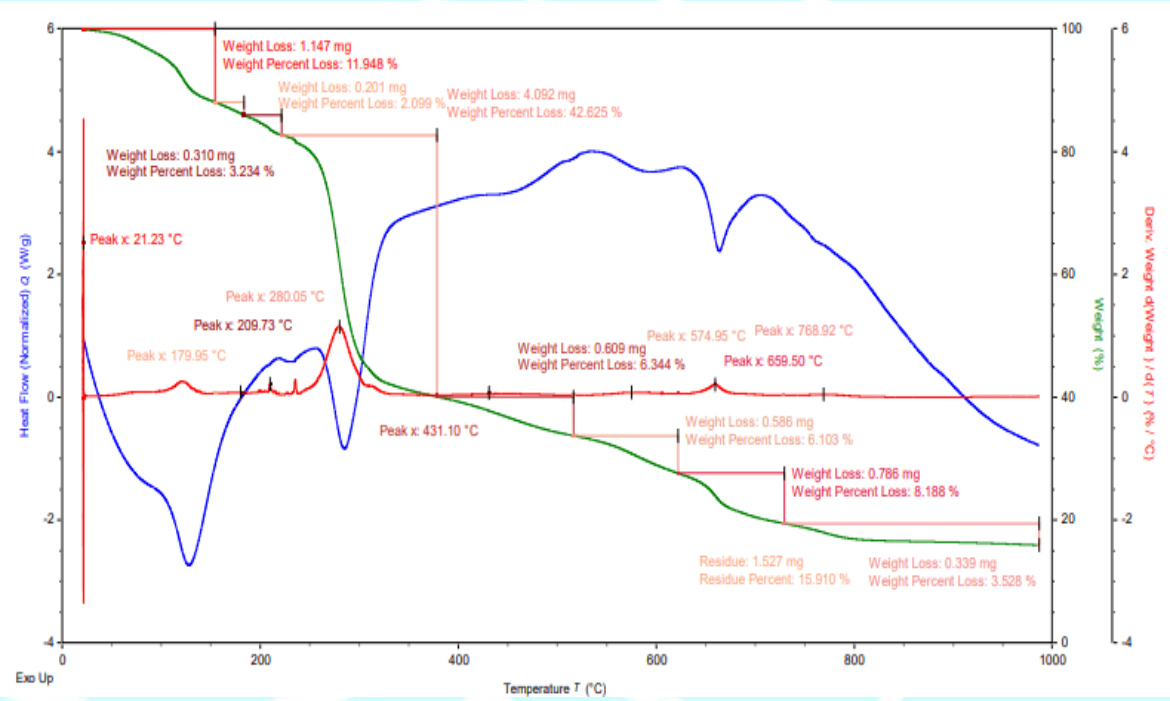

**a** **b**

**1-rasm. a-L ning IQ-spektri, b-kompleksning IQ spektri**

$[Co_3L_6(H_2O)_6](SO_4)_3 \cdot 4H_2O$ kompleksining termogravimetrik tahlili 20 dan 1000ºC gacha bo‘lgan harorat oralig‘ida amalga oshirildi (2-rasm). 179-210ºC oralig‘ida kuzatiladigan endotermik effekt tashqi sferadagi va koordinatsiyalangan 10 molekula suvning degidratatsiyasi ya’ni bosqichma-bosqich chiqishi hisobiga sodir bo‘ladi. Umumiy massa yo‘qolishi 17,281% ni tashkil qildi. 280-575ºC oralig‘ida eng katta 48,969 % massa yo‘qotilishi sodir bo‘ladi. Bu kompleks tarkibidagi olti molekula ligandning parchalanishiga mos keladi. 450–660°C oralig‘idagi ekzotermik effekt bilan boradigan massa yo‘qotish– $SO_4^{2-}$ guruhining termik parchalanishini ($SO_2$ va $O_2$ ajralishi) ifodalaydi. Termik parchalanish 768°C da qattiq qoldiq CoO ning hosil bo‘lishi bilan tugallanadi. Termik analiz shuni ko‘rsatadiki, kompleks birikmada metal va ligand 1:2 nisbatta birikkan.

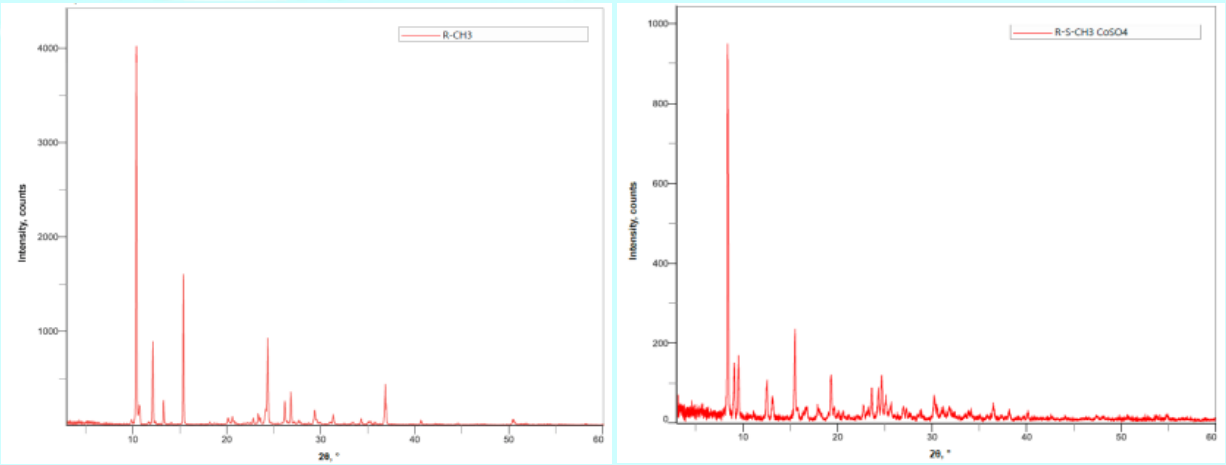
$[Co_3L_6(H_2O)_6](SO_4)_6 \cdot 4H_2O$ ning RFT analizi rentgen nurlari: Cu-Kα **(λ** = 1.5406 Å), 40 kV, 15 mA**,** taralish diapazoni: 2θ = 2–65°, Scan tezligi: 2.00/min, detektor: SC-70S o‘lchash sharoitlarida olib borildi. RFA natijalarida eng yuqori intensivlikdagi 5 ta pik kuzatilgan (2-rasm).


ISSN 3030-3907




**2-rasm. $[Co_3L_6(H_2O)_6](SO_4)_3 \cdot 4H_2O$ kompleksining termogrammasi**

Rentgenogrammada 8.360°, 9.070°, 15.480°, 24.660° kabi yangi difraksion piklarning paydo bo‘lishi kuzatildi. Bu piklar hosil bo‘lgan kompleksning yangi kristall tuzilishiga ega ekanligini isbotlaydi. 2θ = 8.360° (d = 10.577 Å) pikning paydo bo‘lishi katta panjara parametrini ko‘rsatadi, bu esa kompleksning yirik molekulyar tuzilishga ega ekanligini anglatadi. Shuningdek, bu eng kuchli pik bo‘lib, yangi kristall fazaning mavjudligini tasdiqlaydi. 2θ = 24.660° (d = 3.610 Å) dagi pik metall-ligand bog‘lanishiga xos bo‘lgan atomlararo masofalarga mos kelishi mumkin (1-jadval). Bularning barchasi kobalt (II) sulfatning 3-amino-5-metiltio-1,2,4-triazol bilan yangi kompleks birikma hosil qilganligini tasdiqlaydi.




**a)** **b)**

**3-rasm. a) L ning rentgenogrammasi va b) $[Co_3L_6(H_2O)_6](SO_4)_3 \cdot 4H_2O$ kompleksining rentgenogrammasi**



ISSN 3030-3907

**1-jadval**

**$[Co_3L_6(H_2O)_6](SO_4)_3 \cdot 4H_2O$ ning rengenogrammasidagi asosiy ko‘rsatgichlari**

| № | Burchak (2θ, °) | Tekisliklar orasidagi masofa (d, Å) | Pikning maksimal balandligi (cps) | Intenzsivlik I (%) | Zarralarning o‘rtacha o‘lchami (Size, Å) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8.360 | 10.577 | 915 | 100 | 655 |
| 2 | 9.070 | 9.750 | 119 | 14.04 | 568 |
| 3 | 9.520 | 9.290 | 141 | 16.33 | 607 |
| 4 | 12.530 | 7.065 | 91 | 12.40 | 506 |
| 5 | 13.100 | 6.753 | 50 | 8.55 | 418 |
| 6 | 15.480 | 5.724 | 194 | 22.76 | 652 |
| 7 | 15.730 | 5.634 | 26 | 6.44 | 301 |
| 8 | 16.700 | 5.309 | 31 | 10.29 | 303 |
| 9 | 19.280 | 4.604 | 93 | 13.80 | 533 |
| 10 | 22.72 | 3.914 | 30 | 4.12 | 646 |
| 11 | 23.630 | 3.7652 | 65 | 12.73 | 547 |
| 12 | 24.310 | 3.6614 | 63 | 9.88 | 539 |
| 13 | 24.660 | 3.6102 | 110 | 13.81 | 704 |
| 14 | 25.100 | 3.5479 | 43 | 8.90 | 398 |
| 15 | 25.640 | 3.4744 | 30 | 7.04 | 354 |
| 16 | 30.23 | 2.9565 | 42 | 12.92 | 267 |

**XULOSA VA TAKLIFLAR.** O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida kobalt(II) sulfatning 3-metiltio-5-amino-1*H*-1,2,4-triazol ligandi bilan yangi koordinatsion birikmasi muvaffaqiyatli sintez qilindi. IR spektr tahlili natijalariga ko‘ra, M–N va M–O bog‘lanishlariga xos yutilish chiziqlari aniqlanib, metall ionining triazol halqasidagi azot atomlari bilan koordinatsiya hosil qilgani isbotlandi. Termogravimetrik tahlil kompleksning uch bosqichda parchalanishini va 768°C da CoO qoldig‘ining hosil bo‘lishini ko‘rsatdi. Rentgen fazaviy tahlil natijalari esa yangi kristall fazaning shakllanganini va kompleksning yuqori kristallik darajaga ega ekanligini tasdiqladi.

Olingan natijalar 1,2,4-triazol hosilalarining 3d metall ionlari bilan hosil qilgan komplekslari barqaror, ko‘p yadroli va istiqbolli tuzilmalar ekanini ko‘rsatdi. Olingan natijalar kobalt(II) ionining 1,2,4-triazol hosilalari bilan kompleks hosil qilish mexanizmini chuqurroq tushunishga imkon beradi hamda keyingi tadqiqotlar uchun ilmiy asos yaratadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sajjad Hussain Sumrra, Muhammad Anees, Awais Asif, Muhammad Nadeem Zafar, Khalid Mahmood, Muhammad Faizan Nazar, Muhammad Khalid, Muhammad Arif Nadeem and Muhammad Usman Khan Synthesis, structural,



ISSN 3030-3907

spectral and biological evaluation of metals endowed 1,2,4-triazole // Bull. Chem. Soc. Ethiop.- 2020. – P. 335-351.

2. Ali Talib Bader, Nada Ahmed Rasheed Al-qasii, Ahmed Hassen Shntaif, Maryam El Marouani, Mohammed Idaan Hassan AL Majidi, László Trif and Mohammed Boulhaoua Synthesis, Structural Analysis and Thermal Behavior of New 1,2,4-Triazole Derivative and Its Transition Metal Complexes // Indones. J. Chem.- 2022. – P. 223 – 232.

3. E.V. Lidera, E. V. Peresypkinaa, L.G. Lavrenovaa, L.A. Sheludyakovaa, A.I. Smolentseva, V.N. Ikorskiia, T.I. Yaroshenkoc V.N. Elokhinac Coordination Compounds of Cobalt(II), Nickel(II) and Copper(II) with 4(3Hydroxyphenyl)1,2,4-triazole: Synthesis and Study // Russian Journal of Coordination Chemistry.- 2010. – P. 337–346.

4. V.I. Sokol, V.V. Davydov, N.Yu. Merkur'eva, V.S. Sergienko, S.A. Pervushina, Yu.V. Shklyaev Complexes of Cu(II) and Co(II) nitrates with 3-Phenyl-5,5-dimethyl-5,6-dihydro-1,2,4-triazolo[3,4-a]isoquinoline // Russian Journal of Coordination Chemistry.- 2006. – P. 402–415.

5. Gangadhar B. Bagihalli, Prakash Gouda Avaji, Sangamesh A. Patil, Prema S. Badami Synthesis, spectral characterization, in vitro antibacterial, antifungal and cytotoxic activities of Co(II), Ni(II) and Cu(II) complexes with 1,2,4-triazole Schiff bases // European Journal of Medicinal Chemistry. – 2008. – P. 2639-2649.

7. Mitra Ghassemzadeh, Fatemeh Faghani, Saeed Shirkhan, Farshid Mohsenzadeh, Kioumars Aghapoor, Azar Tahghighi, Bernhard Neumüller Novel cobalt(II) complex of a new 24-membered macrocyclic bis-Schiff base bearing 3-mercapto-1,2,4-triazole: Synthesis, characterization, thermal and biological investigations // Journal of Molecular Structure. – 2024. – P. 235-242.

8. Накамото К. ИК-спектры неорганических и координационных соединений. –М: Мир. 1991. 209-225.

9. Lai-Chin Wu, Tsu-Chien Weng, I-Jui Hsu, Yi-Hung Liu, Gene-Hsiang Lee, Jyh-Fu and Yu Wang Chemical Bond Characterization of a Mixed-Valence Tri-Cobalt Complex, Co3(μ-admtrz)4(μ-OH)2(CN)6·2H2O // Inorg. Chem. – 2013. -№ 52. – P. 11023−11033.

10. Larisa C., Mihaela B., Denisa F., Daria D., Dana M., Rodica O. Thermal study on complexes with Schiff base derived from 1,2,4-triazole as potential antimicrobial agents // J Therm Anal Calorim.- 2013. – № 111. – P. 1725–1730.



ISSN 3030-3907

UDK.677.026.24.

# FELTING TEXNIKASI: ZAMONAVIY KIYIM-KECHAK ISHLAB CHIQARISHDA QO`LLANISHI VA AHAMIYATI

**Nutfullayeva Lobar Nurullayevna**
*Buxoro muhandislik-texnologiya instituti Ilmiy maslahatchi*
*E-mail:lobarnur@mail.ru*
**Sharopova Lola Ro‘zimurodovna**
*Ilmiy tadqiqotchi, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti*
*E-mail:saropovalola003@gmail.com*

**Annotatsiya.** Mazkur ilmiy maqolada zamonaviy kiyim-kechak mahsulotlarini loyihalashda felting texnikasining texnologik va estetik imkoniyatlari tahlil qilingan. Tadqiqot doirasida felting asosidagi materiallarning morfologik tuzilishi, bionik shakllanish qonuniyatlari hamda kompozitsion yechimlari ilmiy asosda o‘rganilgan.

Shuningdek, ikki komponentli kigiz tarkibida qo‘shimcha polimer yoki tabiiy tolalarning miqdorini oshirish materialning fizik-mexanik xossalari, strukturaviy barqarorligi va ekspluatatsion ko‘rsatkichlariga ta’siri nuqtayi nazaridan tahlil etilgan. Tadqiqot natijalari felting texnologiyasining zamonaviy kiyim tizimlarida shaklbarqaror va badiiy jihatdan mukammal modellar yaratishdagi o‘rni va ahamiyatini ilmiy jihatdan asoslaydi.

**Kalit so‘zlar:** jun tolasi, bikomponent noto`qima material, tuval, ipak.

**Abstract.** Currently, felting (non-woven felt production) technology, combined with innovative design concepts, is widely used in light industry and fashion industry. This scientific article analyzes the technological and aesthetic possibilities of felting techniques in the design of modern clothing items. As part of the research, the morphological structure of felted materials, the laws of bionic formation and compositional solutions were studied on a scientific basis.

Also, increasing the amount of additional polymers or natural fibers in the composition of two-component felt was analyzed in terms of its effect on the physical and mechanical properties, structural stability and operational performance of the material. The results of the study scientifically substantiate the role and importance of felting technology in creating shape-stable and artistically perfect models in modern clothing systems.

**Keywords:** wool fiber, bicomponent nonwoven material, canvas, silk.

**Аннотация**. В данной научной статье проанализированы технологические и эстетические возможности техники валяния при конструировании современных изделий одежды. В рамках исследования были научно изучены морфологическое строение, закономерности бионического формирования и композиционные решения материалов на основе войлока.



ISSN 3030-3907

Также анализировалось влияние увеличения количества дополнительного полимера или натуральных волокон в двухкомпонентном войлоке на физико-механические свойства, структурную стабильность и эксплуатационные характеристики материала. Результаты исследования научно обосновывают роль и значение технологии валяния в создании формоустойчивых и художественно совершенных моделей в современных системах одежды.

**Ключевые слова:** шерстяное волокно, двухкомпонентный нетканый материал, холст, шелк.

**Kirish**

Hozirgi kunda yengil sanoat va moda industriyasida felting (kigiz) texnologiyasi innovatsion dizayn konsepsiyalari bilan integratsiyalashgan holda keng tadbiq etilmoqda. Inson hayotida zamonaviy kiyim-kechak nafaqat ijtimoiy va madaniy ahamiyat kasb etuvchi kundalik ehtiyoj mahsuloti, balki amaliy san’atning o‘ziga xos namunasidir. Kiyim-kechakdan foydalanish xususiyatlarini ilmiy jihatdan baholashda bir qator mezonlar alohida ahamiyatga ega bo‘lib, ular orasida modaga moslik, estetik dizayn, mahsulotning tashqi ko‘rinishining barqarorligi hamda ekspluatatsion qulaylik ustuvor hisoblanadi.

So‘nggi yillarda etakchi dizaynerlar tomonidan yaratilayotgan zamonaviy kolleksiyalarda tobora ko‘proq qo‘llanilayotgan felting texnikasi ham ushbu innovatsion jarayonlarning yorqin ko‘rinishidir. Mazkur texnologiya, ya’ni kigiz tayyorlash usuli, o‘zining noyob fizik-mexanik va estetik fazilatlari tufayli kiyim-kechak dizaynida eksperimental shakllar, o‘ziga xos fakturalar hamda noan’anaviy badiiy yechimlarni yuzaga chiqarishga xizmat qilmoqda.

Bugungi kunda yengil sanoat sohasida keng ko‘lamli modernizatsiya va strukturaviy islohotlar amalga oshirilmoqda. Zamonaviy moda tadqiqotchilari ushbu jarayonni yangi dizayn konsepsiyalarining shakllanishi, innovatsion yondashuvlarning joriy etilishi va texnologik yechimlarning diversifikatsiyasi bilan izohlaydilar. Bunda kichik ishlab chiqarish korxonalarining yuqori darajadagi moslashuvchanligi, ishlab chiqarish jarayonlarining miniatyuralashtirilishi hamda avtomatlashtirilishi eksklyuziv mahsulotlarning cheklangan miqdorda, lekin yuqori qo‘shimcha qiymat bilan ishlab chiqarilishini ta’minlaydi. Shunday sharoitda materiallarning yangi texnologik imkoniyatlari asosida shakl barqarorligini kafolatlaydigan ishlab chiqarish metodlari raqobatbardoshlikni belgilovchi strategik omil sifatida namoyon bo‘lmoqda.

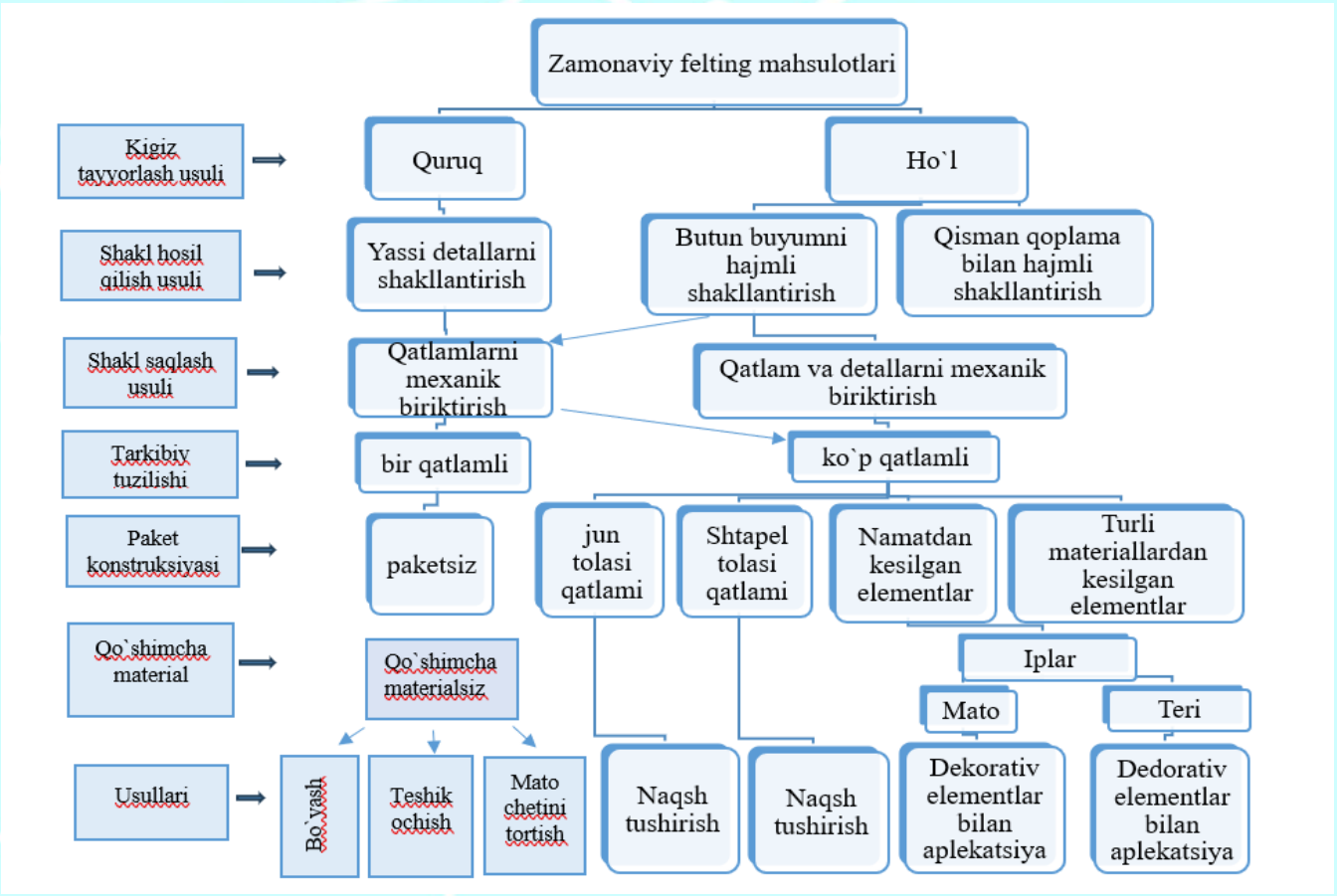
Jun tolalaridan yaratilgan kiyim-kechak mahsulotlari assortimentni kengaytirish, murakkab fazoviy shakllar, innovatsion teksturalar va eksklyuziv dizaynlarni shakllantirishda muhim o‘rin tutadi. Dizayn va texnologik jarayonlarning integratsiyalashgan holda hal etilishi bozorda yangi avlod yuqori



ISSN 3030-3907

sifatli, ekologik xavfsiz va raqobatbardosh jun tolali mahsulotlarning tezroq paydo bo‘lishiga xizmat qiladi.

Felting texnologiyasidan foydalangan holda tayyorlangan mahsulotlarning shakliy barqarorligi, asosan, ramka konstruktsiyalari, maxsus mahkamlash mexanizmlari, dekorativ bezash uslublari va sirt dizaynining funksional xususiyatlari orqali ta’minlanadi. Mehnat zichligi yuqori bo‘lsa-da, mozaika va murakkab applikatsiya texnikasida yaratilgan mahsulotlar o‘zining yuqori chidamliligi va estetik qiymati bilan ajralib turadi. Jun tolali mahsulotlarning mustahkamligini oshirishning samarali yo‘llaridan biri—gazlama konstruktsiyasiga flizelin qatlamini integratsiya qilishdir. Shuningdek, tuval yuzasiga ipak qatlamini qo‘shish orqali konstruktiv qismlarning mustahkamligi oshirilishi mumkin, bu esa felting mahsulotlarini ishlab chiqarishda mehnat zichligining sezilarli darajada oshishiga olib kelmaydi [1]. Shu sababli, nafaqat bezak effektini kuchaytirish, balki kiyimning kigiz asosli qismlarining o‘lchov barqarorligini yaxshilash maqsadida turli xil kompozit materiallardan foydalanish imkoniyatlarini ilmiy asosda chuqur o‘rganish dolzarb hisoblanadi. Mazkur tadqiqot yo‘nalishi yengil sanoatda yangi texnologik paradigmalarni shakllantirish hamda innovatsion mahsulotlarni keng joriy etishga zamin yaratadi.




**1-rasm. Umumiy belgilari bo`yicha zamonaviy kigiz mahsulotlari xarakteristikalari klassifikatsiyasi**



ISSN 3030-3907

Qo‘shimcha materiallarning jun tolalari bilan o‘zaro ta’sir mexanizmlarini shakllantirishdagi organik bog‘lanish qobiliyati, namat(kigiz)ning tuzilish xususiyatlarini aniqlovchi muhim omillardan biridir. Jun tolasi qatlamining solishtirma og‘irligi hamda tuvalning turli qatlamlari orasida joylashtirilgan qo‘shimcha materiallarning fizik-mexanik xususiyatlari namatning elastiklik va qattiqlik ko‘rsatkichlariga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu jarayonda iplarning burmalanish darajasi, tolalarning zichligi hamda qo‘shimcha qatlamning og‘irligi asosiy determinant sifatida namoyon bo‘ladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, ikki komponentli kigiz tarkibida qo‘shimcha material miqdorining oshishi qattiqlik va elastiklik parametrlari o‘sishini ta’minlaydi. Shu bilan birga, qo‘shimcha qatlam tarkibining kritik chegarasi mavjud bo‘lib, ushbu chegaradan oshganda kigizning integral tuzilmasiga ta’sir kamayadi va faqat qo‘shimcha qatlamning individual fizik-mexanik xususiyatlari namatning deformatsion va elastik xususiyatini belgilaydi.

Mazkur ilmiy kuzatishlar bikomponent noto`qima materiallarining tarkibiy dizaynini optimallashtirish, ularning mexanik barqarorligini oshirish hamda zamonaviy tikuvchilik mahsulotlari ishlab chiqarishda texnologik jarayonlarda qo‘llanilishini samarali yo‘naltirish uchun nazariy asos yaratadi.



**2-rasm. Felting texnikasi asosida tayyorlangan buyumlar yuzasida dekorativ effekt namunalari**

Bikomponent noto‘qima materiallardan ishlab chiqilgan berilgan shaklni saqlash xususiyatiga ega konstruktiv elementlar tabiiy tuzilmalarga xos morfologik va funksional xususiyatlar bilan ajralib turadi. “Bionik ob’yekt –bikomponent noto‘qima material-asosiy mato” tizimiga asoslangan model kiyim dizaynida innovatsion yechimlarni shakllantirish imkonini beradi. Ushbu tizimning struktura va funksional integratsiyasi materiallarning o‘zaro moslashuvchanligini ta’minlab, shakl hosil qilish jarayonida optimallashgan plastiklik va barqarorlik xususiyatlarini namoyon etadi. Natijada, kiyim konstruksiyasida nafaqat estetik, balki ergonomik va texnologik samaradorlik ham yuqori darajada ta’minlanadi.



ISSN 3030-3907



**3-rasm. “Bionik ob’yekt –bikomponent noto‘qima material-asosiy mato” tizimiga tayyorlangan namunalar**

Bikomponent noto‘qima materiallardan tayyorlangan shaklbarqaror kiyimlarni badiiy bezash jarayonining rivojlangan strukturasi an’anaviy texnologik jarayonga yangi — “badiiy dizayn” blokining integratsiyasi bilan ajralib turadi. Mazkur blok bionik shakllanish tizimi asosida shakllantirilgan bo‘lib, u kiyim dizaynida estetik va funksional jihatlarning uyg‘unligini ta’minlaydi.

Bikomponent noto‘qima materiallardan asosida ishlab chiqariladigan tikuvchilik mahsulotlarini badiiy bezash metodologiyasi bosqichlari etnik va zamonaviy kigiz buyumlarining tasnifida aniqlangan morfologik, dekorativ va texnologik xususiyatlarga muvofiq ravishda ishlab chiqilgan. Shu asosda yaratilgan metodologiya materiallarning strukturaviy imkoniyatlarini samarali qo‘llash, milliy an’anaviy elementlarni zamonaviy dizayn prinsiplari bilan uyg‘unlashtirish hamda kiyimlarning estetik va ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini optimallashtirishga xizmat qiladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Ю.Ю. Фирсова, М.И. Алибекова, Г.П. Зарецкая //Каркасные системы формообразования в одежде из войлока с применением дополнительных материалов // Швейная промышленность – 2014.

2. ФИРСОВА Юлия Юрьевна //Метод художественного роектирования формоустойчивой одежды из валяльно-войлочных материалов. // Афторефарат -2015.

3. Rudolf Hufenus, Yurong Yan, Martin Dauner, Donggang Yao, Takeshi Kikutani Book Editor(s): Jinlian Hu, Bipin Kumar, Jing Lu “Bicomponent Fibers” First published: 03 April 2020. https://doi.org/10.1002/9783527342587.ch11

4. Мокрое валяние [Электронный ресурс]-http://strana-sovetov.com/hobbies/rukodelie/3212-wet-felting.html.

5. Nutfullayeva L.N.,Sharopova L.R. “Bikomponentli tolalar tasnifi, ishlab chiqarish usullari va bikomponentli tolalarga bo`lgan ehtihoj" BDTU “Ijodkor yoshlar va innovatsion taraqqiyot” mavzusidagi an`anaviy Xalqaro 10-ilmiy-amaliy anjumani. 10-11-iyun 2025 yil, 222-bet.



ISSN 3030-3907

6. L.N.Nutfullayeva, L.R.Sharopova “Bikomponent noto`qima materiallardan tikuvchilik mahsulotlari ishlab chiqarish bo`yicha tadqiqot ishlarining tahlili”.DEVELOPMENT OF SCIENCE. Ilmiy jurnal 2024yil. 253-bet.
7. L.N.Nutfullayeva, L.R.Sharopova “Bikomponent noto`qima materiallardan tikuvchilik mahsulotlarini tayyorlash texnologiyasi”.BILGI CHESHMESI, sayi1, bolum1.2025 yil.6-bet.


ISSN 3030-3907

# МОМИҚНИ АЭРОМЕХАНИК ТОЗАЛАГИЧИ КОНСТРУКЦИЯСИНИ ТАЙЁРЛАШ, ТАЖРИБАЛАРНИ ЎТКАЗИШ МЕТОДИК УСЛУБЛАРИ ВА ДАСТЛАБКИ НАТИЖАЛАР

**Назиров Рахматжон Расулович**
***Толали экинлар илмий-тадқиқот институти,т.ф.н.,доцент***
**Рахманкулов Жасур Эшмуминович**
***ТерДМАУ т.ф.ф.д., доцент.***
**Гулбойев Отабек Абдимурод ўғли**
***ТерДМАУ мустақил тадқиқотчиси***
**Рахманкулов Рашид Эшмуминович**
***ТерДМАУ мустақил тадқиқотчиси***
***Tel: +998915878787***

**Аннотатсия.** Мақолада жинланган чигитни линтерлаш жараёнида олинадиган момиқ махсулотини тозалаш мақсадида ишлаб чиқилган аэромеханик тозалагичини лаборатория стендини тайёрлаш, тажрибаларни ўтказиш методик услублари ва тажрибалар натижасида олинган дастлабки натижалар тўғрисида маълумотлар келтирилган.

**Калит сўзлар:** линтерлаш, момиқ, стенд, хаво, колосник, бурчак, тозалаш, самарадорлик.

**Abstract.** The article presents information on the preparation of a laboratory stand of an aeromechanical cleaner designed to clean the lint product obtained during the linting process of harvested grain, the methodological methods of conducting experiments, and the preliminary results obtained as a result of the experiments.

**Keywords:** linting, lint, stand, air, grate, angle, cleaning, efficiency.

**Аннотация.** В статье представлены сведения об изготовлении лабораторного стенда аэромеханического очистителя, предназначенного для очистки льняного продукта, получаемого при шелушении собранного зерна, методические приемы проведения экспериментов и предварительные результаты, полученные в результате экспериментов.

**Ключевые слова:** шелушение, льняное зерно, стенд, воздух, решетка, угол, очистка, эффективность.

## Кириш

Ишлаб чиқилган момиқни аэромеханик тозалагичини [1, 2] бевосита чигитни линтерлаш машиналари қаторининг (бир қаторда одатда 5 ёки 6 тадан линтер ўрнатилади) момиқни сўрувчи пневмоқувурига ўрнатилиб ишлатилиш имконияти мумкинлиги сабабли, 5ЛП русумли линтерни иш унумдорлиги ва олинадиган момиқни таркиби пахта тозалаш корхонасини иш шароитида ўрганилди. Бу ўрганишлар натижасида олинган маълумотлар ишлаб чиқилган момиқни аэромеханик тозалагичини иш унумдорлиги,


ISSN 3030-3907

тозалаш сифатига таъсир этувчи омилларни аниқланиши тозалагичнинг ишчи органларини ва иш режимларини базавий миқдорларини танлаб олинишига асос бўлиши мумкин.

Хозирги вақтда пахта тозалаш корхоналарининг чигитни линтерлаш жараёнида ишлатиб келинаётган 5ЛП русумли линтерларини момиқ олиш бўйича иш унумдорлиги 30,5 кг/маш.соатни ташкил этмоқда [3, 4]. Шунинг учун ишлаб чиқиладиган момиқни аэромеханик тозаплагичини иш унумдорлиги 180-200 кг/соатдан кам бўлмаслиги керак экан (чунки бир қаторда ўрнатиладиган линтерлар сони 6 тага тенг қабул қилинди).

Пахта тозалаш корхонасининг ишлаб чиқариш жараёнида чигитни линтерлашда олинадиган момиқ махсулотидан намуналар олиб “Tolala” АЖ нинг лабораторияси шароитида унинг таркибини анализ қилиб ўрганиб чиқдик. Ўрганишлар учун пахта хом ашёсининг юқори саноат нави, яъни 1-навли ва паст саноат навли, яъни IV-саноат навли пахталарни дастлабки ишлаш вақтидаги жинланган чигитларни линтерлаш жараёнида олинган момиқ намуналаридан фойдаланилди. Ўрганишлар натижасида олинган маълумотлар 1-жадвалда келтирилган.

**1-жадвал**

**5ЛП русумли линтерни линтерлаш жараёнида олинадиган момиқни таркиби**

| Пахтанинг саноат нави | Ўрганилган намуна миқдори, г | Синган ва бутун чигитлар миқдори, г/% | Майда ифлосликлар миқдори, г/% | Йирик ифлосликлар миқдори, г/% | Жаъми ифлосликлар миқдори, г/% |
|---|---|---|---|---|---|
| 1-нав | 100 | 0,38/5,8 | 3,12/47,71 | 3,04/46,49 | 6,54/100 |
| | 100 | 0,43/6,57 | 3,48/53,21 | 2,63/40,22 | 6,54/100 |
| | 100 | 0,39/5,96 | 3,52/53,82 | 2,63/40,22 | 6,54/100 |
| **Ўртача** | **100** | **0,4/6,11** | **3,374/51,6** | **2,765/42,29** | **6,54/100** |
| IV-нав | 100 | **1,28/9,27** | 7,16/51,88 | 5,36/38,85 | 13,8/100 |
| | 100 | **1,1/7,97** | 6,92/50,14 | 5,78/41,89 | 13,8/100 |
| | 100 | **1,22/8,84** | 7,079/51,297 | 5,5/39,86 | 13,8/100 |
| **Ўртача** | **100** | **1,2/8,69** | **7,053/51,11** | **5,547/40,2** | **13,8/100** |

Изоҳ: жадвалдаги маълумотларнинг суратида келтирилган миқдорлар граммларда, махражида эса мос равишда фоизларда кўрсатилган.

Ўтказилган лаборатория таҳлилларидан (1-жадвал) кўриниб турибдики, пахта тозалаш корхоналарининг технологик тизимида ишлатилаётган линтерларидан ажралаётган момиқ махсулотларининг таркиби асосан синган ва бутун чигит, майда ва йирик ифлосликлардан


ISSN 3030-3907

иборат экан. Яна шунга эътибор қаратиш лозимки, дастлабки ишланадиган пахтанинг саноат навига боғлиқ равишда момиқнинг таркибида жуда кўп миқдорда ифлосликлар (майда ва йирик) 6,54-13,8 % миқдорида бўлиб, бунга қўшимча равишда 6,11-8,69 % гача синган ва бутун чигитлар хам бўлиши, бундай материални тозалаш қийинлигидан далолат бериб турибди.

Бундан ташқари юқоридаги маълумотларга асосланиб, момиқни аэромеханик тозалагичини ишчи кенглигини 600 мм га тенг деб қабул қилинди, бунда асосий аррали барабанни диаметри 310 мм га тенг қабул қилинганида иш унумдорлигини 200 кг/соатдан кам бўлмаган холда таъминланиши хисоблаб чиқилди.

Момиқни аэромеханик тозалагичини схемаси бўйича унинг ишчи чизмалари тайёрланди ва “Пахтасаноат илмий маркази” АЖ таркибидаги “Ижод” МЧЖ да момиқни аэромеханик тозалагич қурилмасининг лаборатория тажриба намунаси тайёрланди. Лаборатория тажриба намунасининг асосий тозаловчи аррали барабанини диаметри 310 мм га тенг деб қабул қилинди, ишчи кенглиги эса 300 мм га тенг қабул қилинди. Ишлаб чиқаришга ўрнатиладиган момиқни аэромеханик тозалагичини ишчи кенглиги 600 мм га тенг бўлганида иш унумдорлигини 200 кг/соат бўлиши юқорида келтириб ўтилганлиги сабабли, лаборатория момиқни аэромеханик тозалагичи 100 кг/соат иш унумдорлигини таъминлаши шарт деб қабул қилинди.

Қуйида 1-расмда момиқни аэромеханик тозалагичини асосий қисмларини тайёрланган намуналари, 2-расмда эса момиқни аэромеханик тозалагичини йиғилгандан кейинги кўринишлари келтирилган.



**1-расм. Момиқни аэромеханик тозалагичини лаборатория стенди учун тайёрланган аррали барабан (чапда) ва чўткали барабан (ўнгда) ларни кўриниши**



ISSN 3030-3907



**2-расм. Чўткали барабан ва кириш қисмида момиқни хаводан ажратиб, аррали барабанга ташлаб берувчи колосникли решеткани йиғилган холати кўриниши (чапда), момиқни аэромеханик тозалагичи лаборатория стендининг умумий кўриниши (ўнгда)**

2-расмда 1-аррали барабанни айлантирувчи шкиви, 2-чўткали барабанни айлантирувчи шкиви, 3-вакуум-клапанни айлантирувчи матор-редуктор, 5-аррали ва чўткали барабанларни айлантирувчи электр двигател, 6-момиқни хаводан ажратувчи колосникли решеткани ўрнатилиш бурчагини ўзгартириш мосламаси, 7 ва 8- момиқни киритувчи ва чиқарувчи пневматик қувурлар кўрсатилган.

Аэромеханик момиқни тозалаш стендини сўрувчи хаво билан таъминлаш ва тозаланган момиқни хаводан ажратиб олиш учун 1,0 $м^3$/сек миқдорида хаво сўрувчи марказдан қочма вентилятордан ва шу хаво миқдорига мосланиб тайёрланган чанг ушлагич (циклон) дан фойдаланилди. Марказдан қочма вентиряторнинг кириш қисмида сўрилувчи хаво миқдорини ростлаш мақсадида тўскич ўрнатилган бўлиб, хисобланган ва керакли сўрувчи хаво миқдорини ростлаш имконияти яратилган. Марказдан қочма вентиляторнинг хавони пуркаш томонида пневмоқувурлар монтаж қилинган бўлиб, улар лаборатория циклони билан бирлаштирилган. Тозаланган момиқни ана шу циклонни пастки қисмидан йиғиб олинади.

Тажрибаларда С-6524 селекцион навли 1ва 4-саноат навли пахтани чигитини линтерлаш вақтида олинган мос равишда 6,54 % ва 13,8 % миқдоридаги бутун чигит ва ифлосликларга эга бўлган момиқлардан фойдаланилди.

Момиқ тозалагичининг аррали барабани атрофига ўрнатиладиган тозаловчи колосникларни қалинлигини 5 мм га, узунлигини 25 мм га, колосниклар билан аррали барабан тишлари учигача бўлган тирқишни 2 мм га тенг қабул қилинди. Тозаловчи колосникларни оралиқ масофасини базавий миқдорини 8 мм га тенг деб қабул қилинди.



ISSN 3030-3907

Аэромеханик момиқ тозалагичининг аррали барабани юқори қисмидаги момиқни тутиб қолувчи колосникли решеткани базавий ўрнатилиш бурчаги $45^0$ га тенг танлаб олинган бўлиб, бу холатда унинг ўрнатилиш текислигидан ўтган тўғри чизиқ аррали барабаннинг марказий ўқидан ўтади. Шу сабабли унинг ўрнатилиш бурчагини ўрганилувчи параметрлари 30, 45 ва $60^0$ га тенг деб қабул қилинди.

Юқорида келтирилганидек, аэромеханик момиқ тозалагичининг аррали барабани юқори қисмидаги момиқни тутиб қолувчи колосникли решеткани базавий ўрнатилиш бурчаги $45^0$ га тенг танлаб олинган бўлиб, бу холатда унинг ўрнатилиш текислигидан ўтган тўғри чизиқ аррали барабаннинг марказий ўқидан ўтади. Хар бир вариантдаги тажрибалар уч мартадан қайтарилишда ўтказилди. Аэромеханик момиқ тозалагичини иш унумдорлиги 100 кг/соат миқдорида ўрнатилди. Колосникларни оралиқ масофаси 5 мм га тенг қилиб тайёрланган бўлиб, титилган холдаги момиқни ва фақат чангни ўтказиш қобилиятига эга. Момиқ таркибидаги йирик ифлосликлар момиқ билан биргаликда колосникли решеткага урилиб, тезлигини йўқотади ва колосникли решетка бўйлаб сирғаниб аррали барабан устига тушади. Колосникли решеткани ўрнатилиш бурчаги аррали барабанга тозаланадиган момиқни узатиш текислигига таъсир этиши мумкин. Бу эса ўз навбатида момиқни тозалаш самарадорлигида ўз аксини топади. Шуни эътиборга олиб, тажрибаларда аэромеханик момиқ тозалагичини момиқни тозалаш самарадорлиги ўрганилди.

Тажрибаларда олинган натижалар 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвалда келтирилган тажриба натижаларидан кўриш мумкинки, аррали барабанга момиқни хаводан ажратиб ташлаб берувчи колосникли решетканинг ўрнатилиш бурчаги момиқ тозалагичининг тозалаш самарадорлигига таъсир этмоқда.

**2-жадвал**

**Аэромеханик момиқ тозалагичининг момиқни тозалаш самарадорлигига колосникли решеткани ўрнатилиш бурчагини таъсири натижалари**

| Колосникли решеткани ўрнатилиш бурчаги, град. | Дастлабки ифл., % | Момиқ чиқиши, % | Тозаланган момиқ ифлослиги, % | Ифлосликлар чиқиши, % | Тозалаш самараси, % |
|---|---|---|---|---|---|
| $30^0$ | 6,54 | 98,2 | 4,72 | 1,8 | 27,83 |
| | | 98,1 | 4,52 | 1,9 | 30,88 |



ISSN 3030-3907

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 98,0 | 4,68 | 2,0 | 28,44 |
| **ўртача** | **6,54** | **98,1** | **4,64** | **1,9** | **29,05** |
| $45^0$ | 6,54 | 97,8 | 4,2 | 2,2 | 35,77 |
| | | 97,7 | 4,32 | 2,3 | 33,94 |
| | | 97,6 | 4,2 | 2,4 | 35,77 |
| **ўртача** | **6,54** | **97,7** | **4,24** | **2,3** | **35,16** |
| $60^0$ | 6,54 | 98,3 | 4,86 | 1,7 | 25,68 |
| | | 98,16 | 4,72 | 1,84 | 27,82 |
| | | 98,14 | 4,64 | 1,86 | 29,05 |
| **ўртача** | **6,54** | **98,2** | **4,74** | **1,8** | **27,52** |

Жумладан, колосникли решетканинг ўрнатилиш бурчаги $30^0$ га тенг бўлганида, момиқ таркибидан ифлосликларни ажратиб олиш миқдори 1,8 % ни ташкил этиб, тозалаш самарадорлиги 27,5 % ни ташкил этганини кўришимиз мумкин. Момиқни хаводан ажратиб аррали барабанга ташлаб берувчи колосникли решетканинг ўрнатилиш бурчаги $45^0$ га ўзгартирилганида, момиқ таркибидан ифлосликларни ажратиб олиш миқдори 2,1 % ни ташкил этиб, тозалаш самарадорлиги 32,1 % гача ошганини аниқланди. Лекин колосникли решетканинг ўрнатилиш бурчагини яна хам катталаштириб, $60^0$ га тенг ўрнатилганида, момиқ таркибидан ифлосликларни ажратиб олиш миқдори яна камайиб, 1,6 % ни ташкил этди, тозалаш самарадорлиги эса 24,5 % ни ташкил этганини кўришимиз мумкин. Бунга сабаб, колосникли решеткани ўрнатилиш бурчагини кичик ($30^0$) бурчакка ўрнатилганида унга урилаётган момиқ массаси кескин тезлигини ва йўналишини ўзгартиришига тўғри келгани учун, момиқни аррали барабанга узатиш нотекис бўлмоқда, шу сабаб момиқни тозалаш самарадорлиги кам.

Колосникли решетканинг ўрнатилиш бурчаги $45^0$ га тенг бўлганида, унга урилаётган момиқ йўналишини кескин ўзгартирмайди, балки тезлигини йўқотган холда, колосникли решетка сиртида сирпаниб аррали барабаннинг устига тушади, шу сабабли момиқни аррали барабанга узатиш текислиги ошади ва натижада момиқни тозалаш самарадорлиги хам ошган.

Колосникли решетканинг ўрнатилиш бурчаги $60^0$ гача оширилганида эса, колосникли решеткага урилаётган момиқ тезлигини камроқ йўқотади йўналишини колосникли решетка сирти бўйлаб ўзгартириб, аррали барабанга нисбатан каттароқ тезликда тушади, бу эса момиқни арра тишлари билан илиб олишга қаршиликни кўпайтиради, тозалаш самарадорлиги хам камайиб кетишини 2-жадвалдан кўришимиз мумкин.


ISSN 3030-3907

Тажриба натижаларидан хулоса қилишимиз мумкинки, колосникли решеткани ўрнатилиш бурчагини $45^0$ га тенг қабул қилингани маъқул экан, бу холатда ўрнатилганида аэромеханик момиқ тозалагичини момиқни тозалаш самарадорлиги нисбатан юқори бўлмоқда.

## ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. 1.R.R.Nazirov.,J.E.Raxmankulov.,R.E.Raxmankulov.,O.A.Gulboyev.
2. Momiqni aeromexanik tozalagichini ishlab chiqish bo‘yicha tadqiqotlar yo‘nalishini asoslash. Namangan muhandislik va qurulish instituti Mexanika va texnologiya ilmiy jurnal.№1 (18) 2025,6-jild,1-son,2025. 266-270 betlar.
3. 2.Р.Р.Назиров.,Ж.Е.Рахманкулов.,Р.Е.Рахманкулов.,О.А.Гулбойев.
4. Момиқни самарали тозалаш ускунасини схемаси ва асосий ўрганилувчи параметрларини танлаш. Barqaror rivojlantirish doirasida engil sanoat, oziq-ovqat va qishloq xo‘jaligi sohalarining innovatsion texnologiyalaridagi o‘rni Xalqaro ilmiy-texnik anjuman 2025 yil 10-11 Aprel 172-174 betlar.
5. Паспорт пильного линтера 5ЛП, Ташкент, ТГСКБ по хлопкоочистке, 1981г.
6. Дьячков В.В., Фадин А.А., Бакиев Р.А. Создание модернизированного пильного линтера с элементами автоматического управления его работой. Отчет ЦНИИХпрома. Ташкент, 1990.- 211 с.



ISSN 3030-3907

УДК 613.2614.31:63

# ТЕХНОЛОГИЯ ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНЫЕ ЗАВОДЫ

**Muxamedova Z.R.**
*Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti*
*Email: muxamedova.zarifa@bsmi.uz*
*https://orcid.org/0009-0003-4274-9394*

**Аннотация:** в статье изучали на хлопкозаводе содержание пыли в воздушной среде цехов, оценено загрязнение воздуха в рабочем зоне и внешнее среде Также анализировано воздействие органической пыли на здоровье рабочих, занятых переработкой растительного сырья (хлопок, кенаф, лен и др.), приковывает все большее внимание исследователей.

**Ключевые слова:** хлопок-сырец, волокно, продукция, сбор, транспортировка, хранение, переработка, хлопковый бунт, хлопкоочистительные заводы, модулеукладчик.

**Annotation:** The article studied the dust content in the air of the workshops at a cotton mill, and assessed air pollution in the work area and the external environment. The impact of organic dust on the health of workers engaged in the processing of plant raw materials (cotton, kenaf, flax, etc.) was also analyzed, which is attracting increasing attention from researchers.

**Key words:** raw cotton, fiber, products, collection, transportation, storage, processing, cotton riot, cotton gins, module stacker.

**Annotatsiya:** Maqolada paxta fabrikasidagi sexlar havosidagi chang miqdori o‘rganilib, ish joyi va tashqi muhitdagi havo ifloslanishi baholandi. Organik changning o‘simlik xomashyosini (paxta, kenaf, zig‘ir va boshqalar) qayta ishlash bilan shug‘ullanuvchi ishchilar salomatligiga ta’siri ham tahlil qilindi, bu esa tadqiqotchilar e’tiborini tobora ortib bormoqda.

**Kalit so‘zlar:** paxta xomashyosi, tola, mahsulot, yig‘ish, tashish, saqlash, qayta ishlash, paxta riot, paxta tozalash, modul yig‘uvchi.

## Введение

Основными операциями производства хлопка-сырца являются основная и предпосевная обработка почвы, подготовка и высев семян, культивация, борьба с вредителями и болезнями, подготовительные работы к уборке и уборка хлопка, другие основные и подготовительные работы.

Воздействие органической пыли на здоровье рабочих, занятых переработкой растительного сырья (хлопок, кенаф, лен и др.), приковывает все большее внимание исследователей. Однако существование легочной патологии, этиологически связанной с органической пылью, еще не доказано. Отечественные и зарубежные авторы многократно отмечали, что у данной категории рабочих нередко возникают острые и хронические заболевания,



ISSN 3030-3907

этиологически обусловленные влиянием эазличных компонентов органической пыли (Shilling и Hyghes; Shilling; Н. И. Сметанин \ и др.). К острым заболеваниям этой группы следует отнести так называемую фабричную лихорадку, сенную лихорадку, катары верхних дыхательных путей и острые вазомоторные риниты; среди хронических заболеваний — биссиноз, хронические бронхиты с нередким астмоидным компонентом, «кашель ткачей» и т. п.

На обследованных нами хлопкозаводах принимаются меры к охране атмосферного воздуха от загрязнения пылью путем осуществления специальных санитарно-технических мероприятий (механизация и герметизация производственных процессов, строительство пылеосадочных камер, циклонов и др.). Тем не менее хлопкозаводы остаются еще значительным источником загрязнения пылью атмосферы, что связано с особенностями производства, основными этапами которого являются транспортировка хлопка-сырца по трубопроводам, его сушка и очистка от посторонних примесей, отделение волокна и линта от семян, прессование хлопка в кипы, переработка отходов и др. Хлопок-сырец еще до поступления на завод загрязняется почвенно-минеральной пылью при сборе на поле, особенно хлопкоуборочными машинами, на полевых станах, при подсушке и перевалке. В отдельных случаях засоренность низких сортов хлопка достигает 20% и более. На хлопкозаводе транспортировка хлопка между цехами, а также его движение в очистителях, джиннах и линтерах осуществляются воздушными потоками, и после завершения отдельных циклов отработанный воздух выбрасывается в атмосферу, проходя очистку в пылеосадочных камерах и циклонах. Основными причинами выброса пыли в атмосферный воздух служат малая эффективность пылеулавливающих установок, недостаточная герметизация агрегатов, плохая изоляция мест поступления пыли и др.

**Материалы и методы изучение:**

Основными операциями производства хлопка-сырца являются основная и предпосевная обработка почвы, подготовка и высев семян, культивация, борьба с вредителями и болезнями, подготовительные работы к уборке и уборка хлопка, другие основные и подготовительные работы.

Воздействие органической пыли на здоровье рабочих, занятых переработкой растительного сырья (хлопок, кенаф, лен и др.), приковывает все большее внимание исследователей. Однако существование легочной патологии, этиологически связанной с органической пылью, еще не доказано. Отечественные и зарубежные авторы многократно отмечали, что у данной категории рабочих нередко возникают острые и хронические заболевания,


ISSN 3030-3907

этиологически обусловленные влиянием эазличных компонентов органической пыли (Shilling и Hyghes; Shilling; Н. И. Сметанин \ и др.). К острым заболеваниям этой группы следует отнести так называемую фабричную лихорадку, сенную лихорадку, катары верхних дыхательных путей и острые вазомоторные риниты; среди хронических заболеваний — биссиноз, хронические бронхиты с нередким астмоидным компонентом, «кашель ткачей» и т. п.

Мы изучали на хлопкозаводе содержание пыли в воздушной среде цехов и на расстоянии 300, 500, 1000 м от источников выделения пыли. Основной нашей задачей было выявление параметров максимальной загрязненности пылью воздуха, поэтому отбор проб мы проводили при работе всех цехов и во время переработки низших сортов хлопка-сырца. На каждой точке отбирали 30—40 проб и результаты определяли гравиметрическим методом, согласно существующим инструкциям. В сушильно-очистительном цехе запыленность воздуха варьировала от 114,5 до 380,7 мг/м3 (в среднем 222,5 ± 10,5 мг/м3) и джинно-линтерном цехе —от 53 до 324,4 мг/м3 (в среднем 164,1 ± 12,1 мг/м3). При скорости ветра 3—15 м/с, относительной влажности воздуха 37—56% и его температуре 19—28° на расстоянии 300 м от источников выделения пыли ее концентрация в атмосфере колебалась от 15,1 до 48,2 мг/м3 (в среднем 26,3 ± 1,5 мг/м3). При удалении от хлопкозавода на 500 м в атмосфере содержалась пыль в пределах 3,6—29,8 мг/м3 (12,7 ± 1,2 мг/м3), а на расстоянии 1000 м запыленность воздуха составляла от 3,2 до 12,5 мг/м3 (6,1 ± 0,5 мг/м3).С увеличением расстояния от источников выброса загрязненность атмосферы в десятки раз превышала максимально допустимые концентрации пыли в воздухе (0,5 мг/м3). По данным дирекции хлопкозавода, здесь в марте 1973 г. переработано 5870 т хлопка-сырца и получено 1903 т волокна, 3421 т семян, 220 т линта и 3 т хлопкового пуха, вывезено 80 т отходов. Следовательно, при переработке около 6000 т хлопка-сырца в течение месяца в атмосферу выбрасывается 243 т хлопково-минеральной пыли.

Проведено санитарное обследование территории около 400 жилых домов, расположенных к юго-западу от хлопкозавода, и опрошено более 1,5 тыс. жителей этих домов (господствующие ветры северо-восточные). Установлено, что на расстоянии до 500 м от хлопкозавода загрязненный пылью воздух затрудняет поддержание чистоты и порядка во дворе и жилых комнатах. Хлопковая пыль ухудшает условия выращивания фруктов и овощей. Пыль скапливается на ветках деревьев, овощах и люцерне. Слоем пыли покрыта почва у заборов, на берегах арыков и др. На расстоянии до 1000 м от хлопкозавода обнаружены на земле редко рассеянные хлопковые


ISSN 3030-3907

волокна (летучки), на отдельных густо переплетенных ветках деревьев выявлено накопление хлопковой пыли.Опрос населения показал, что в некоторые дни (при сильном ветре и переработке низших сортов хлопка) наблюдается значительная запыленность атмосферы, отрицательно влияющая на жилищно-бытовые условия. Однако, по словам жильцов, в течение года периоды значительной запыленности воздуха длятся не более 30—40 дней, а в остальное время загрязнения воздуха не бывает.

**Обсуждение** :Таким образом, обнаружено влияние пыли на жилищно-бытовые условия местного населения. При этом следует учесть также и то, что минерально-органическая пыль хлопкозаводов является высокодисперсной, содержит 16—32% двуокиси кремния и 39—57% силикатов. Кроме того, она обильно обсеменена бактериями и плесневыми грибами, содержит хлорорганнческие пестициды. Мы считаем, что в условиях пустынно-континентального климата Хорезмского оазиса и при существующей технологии очистки хлопка-сырца и его отходов на хлопкозаводах санитарно-защитная зона между ними и селитебной территорией должна быть не менее 500 м.Санитарно-гигиенические исследования, проведенные на ^хлопкоочистительных заводах, показали, что большинство из них не имеет санитарнозащнт-ных разрывов от жилых территорий. Хлопкоочистительные заводы многих районных центров, построенные в 40—50-х годах, окружены жилыми кварталами или же вплотную примыкают к селитебным территориям. В генпланах этих населенных пунктов предусматривалось создание защитных зон в радиусе 300 м от хлопкозаводов. Вновь построенные хлопкозаводы (Шават, Янгибазар, Багат и др.), судя по проектным материалам, также имеют санитарно-защитную зону. Однако при реализации генпланов эти зоны зачастую застраиваются жилыми и общественными зданиями. Значение охраны атмосферного воздуха от загрязнения хлопковой пылью возрастает в связи с тем, что после завершения строительства гидросооружений в несколько раз увеличится количество хлопкоперерабатывающих предприятий, а следовательно, и производство хлопка-сырца воблостях..

**Выводы:**1. У лиц, занятых переработкой хлопка и кенафа, встречаются заболевания, протекающие по типу хронического бронхита, иногда с умеренно выраженной эмфиземой легких. У лиц, подвергавшихся воздействию высоких концентраций органической пыли, к этой патологии иногда присоединяется астмоидный компонент. Выраженных форм биссиноза не выявлено; «фабричной лихорадки» ни в момент обследования, ни ретроспективно также не установлено.



ISSN 3030-3907

2. В происхождении острых заболеваний дыхательных путей у этой категории рабочих одним из этиологических факторов может служить сапрофитная и условно патогенная грибная флора, постоянно обнаруживаемая в воздухе цехов, особенно при обработке низкосортного растительного сырья.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белоножко Г.А., Зорьева Т.Д., Гигиенические аспекты применения пестицидов в закрытом грунте,-Гиг и сан .2000, №1 с 74-76
2. Бегляров Г.А Биологичкийметод борьби с вредительями овощных культур в защищенном грунте._ В кн.: Защита овощных и бахчевых кулътур и картофеля от вредителей, болезней и сорняков.М., 1978, с.52-64.
3. Балсунова И.Я.Особенности некоторых реакций сердечно-сосудистой системы при различной труде в условиях сельскохозяйственного производства -Гиг. труда, 1998, вып 14, с 68-74
4. Гвоздова Н.М. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у механизаторов сельского хозяйства. -В кн.: Вопросы гигиены села. Саратов, 2000, с 154-158
5. Гигиениеские нормативы.Предельно-допустимые концентрации(ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны,’’СанПиН Руз№0294-11-125с
6. Гигиена труда в современном сельском хозяйстве под ред. Я.Б.Резника, Кишенев, Шитинца 2008,105с
7. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2016 yil 19 sentyabrdagi “Meva - sabzavot, uzum va poliz maxsulotlari ekspotr qilishni rag‘batlantirishga doir qo‘shimcha chora tadbirlar to‘g‘risi” dagi PQ 2603 -sonli qarori.
8. Uzbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 29 martdagi sabzavot yetishtirishni jadallashtirish to‘g‘risida”gi PQ 2903 qarori.


ISSN 3030-3907

**УДК 685.21:677.01**

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ОБУВИ

**Узакова Л.П.,**
***Бухарский государственный технический университет***
***Бухара, Узбекистан***
**Авезов М.Ф.**
***Бухарский государственный технический университет***
***Бухара, Узбекистан***

**Аннотация:** В статье рассматриваются современные материалы, применяемые в производстве рациональной обуви, обеспечивающие высокий уровень комфорта, функциональности и долговечности. Акцент сделан на дышащих и антимикробных материалах, лёгких и износостойких композитах, а также экологичных и устойчивых материалах. Представлены характеристики, технологические преимущества и примеры применения в современной обувной промышленности.

**Ключевые слова:** рациональная обувь, дышащие материалы, антимикробные покрытия, композиты, экологичные материалы, устойчивое производство.

**Abstract:** The article examines modern materials used in the production of rational footwear, providing a high level of comfort, functionality, and durability. Special attention is given to breathable and antimicrobial materials, lightweight and wear-resistant composites, as well as eco-friendly and sustainable materials. The paper presents their characteristics, technological advantages, and examples of application in the contemporary footwear industry.

**Keywords:** rational footwear, breathable materials, antimicrobial coatings, composites, eco-friendly materials, sustainable manufacturing.

**Annotatsiya**: maqolada yuqori darajadagi qulaylik, funksionallik va chidamlilikni ta'minlaydigan oqilona poyabzal ishlab chiqarishda ishlatiladigan zamonaviy materiallar ko‘rib chiqiladi. Nafas oladigan va mikroblarga qarshi materiallar, engil va aşınmaya bardoshli kompozitsiyalar va barqaror va barqaror materiallarga e'tibor qaratiladi. Zamonaviy poyabzal sanoatida foydalanish xususiyatlari, texnologik afzalliklari va misollari keltirilgan.

**Kalit so‘zlar:** oqilona poyabzal, nafas oladigan materiallar, mikroblarga qarshi qoplamalar, kompozitlar, ekologik toza materiallar, barqaror ishlab chiqarish.

## Введение

Развитие обувной промышленности в XXI веке сопровождается переходом от традиционных материалов к инновационным и высокотехнологичным решениям, обеспечивающим не только эстетические, но и функциональные качества изделий. В условиях роста требований со



ISSN 3030-3907

стороны потребителей и перехода к устойчивому производству, важнейшую роль играют материалы нового поколения, сочетающие в себе лёгкость, прочность, гигиеничность и экологичность[1].

Современная обувная промышленность сталкивается с растущими вызовами, связанными с изменением потребительских предпочтений и усилением требований к экологической ответственности. В условиях глобализации и быстрых технологических изменений важность разработки новых материалов, обеспечивающих оптимальное сочетание комфорта, функциональности и устойчивости, становится особенно значимой. Рациональная обувь, ориентированная на анатомические особенности и индивидуальные потребности, требует применения инновационных решений в области материаловедения. Таким образом, исследование современных материалов и технологий их использования способствует не только повышению качества продукции, но и развитию экологически безопасных и экономически эффективных производственных процессов.Рациональная обувь - это обувь, соответствующая анатомическим особенностям стопы, условиям эксплуатации и современным представлениям о комфорте и здоровье[2]. В производстве такой обуви всё чаще применяются дышащие мембраны, антимикробные компоненты, композитные материалы и переработанное сырьё. Ведущие производители обуви внедряют технологии индивидуализации и устойчивого дизайна, что требует всё более продвинутых материалов с прогнозируемыми характеристиками.

Микроклимат внутри обуви играет ключевую роль в комфорте пользователя. Применение дышащих мембран, таких как Gore-Tex, eVent, SympaTex позволяет добиться водонепроницаемости и одновременной паропроницаемости благодаря микропористой структуре материала. Эти технологии особенно актуальны для повседневной, спортивной и трекинговой обуви[3].

Для повышения гигиенических свойств широко применяются наночастицы серебра, меди и цинка, которые встраиваются в волокна подкладочных и стельных материалов. Такие решения обеспечивают долговременную защиту от бактерий, вызывающих запах и раздражение кожи.

Дополнительно используются натуральные антимикробные компоненты: экстракты алоэ вера, чайного дерева, эвкалипта, которые безопасны для кожи и подходят для биоразлагаемых конструкций[6]. В перспективе развиваются самоочищающиеся покрытия на основе фотокатализаторов, например, диоксида титана[4].


ISSN 3030-3907

Современные полимерные материалы EVA (этиленвинилацетат), PU (полиуретан) и TPU (термополиуретан) - обеспечивают амортизацию, гибкость и устойчивость к механическим повреждениям. Их применение в межподошвах и подошвах позволяет уменьшить массу обуви и повысить её долговечность.

Инновации включают в себя армирование углеродными волокнами, что повышает прочность при сохранении лёгкости. Такие технологии применяются, например, в серии Nike ZoomX Vaporfly, где лёгкая подошва сочетается с высокой энергией возврата.

Использование 3D-печати композитов позволяет проектировать индивидуальные подошвы с заданной жёсткостью и плотностью в разных зонах стопы. Это даёт возможность создавать обувь, полностью адаптированную под биомеханику пользователя.

Среди ключевых трендов современной обувной индустрии устойчивое потребление и экологичный подход. Всё чаще используются материалы растительного происхождения:

- ❖ Pinatex (волокна ананаса);
- ❖ Hemp (конопля);
- ❖ Bamboo fiber (бамбук);
- ❖ Органический хлопок.

Такие материалы обладают высокой прочностью и биоразлагаемостью. Производители, такие как Allbirds, Veja, Vivobarefoot, разрабатывают полностью перерабатываемые и возобновляемые компоненты, включая подошвы из переработанной резины и ткани из пластиковых отходов. В Узбекистане также ведутся научные и прикладные исследования по созданию обуви на основе биоразлагаемых материалов местного производства.

**Таблица-1**

**Технологические преимущества и применение обувных материалов.**

| **Наименование материала** | **Основные характеристики** | **Технологические преимущества** | **Применение в обувной промышленности** |
|---|---|---|---|
| Gore-Tex, eVent, SympaTex | Водонепроницаемость паропроницаемость | Микропористая структура, поддержка микроклимата | Повседневная спортивная, трекинговая обувь |



ISSN 3030-3907

| | | | |
|---|---|---|---|
| Наночастицы Ag, Cu, Zn; экстракты алоэ вера, чайного дерева, эвкалипта | Долговременная защита от бактерий, биоразлагаемость | Устранение запахов, защита кожи, безопасность | Подкладки, стельки, биоразлагае-мые конструкции |
| EVA, PU, TPU | Амортизация, гибкость, износостойкость | Уменьшение массы, долговечность | Межподошвы подошвы |
| Углеродные волокна | Высокая прочность, лёгкость | Повышение прочности без увеличения веса | Спортивная обувь |
| Персонализиров анные композиты | Задание жёсткости и плотности в разных зонах стопы | Индивидуаль-ная адаптация под био-механику | Индивиду-альные подошвы |
| Pinatex (ананас), Hemp (конопля), Bamboo fiber (бамбук), Органический хлопок | Высокая прочность, биоразлагаемость | Возобновля-емость, снижение воздействия на природу | Экологичная и устойчивая обувь |
| Клеи на водной основе, натуральные красители | Нетоксичность, снижение вредных выбросов | Улучшение условий труда, экологичность | Соединение деталей, окраска обуви |

Для соединения деталей обуви используются клеи на водной основе, а натуральные красители применяются вместо токсичных пигментов. Это способствует не только снижению вредных выбросов, но и улучшению условий труда на предприятиях.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Иванов А.В., Петров С.И. Материалы для производства спортивной обуви // Технология легкой промышленности. 2021. №3. С. 45–52.



ISSN 3030-3907

2. Смирнова Е.Н. Антимикробные покрытия в текстильной промышленности // Вестник текстильной науки. 2022. №5. С. 33–40.
3. Турсунов Б.К. Современные материалы и технологии в обувном производстве // Журнал инновационных технологий. Ташкент, 2020. №4. С. 12–19.


ISSN 3030-3907

УДК 613.2.614.31:833

# ЧОРВАЧИЛИК КОМПЛЕКСЛАРИ ИШЧИЛАРНИНГ САЛОМАТЛИК ҲОЛАТИ, КАСАЛЛАНИШЛАР СТРУКТУРАСИ, ЁШ ҲАМДА ИШ СТАЖИНИНГ ТАЪСИРИ.

**Х.О.Қосимов**

***Бухарский государственный медицинский институт***

***E-mail: X.O.Qosimovkasimov.xayriddin@bsmi.uz***

**Аннотация:** в статье рассмотрено состояние здоровья работников животноводческих комплексов и ферм, возраст и стаж работы, особенности распространения заболеваний, приведены сведения о обращениях за медицинской помощью и периодических медицинских осмотрах всего 70 работников, занятых в животноводстве в г. разные направления. Среди болезней рабочих ведущее место занимают респираторные, аллергические, костно-мышечной системы, инфекционные болезни. В заключении статьи прогнозирование риска развития различных классов заболеваний в зависимости от возраста и стажа работы позволяет разработать наиболее эффективные меры профилактики.

**Ключевые слова.** Животноводческие комплексы, возраст, стаж, состояние здоровья, заболеваемость, факторы риска, временная нетрудоспособность.

**Annotation:** The article discusses the health status of workers in livestock complexes and farms, age and length of service, the characteristics of the spread of diseases, provides information on seeking medical help and periodic medical examinations of a total of 70 workers employed in animal husbandry in different directions. Respiratory, allergic, musculoskeletal, and infectious diseases occupy a leading place among workers' diseases. In the conclusion of the article, predicting the risk of developing various classes of diseases depending on age and work experience makes it possible to develop the most effective preventive measures.

**Key words.** Livestock complexes, age, length of service, health status, morbidity, risk factors, temporary disability.

**Аннотатсия:** Мақолада чорвачилик комплекслари ва фермаларда ишловчи ишчиларнинг саломатлик ҳолати, касалликлар тарқалишининг ёш ва иш стажга хос хусусиятларини ўрганилди, турли йўналишда чорвачилик билан шуғулланувчи жами 70 та ишчиларнинг тиббий ёрдамга мурожатлари ва даврий тиббий кўриклари маълумотларини ўз ичига олади. Ишчиларининг касалланишлари орасида нафас азолари, аллергик, скелет-мушак системаси, юқумли касалликлари етакчи ўринни эгаллаганлиги кўрсатиб ўтилган. Мақолани хулоса қисмида турли касалликлар синфларини ривожланиш хавфининг ёш ва иш стажи давомийлигига боғлиқ ҳолда башорат қилиш энг самарали профилактик чора-тадбирлар ишлаб чиқиш имконини яратади.



ISSN 3030-3907

**Калит сўзлар.** Чорвачилик комплекслари, ёш, иш стажи, саломатлик ҳолати, касалланиш, хавф омиллари, вақтинча меҳнат қобилятини йўқотиш.

**Кириш**

Чорвачилик қишлоқ ҳўжалиги тармоқларининг таянчи хисобланади, бугунги кунда республикамизда жами 18 032 та чорвачилик хўжаликлари мавжуд бўлиб, шундан 7614 таси қорамолчилик, 3 263 таси қўй ва эчкичилик, 142 таси йилқичилик, 52 таси туячилик, 1163 таси паррандачилик, 4 829 таси балиқчилик, 715 таси асаларичилик ва 254 таси қуёнчилик йўналишида ташкил этилган.[1,].

2021 йилда барча тоифадаги хўжаликларда парвариш қилинаётган қорамолларнинг 91,8 фоизи (2018 йилда 95,5 фоиз) аҳоли хонадонларига, 8,2 фоизи (2018 йилда 4,5 фоиз) фермер хўжаликларига тўғри келган. [3]

Маълумки, Ўзбекистонда чорвачилик кенг ривожлантирилмоқда. Чорвачилик сертармоқ бўлишига қарамасдан, чорвадорлар меҳнатида умумий қаршиликлар бор. Чорвадорлар молхонада тўпланган ҳар хил гали ҳаводан нафас оладилар, мушакларга зўр келадиган оғир жисмоний меҳнат қиладилар. Бундан ташқари, бази бир касалликлар (бруцеллёз) куйдирги сил ва бошқалар) ҳайвонлардан одамга юқуши мумкин. Молхона ҳавоси асосан вадород сулфид, карбонат кислата ва аммиак билан ифлосланади. [2,3]

Меҳнат жараёнларинг ўзига хослиги ва хавфли ва зарарли омиллар биргаликда таъсири умумий касалланиш ва кўпайишига ва касб касалликларининг ривожланишига олиб келади. Касб касалликларига зооантрапонозлар, (бруцелёз, куйдирги), гижжалар, дерматитлар, аллергик касалликлар, микозлар (оёқ панжалари ва кафтларда, сочда), қўл билан сут соғувчиларда касбий нейтромикозитлар, периферик ангионеврозлар ҳосил бўлади. Бу касалликларга–алоҳида мускулларнинг таранглашиши, мажбурий тана ҳолати сабаб бўлади.[19.20] Демак турли хил касб вакилларининг саломатлик ҳолатини бузилиши ва касб касалликларининг ривожланишига асосий сабаб, ноқулай меҳнат шароитлари ҳисобланади [4].

Молхоналарда ишловчи ходимларининг меҳнат шароитлари бир қатор зарарли ва хавфли ишлаб чиқариш омиллари орасида асосан юқори даражадаги чанг, турли хилдаги газлар, ҳаддан ташқари совуқ ва ёзнинг жазирама иссиқ, шовқин, тебраниш ва ноқулай микроиқлим, меҳнатнинг оғирлиги билан тавсифланади, уларнинг даражалари гигиеник меёрлардан сезиларли даражада ошади [5,7,8].

Меҳнат шароитларини доимий равишда яхшилаш ва шахсий ҳимоя воситаларини такомиллаштириш деярли барча ишчиларининг зарарли ишлаб чиқариш омилларининг тасирига қисман тўсқинлик қилади [18.19.20]]. Шуни ҳам эътиборга олиш керакки, ишчиларнинг саломатлик ҳолатига нафақат



ISSN 3030-3907

зарарли ва хавфли ишлаб чиқариш омиллар, балки уларнинг турмуш тарзи ва шароити, зарарли одатлари (тамаки чекиш, спиртли ичимликлар истеъмол қилиш), инсоннинг табиий биологик қариш жараёнлари ва бошқалар хам тасир кўрсатади [9,11].

Зарарли ва хавфли ишлаб чиқариш шароитларида ишлайдиган ишчиларнинг саломатлик ҳолатининг бузилиши ва касалликлар синфлари орасида суяк-мушак тизими ва бириктирувчи тўқима касалликлари устунлик қилади [3,5,6].

Шу билан бирга, нафас олиш аъзолари ва юқумли касалликлари ҳам чорвачилик йўналишидаги ишчилари орасида кенг тарқалган [9,11].

Зарарли меҳнат шароитларида ишлаш давомийлигининг ортиши (иш стажи) қон айланиш, суяк-мушак тизими, нафас олиш органлари касалликлари билан касалланиш кўрсаткичларининг динамикада сезиларли даражада ортиши кузатилган [7].

Амалга оширилган ишлар ишчиларнинг ёши ва иш стажини ҳисобга олиш касб касалликлари ривожланиш хавфини минималлаштиришнинг муҳим элементи ҳисобланади. [9,10].

**Тадқиқотнинг мақсади:** чорвачилик комплекслари ва фермаларда ишловчи ишчиларининг саломатлик ҳолати, касалликлар ривожланишига ёш ва иш стажининг таъсирининг ўзига хос хусусиятларини ўрганиш [2,5].

Материал ва усуллар:

Чорвачилик комплекслари ва фермаларда **ишловчи** 70 нафар ишчиларнинг даврий тиббий кўрикдан ўтказиш маълумотлари, амбулатория карталари ва ишчиларнинг касаллик варақалари асосида уларнинг касалланишларини ўрганидик (2017-2022 йиллар). [11,12]

Ишчиларнинг саломатлик ҳолати, умумий касалланиш кўрсаткичларини ёш ва иш стажига боғлиқ холда динамикада ўзгаришини ўрганиш мақсадида бешта (20-35 ёш, 36-45 ёш, 46-55 ёш, ундан катта) ва олтита стаж гурухларини (5 йилгача, 10-15 йил, 21-25 йил, 26 йил ва ундан юқори) тузиб олдик.[15.16.17] Ишчиларнинг саломатлик ҳолати экстенсив ва интенсив кўрсаткичлар бўйича баҳоланди (касалликларнинг мутлоқ сони, умумий касалланишдан касалликлар синфларининг улуши %, 100 та ишчига тўғри келадиган касалликлар ҳоллар ва кунлар сони).

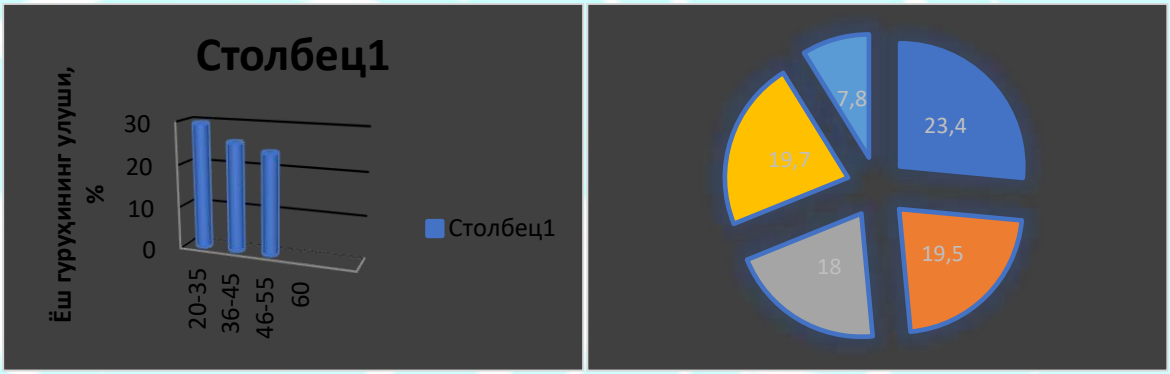
**Тадқиқот натижалари чорвачилик комплекслари ва фермаларда ишловчи** 70 нафар ишчилари ўрганилди. Уларнинг 79,2 % эркак ва 20,8 % аёллар ташкил этди, ўртача ёши 38,58± 0,28 йил ва ўртача умумий иш стажи 13,19 ± 0,2 йил.

Ишчиларнинг касб гуруҳлари бўйича таҳлил қилганимизда озуқа тайёрлаш сехида ишловчилар 42,0%, сут соғувчилар 18,7%, чорва



ISSN 3030-3907

боқувчилар 15%, тракторчи 2,5%, оператр 2,8%, ветеринар1,4 техник 2.6%, электромантёр 2,0%, лабаратория 3,9% ва бошқа мутахассисликлар 9,1% ни ташкил қилди.




**Расм 1. Ишчиларнинг ёш ва иш стажи бўйича тақсимланиши.**

Ишчиларнинг ёш гурухлари ортиши билан боғлиқ ўзига ҳос ҳусусиятларни ўрганиш, уларнинг саломатлик ҳолатида, касалланишларнинг структураси ва даражасида кузатиладиган сезиларли ўзгаришларни аниқлаш имконини берди (жадвал 2).[18],

Ишчиларнинг 25-39ёш (ўртача ёши 29,4 ± 0,1 йил) гуруҳи касалланиш кўрсаткичларининг нисбатан пастлиги қолган ёш гурухларининг касалланиш кўрсаткичларига баҳо бериш ва статистик қайта ишлаш учун асос бўлди.

**Жадвал 1**

**Турли ёш гурухдаги ишчиларнинг саломатлик ҳолати**

| Кўрсаткичлар | Ёш | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **20-35** | **36-45** | **46-55** | **60 <** | **жами** |
| Ўртача ёш, йиллар | 24,21 ± 0,1 | 44,36 ± 0,14 | 54,01 ± 0,154 | 62,05 ± 0,37 | 38,58± 0,38 |
| Ўртача стаж, йиллар | 6,07± | 17,51 ± | 21,91 ± | 23,94 ± | 13,19 ± |
| 70 та ишчига тўғри келадиган касалланиш ҳолатлар сони сони,ҳолатлар | 148,3 ± 4,2 | 244,7 ± 7,8 | 296.1 ± 14,8 | 285,0 ±29. | 218,7±7,2 |
| Битта касалликнинг ўртача давомийлиги | 6,4 ± 0,68 | 7,8 ± 1,4 | 13,1 ± 1,6 | 11,2 ± 1,7 | 9,2±0,7 |
| Амалий соғлом ишчилар % | 18,5±1,72 | 11,2±1,4 | 12,6±1,85 | 4,5±3.2 | 15,8±1,62 |

46-55 ёш гуруҳида (ўртача ёши 34,49 ± 0,12 йил) 36-45 ёш гуруҳига нисбатан касалликлар сонининг кўпайиши ва саломатлик индехда пасайиш кузатилди ($p<0,05$). Касалланишлар структураси ва даражаси бўйича нафас аьзолари касалликлари, нерв тизими касаликлари, юқумли касалликлари,


ISSN 3030-3907

суяк-мушак тизими ва бириктрувчи тўқима касалликлари етакчи сифларга айланди (p<0,05).[15,16,17].

**Жадвал 2**

**Касалликларнинг асосий синфлари ва ёш гуруҳлари бўйича ишчилар касалланишининг улушлари (% да)**

| Касалликлар синфи | 20-35 ёш (n = 518) | 36-45 ёш (n = 449) | 46-55 ёш (n = 417) | 60 ёш < (n = 66) |
|---|---|---|---|---|
| I. Баьзи инфекцион ва паразитар | 3,1 ± 0,5 | 0,7 ±0,4 | 0,2 ± 0,3 | |
| II. Қон ва қон яратувчи аьзолар | 1,4 ± 0,6 | 1,5±0,6 | 0,4 ± 0,3 | |
| III. Нерв тизими касаликлари | 8,2 ± 1,2 | 13,1 ±1,6 | 12,7 ± 1,4 | 13,5 ± 4,1 |
| IV. Кўз ва унинг қўшимча аппарати | 6,0 ± 1,0 | 3,0 ±0,9 | 3,6 ± 0,8 | 4,2 ± 2,7 |
| V. Қон айланиш тизими касалликлари | 0,5 ± 0,3 | 2,2 ±0,7 | 7,2 ± 1,2 | 31,8 ± 5,7 |
| VI. Нафас аьзолари касалликлари | 40,9 ± 2,2 | 32,8 ±2,2 | 26,3 ± 2,1 | 16,7 ±4,6 |
| VII. Суяк-мушак тизими ва қўшувчи тўқима касалликлари | 6,1 ±1,0 | 11,2 ±1,5 | 13,4 ± 1,7 | 7,8 ± 3,3 |
| VIII.Ташқи сабаблар тасирининг жарохатлари, захарланишлар ва | 9,0 ± 1,3 | 9,7 ±1,4 | 20,7 ± 2,0 | 2,1 ± 1,8 |
| Бошқа касалликлар | 0,6 ± 0,3 | 1,6 ±0,6 | 0,5 ± 0,3 | 2,1 ± 1,8 |
| Жами | 70,0 | 70,0 | 70,0 | 70,0 |

46-55 ёш гурухида (ўртача ёши 44,36 ± 0,14 йил) 20-35 ва 36-45 ёш гуруҳига нисбатан 100 та ишчига нисбатан касаллик ҳоллари 1,5 мартага ортди ва амалий соғлом ишчилар сони 1,6мартага пасайди. Суяк-мушак тизими ва бириктирувчи тўқима касалликлари, қон айланиш, нерв тизими касалликлари ўсишда нафас аьзолари касалликлари камайиб бориши кузатилди(p=0,05)[14].

Шундай қилиб, тадқиқотнинг биринчи қисми шуни кўрсатдики, 30 ёшдан кичик ишчиларнинг 1/5 қисми амалий соғлом ишчилардир. Уларнинг касалланишлар структураси ва даражаси бўйича нафас олиш касалликлари,



ISSN 3030-3907

ташқи сабаблар тасирининг жарохатлари, захарланишлар ва айрим бошқа оқибатлари, овқат ҳазм қилиш органлари касалликлари ва нерв тизими касаликлари устунлик қилади. 46-55 ёш гурухлари орасидаги ишчиларнинг саломатлик кўрсаткичларининг ёмонлашиши кузатилади[13,14].

**Хулоса**

Ишчиларнинг саломатлигининг дастлабки ҳолати ва унинг турли иш стажлари билан ўзгариши тўғрисидаги маьлумотларни умумлаштириб, қуйидаги хулосага келиш мумкин:[6].

1. Ёш ва иш стаждаги ўзгаришларни ҳисобга олган ҳолда саломатлик ҳолатини ўрганиш ишчиларда ташқи сабаблар тасирининг жарохатлари, захарланишлар ва айрим бошқа оқибатлари нерв тизими ва қон айланиш тизими, суяк-мушак тизими ва қўшувчи тўқима касалликлари хавфи ортиб бораётганини кўрсатди. Шу билан бирга, кўз ва унинг қўшимча аппарати касалликлари, нафас аьзолари касалликлари, ҳазм аьзолари касалликлари, тери ва тери ости клечаткаси касалликлари, баьзи инфекцион ва паразитар касалликларининг аҳамияти ёши ва иш стажининг ошиши билан камаяди.

2. Турли хил синф касалликларнинг ривожланиш хавфининг аниқлашда ёш ва иш стажи даврлари белгиланиши энг самарали профилактика чора тадбирлардан бири ҳисобланади.

## АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Ibrohimov K.I. The Meal of The Students // Indonesian Journal of Public Policy Review //. Vol 18 (2022): April -P 1-5

2. Ibrohimov K.I., Features of Lobor in Agriculture//CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MEDICAL AND NATURAL SCIENCES. Voleme: 02 Issue:07| Jan-Feb 2022 ISSN: 2660-4159. Page 87-91

3. Ibrohimov K.I. Hygienic Features of Sorting and Spinning in the Production of Wool // MIDDLE EUROPEAN SCIENTIFIC BULLETIN // . VOLUME 22 Mar 2022 ISSN 2694-9970. -P12-15

4. Manasova I.S., KosimovKh.O. Hygienic aspects of the possibility of using the new insecticide Seller in agriculture //International Journal of Psychosocial Rehabilitation. - 2020.- R. 336-342

5. Manasova I. S., Distance Education: Illusions and Expectations//MIDDLE EUROPEAN SCIENTIFIC BULLETIN VOLUME: 20 Jan 2022 ISSN 2694-9970 P-184-186.

6. Манасова И.С. Гигиенические Аспекты Мукомольного Промышленности.// AMALIY VA TIBBIYOT FANLARI ILMIY JURNALI\\.ISSN: 2181-3464 Volume 1 No.6 2022 S-100-106.

7. Manasova I.S., Academicia An International Multidisciplinary Research Journal. Features of labor of workers in agro-industrial labor 10.5958 2249-7137.2020.01622.5 .c.958-962
8. Manasova I.S., Academicia An International Multidisciplinary Research Journal. Analysis of working conditions by parameters of the physiological state of workers cotton plant 10.5958 / 2249-7137.2020.01634.
9. Manasova I. S. ANATOMICAL AND PHYSIOLOGICAL FEATURES OF DEVELOPMENT.\\ Emergent: Journal of Educational Discoveries and Lifelong Learning.ISSN: 2776-0995 Volume 3, Issue 1, Jan, 2022 P-127-131.
10. .Manasova I.S., Mansurova M.Kh., Youth's Look For A Healthy Lifestyle // Central asian journal of medical and natural sciences. Volume: 02 issue: 02 March –april2021 ISSN; 2660-4159.P.149-153.
11. Manasova I. S., Analysis of students opinions on the basic components of healthy lifestyle\\/ Doktor Axborotnomasi. 2021, No. 1 (98) ISSN 2181-466X.[12]
12. Ibrohimov K. I. Health State of Workers of Cotton Enterprises, Structure of Diseases, Influence of Age and Work Experience. //AMALIY VA TIBBIYOT FANLARI ILMIY JURNALI//. 2022/10/12 ISSN: 2181-3464.-P55-59
13. Zokirov V.Z., Manasova I.S. Analysis of working conditions by parameters of the physiological state of workers cotton plant. // ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – P. 1297-1301.
14. 15.Zokirov V.Z., Yuldasheva D.H., Muxamedova Z.R. Assessment of comparative analysis of the course of non-alcoholic fatty liver disease in middle-aged and elderly patients who suffer covid-19 through ultrasound elastometry (via fibroscan). // World Bulletin of Public Health (WBPH) Available Online. Vol.5. December-2021 – P. 64 – 66
15. 16.Zokirov V.Z. (2021). Chronic liver disease and covid-2019 (literature review and own data) // research journal of trauma and disability studies. Vol.1. December-2021 – P. 1–6
16. 17.Zokirov V.Z. Comparative analysis of the results of laboratory-biochemical analysis in middle-aged and elderly patients with non-alcoholic fatty liver disease after covid-19 // Art of Medicine. International Medical Scientific Journal // 2022 – P. .
17. 18.Zokirov V.Z., Yuldasheva D.H. COMPARATIVE ASSISMENT OF CLINICAL SYMPTOMS OF NON-ALCOHOL FATTY LIVER DISEASE IN MIDDLE AND OLD PATIENTS WITH COVID-19 // British Medical Journal. // 2022-P.347-351.
18. 19.Zokirov V.Z. Assessment Of Comparative Analysis Of The Course Of Non-Alcoholic Fatty Liver Disease In Middle-Aged And Elderly Patients Who Suffer


ISSN 3030-3907

Covid-19 Through Ultrasound Elastometry (Via Fibroscan) // International Journal of Formal Education // 2022– P. 1-5.

19. Zokirov V.Z. Jigarning Noalkagol Yog‘Xastaligi: Muammolari Zamonaviy Qarashlari // AMALIY VA TIBBIYOT FANLARI ILMIY JURNALI // 2022– P. 11-16.



ISSN 3030-3907

# 2-GIDROKSI-1-NAFTALDEGID HOSILALARI SINTEZI, TUZILISHI VA XOSSALARI

**Otamurodova Sh.T.**
***Buxoro davlat universiteti***
***E-mail: sh.t.otamurodova@buxdu.uz***
**Tursunov M.A.**
***Buxoro davlat universiteti***

**Annotatsiya:** Organik kimyoning zamonaviy yo‘nalishlaridan biri sifatida gidrazonlar va ularning hosilalari keng o‘rganilmoqda. Bunday birikmalar o‘zining noyob tuzilishi, funksional guruhlarning xilma-xilligi hamda biologik faolligi bilan olimlarda qiziqish uyg‘otadi. Ayniqsa, 2-gidroksi-1-naftaldegid hosilalar so‘nggi yillarda kimyoviy sintez, koordinatsion kimyo va tibbiyot kimyosida muhim o‘rin egallaydi va amaliy ahamiyatga ega. Ularning molekulyar tuzilishi tarkibida aromatik naftalin yadro, gidroksi guruh hamda gidrazon fragmentlari bo‘lib, bu guruhlarning o‘zaro ta’siri murakkab fizik-kimyoviy xossalarni namoyon qiladi [1-3].

**Kalit so`zlar:** 2-gidroksi-1-naftaldegid, kondensatsiya, akseptor, Shiff asoslari, gidrazon, konyugatsiya, spektroskopik, rentgenostruktur, cho`qqi, elektron, optik, siljish, aromatik, absorbsiya, tebranish, chastota, ultrabinafsha.

**Аннотация:** Гидразоны и их производные широко изучаются как одно из современных направлений органической химии. Такие соединения представляют интерес для учёных благодаря своей уникальной структуре, разнообразию функциональных групп и биологической активности. В частности, производные 2-гидрокси-1-нафтальдегида в последние годы заняли важное место в химическом синтезе, координационной химии и медицинской химии и имеют практическое значение. Их молекулярная структура состоит из ароматического нафталинового ядра, гидроксильной группы и гидразонных фрагментов, а взаимодействие этих групп обуславливает сложные физико-химические свойства [1-3].

**Ключевые слова:** 2-гидрокси-1-нафтальдегид, конденсация, акцептор, основания Шиффа, гидразон, сопряжение, спектроскопический, рентгеноструктурный анализ, пик, электронный, оптический, сдвиг, ароматический, поглощение, вибрация, частота, ультрафиолет.

**Abstract:** Hydrazones and their derivatives are widely studied as one of the modern directions of organic chemistry. Such compounds are of interest to scientists due to their unique structure, diversity of functional groups and biological activity. In particular, 2-hydroxy-1-naphthaldehyde derivatives have occupied an important place in chemical synthesis, coordination chemistry and medicinal chemistry in recent years and are of practical importance. Their molecular structure


ISSN 3030-3907

consists of an aromatic naphthalene nucleus, a hydroxy group and hydrazone fragments, and the interaction of these groups reveals complex physicochemical properties [1-3].

**Keywords:** 2-hydroxy-1-naphthaldehyde, condensation, acceptor, Schiff bases, hydrazone, conjugation, spectroscopic, X-ray structure, peak, electronic, optical, shift, aromatic, absorption, vibration, frequency, ultraviolet.

**Kirish**.

Dikarbonil birikmalarning atsilgidrazonlari - organik kimyoda keng tarqalgan birikmalar bo‘lib, ular aldegid yoki ketonlarning atsilgidrazidlar bilan kondensatlanishi natijasida hosil bo‘ladi. Bu sinfga mansub birikmalar o‘zlarining yuqori reaksion qobiliyati, tridentat ligand sifatida kompleks hosil qilish xususiyati va biologik faolligi bilan ajralib turadi. Jumladan, gidrazon va tiosemikarbazon hosilalari ko‘plab biologik faol moddalar (mikroblarga qarshi, virusga qarshi va o`simtaga qarshi) bo‘lib, oraliq metallar turli geometrik tuzilishga ega koordinatsion birikmalar hosil qiladi va tadqiqoti muhim hisoblanadi.

**1. Adabiyotlar qismi.**

Gidrazonlar birinchi bor XIX asr oxirida o‘rganilgan bo‘lib, ular aldegid yoki ketonlarning gidrazinlar bilan kondensatsiyasi orqali olinadi. Keyinchalik bu sinfdagi birikmalarning turli hosilalari, jumladan atsilgidrazonlar keng tadqiq etildi. 2-gidroksi-1-naftaldegid hosilalari esa o‘zining qattiq konyugatsiyalangan tizimi va bir molekula ichida vodorod bog‘lari tufayli shu kungacha kimyogarlar diqqat markazida bo‘ldi.

Ilmiy manbalarda 2-gidroksi-1-naftaldegid asosida olingan gidrazonlarning kristallik tuzilishi, elektronodonor va akseptorlari o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirlar, shuningdek, elektron zichlikning taqsimlanishi ko‘plab spektroskopik va rentgenostruktur tadqiqotlarda tasdiqlangan. Shuningdek, bu turdagi birikmalar metall ionlari bilan barqaror komplekslar hosil qilish qobiliyatiga ega[4].

**2. Eksperimental qism.**

100 ml dumaloq tubli kolbaga 3,12 g 2-gidroksi-1-naftaldegiddan (0,02 mol) va 2,72 g benzoyilgidrazididan (0,02 mol) o‘lchab solindi. Ustiga 50 ml etil spirtidan qo‘shildi va erib ketgunga qadar aralashtirildi, so‘ngra eritma ustiga 0,6 g sirka kislota (0,01 mol) qo‘shildi. Kolbaga qaytarma sovutgich ulandi, Aralashma 60°C haroratda 3 soat davomida reaksiyaga kiritildi va reaksiyaning borishini YQX (yupqa qatlamli xromatografiya) yordamida nazorat qilib borildi. Olingan barcha reagentlar sarflangach, aralashma xona haroratiga qadar sovitildi. Keyin suv qo‘shilib reaksiya to‘xtatildi. Mahsulot etilasetat bilan 3 marta ekstraksiya qilindi, so‘ng to‘yingan tuzli suv bilan yuvildi. Qolgan aralashmadan suvni ajratish uchun suvsizlantirilgan natriy sulfat quruq tuz bilan quritildi, so‘ngra qolgan erituvchi bug‘latildi. Olingan mahsulot kolonkali xromatograf orqali tozalanib, 2-gidroksi-

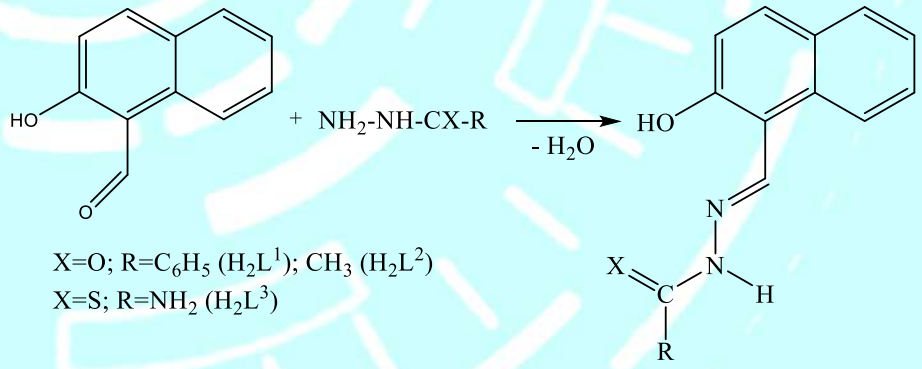


ISSN 3030-3907

1-naftaldegid benzoilgidrazon ajratib olindi. Mahsulot alohida ravishda Fosfatidiletanolamin/etilatsetat (1/2) eritmasida bir necha marta kristallantirib (yuvib), kerakli tozalik darajasiga yetkazildi. Natijada (3,95 g, 72%) mahsulot hosil bo‘ldi.

**3. Natijalar va ularning muhokamasi**

2-gidroksi-1-naftaldegid aroilgidrazonlarini sintez qilish va reaksiya qobiliyati quyidagicha kechadi. 2-gidroksi-1-naftaldegidning turli xil kislota gidrazidlari bilan kondensatsiya reaksiyalari turli tuzilishga ega gidrazon hosilalarini olishda keng qo‘llaniladi. Reaksiya odatda etanol yoki metanol eritmasida, oz miqdorda katalizatori (masalan, bir necha tomchi sirka kislota) ishtirokida olib boriladi. Natijada Shiff asoslariga o‘xshash C=N gidrazon bog‘i hosil bo‘ladi.




X=O; R=$C_6H_5$ ($H_2L^1$); $CH_3$ ($H_2L^2$)
X=S; R=$NH_2$ ($H_2L^3$)

2-gidroksi-1-naftaldegid hosilalarini avval tavsiflanganidek [5-6] 1-sxemaga muvofiq sintez qilindi. Sintez qilingan birikmalar etanol, dimetilsulfoksid, xloroform kabi erituvchilarda yaxshi eriydi. Sintez mahsulotlarning tuzilishi IQ, $^1$H YaMR va $^{13}$C YaMR spektral tadqiqot usullari yordamida tadqiq qilindi va mavjud adabiyot ma'lumotlari bilan taqqoslash orqali xulosa chiqarildi. Birikmaning KB bilan presslab olingan IQ spektrida naftildagi (Ar-OH) gidroksil guruh 3366 $sm^{-1}$ sohada, karbonil guruh (C=O)1652 $sm^{-1}$, (C-NH) 1576 $sm^{-1}$, (C–O) 1247 $sm^{-1}$ sohada tebranish chastotalari kuzatildi.

2-gidroksi-1-naftaldegid bilan benzoilgidrazidni o‘zaro kondensatlanish jarayoni borganıını IQ spektr ma’lumotiga ko‘ra (C=N) bog‘ paydo bo‘lganligidan bilishimiz mumkin. Birikmalarning IQ spektrlarida karrali bog‘larning valent tebranishlari sohasida intensiv yutilish chiziqlari 1630, 1558 va 1490 $sm^{-1}$ da mavjud. 1633 $sm^{-1}$ dagi yutilish chizig‘i C=N bog‘ning mavjudligini ko‘rsatadi, qolgan yutilish chiziqlari aromatik halqaning bog‘lariga va N–H bog‘ning deformatsion tebranishlariga tegishli. IQ spektrlarning tahlili shundan dalolat beradiki, sintez qilingan $H_2L^1$–$H_2L^3$ birikmalar qattiq holatda gidrazon tautomer shaklda mavjud bo‘ladi.

2-gidroksinaftaldegid benzoilgidrazon ($H_2L^1$) ning DMSO-$d_6$ eritmasida olingan $^1$H YaMR spektrini ko‘rib chiqamiz. 2-gidroksinaftaldegid benzoilgidrazondagi -CH=N- guruh protoni 8.69 m.h. da singlet signal, -NH- guruh


ISSN 3030-3907

protono 11.08 m.h. da singlet signalni beradi, fenil halqaning protonlari esa, δ 7,46; 7,56; 7.93 va 7.96 m.h. da kengaygan multiplet signallar ko‘rinishida rezonatsiyalanadi. Molekulaning amid qismidagi benzol halqasidagi protonlar multpilet signallarni uchun ma’lumot beradi.

Atsilgidrazonlarning erituvchanligi molekulaning qutbliligi va gidrogen bog‘lanish hosil qilish qobiliyatiga bog‘liq. Ular odatda:

- qutbsiz erituvchilarda (benzol, toluol, xloroform) cheklangan darajada eriydi;
- suvda esa odatda yomon eriydi, chunki molekuladagi aromatik yadro gidrofob xususiyatga ega.

Bunday gidrazonlarning termik xususiyatlari nisbatan yuqori erish haroratiga ega bo‘ladi (odatda 200 $^0$C atrofida yoki undan yuqori), bu ularning kristall panjarasida mustahkam ichkimolekulyar vodorod bog‘lanishlari mavjudligi bilan tushuntiriladi. Termogravimetrik tahlillar shuni ko‘rsatadiki, 2-gidroksi-1-naftaldegid atsilgidrazonlari ma’lum darajaga qadar barqaror bo‘lib, yuqori haroratda parchalanish jarayonlari boshlanadi.

2-gidroksi-1-naftaldegid atsilgidrazonlarining spektral xossalariga keladigan bo`lsak,ultrabinafsha–ko‘rinadigan nurlanish spektrlari konyugatsiyalangan π-elektron tizimiga ega bo‘lganligi sababli, 2-gidroksi-1-naftaldegid atsilgidrazonlari ultrabinafsha va ko‘rinadigan sohada intensiv so‘rilish cho`qqilariga ega. Bu xususiyat ularni xromofor sifatida qo‘llash imkonini beradi.

IR spektrlari esa gidrazonlarning IR spektrida N–H, C=O, C=N, hamda fenolik –OH guruhlariga oid cho‘zilish tebranishlari yaqqol namoyon bo‘ladi. Shuningdek, ichkimolekulyar vodorod bog‘lanish tufayli –OH guruhiga xos cho‘zilish tebranishlari past chastotaga siljigan bo‘ladi.

2-gidroksi-1-naftaldegid atsilgidrazonlarining kislotalik va asoslik xossalarini quyidagicha izohlash mumkin. Molekuladagi gidroksil guruh kislotali proton manbai bo‘lib xizmat qiladi, gidrazon guruhi esa zaif asos xususiyatiga ega. Shuning uchun ular turli metall ionlari bilan kompleks hosil qilish qobiliyatiga ega. Bu komplekslar odatda rangli bo‘lib, analitik kimyoda indikator va metall ionlarini aniqlash uchun qo‘llanilishi mumkin.

2-gidroksi-1-naftaldegid biologik va amaliy ahamiyati atsilgidrazonlari farmatsevtik kimyoda antibakterial, antifungal va saraton hujayralarining o‘sishini to‘xtatish kabi faollikni ko‘rsatgan. Ularning metall ionlari bilan komplekslari esa ferment ingibitori sifatida faoliyat ko‘rsatishi mumkin.

Shuningdek, bunday gidrazonlar analitik kimyoda metallarni aniqlash va ajratish reagentlari sifatida, to`qimachilik sanoatida esa rang beruvchi moddalar va barqaror polimer qo‘shimchalari sifatida qiziqish uyg`otgan.

Xulosa qilib aytadigan bo`lsak 2-gidroksi-1-naftaldegid atsilgidrazonlari murakkab tuzilishga ega bo‘lib, ularning sintezi nisbatan oddiy yo‘llar orqali


ISSN 3030-3907

amalga oshiriladi. Molekuladagi ichki molekulyar vodorod bog‘lari va delokollashgan elektron tizim ularni barqaror va qiziqarli xossalarga ega qiladi. Ularning fizik-kimyoviy hamda biologik xossalari turli sohalarda amaliy qo‘llanish imkonini beradi. Shuning uchun mazkur sinf birikmalarini chuqurroq o‘rganish va yangi hosilalarini yaratish organik va koordinatsion birikmalar kimyosi uchun dolzarb vazifa bo‘lib qolmoqda.

**Xulosa:** 2-gidroksi-1-naftaldegid asosida turli gidrazidlar (benzoilgidrazid, atsetilgidrazid va tiosemikarbazid) bilan hosil bo‘lgan atsilgidrazonlar keng imkoniyatlarga ega sinf sifatida ahamiyatlidir. Ularning sintezi odatda kondensatsiya reaksiyasi orqali amalga oshiriladi, bunda gidrazidning nukleofilligi va 2-gidroksi-1-naftaldegidning karbonil guruhi elektrofilligi asosiy rol o‘ynaydi. Reaksiya sharoitida hosil bo‘lgan mahsulotlar bir molekulaning o‘zida vodorod bog‘lari tufayli barqaror tekis tuzilishga ega bo‘lishi bilan ajralib turadi.

Mazkur sinfdagi birikmalar biologik faolligi bilan ham qiziqish uyg‘otadi. Adabiyotlarda ular orasida antimikrob, o‘smaga qarshi va antioksidant xossaga ega bo‘lganlari qayd etilgan. Bu esa 2-gidroksi-1-naftaldegid gidrazonlarini nafaqat nazariy kimyo nuqtai nazaridan, balki farmatsevtika va materialshunoslik sohalarida ham istiqbolli obyekt sifatida o‘rganishga zamin yaratadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Умаров Б.Б., Турсунов М.А., Минин В.В. Комплексы с производными кетоальдегидов и кетоэфиров.- Ташкент.- Нишон-ношир.- 2016.- 350 с.
2. Амриллоева С., Севинчова Д.Н., Турсунов М.А., Остонова Н. Синтез и исследование пара-нитробензоилгидразона этилового эфира 2,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты// Universum: химия и биология: электрон. научн. журн.- 2017.- №2 (104).- С. 39-43.
3. Турсунов М.А., Умаров Б.Б. Таутомерия в ряду atsilгидразонов этилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановых кислот // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн.- 2018.- №3 (45).- С. 45-48.
4. Турсунов М.А.,Умаров Б.Б., Худоёрова Э.А. Таутомерия ряду бензоилгидразонов этилового эфира 2,4-диоксопентановой кислоты // «Ўзбекистонда аналитик кимёнинг ривожланиш истиқболлари» Республика илмий-амалий анжумани. 11 май 2018 йил.- Т.: УзМУ.- 102-105 бетлар.
6. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений // - М.: МГУ. - 2012. - 55 с.
7. Douglas A. Skoog, Donald M. West, F. James Holler, Stanler R. Crouch. Fundamentals of Analytical Chemistry. Brooks // Cole C, Cengage Learning, - 2014. - 958 p.



ISSN 3030-3907

# КРЕМНЕЗЕМ “НАВБАҲОР” БЕНТОНИТИ ГИБРИД КОМПОЗИТЛАРИНИНГ ОЛИНИШИ ВА СОРБЦИОН ХОССАЛАРИ

**Қораев Сарварбек Эгамназар ўғли**
***ДТПИ, таянч докторант***
***E-mail: sarvarqorayev1992@gmail.com***
**Муяссарова Райҳона Икром қизи**
***ЎзМУ, таянч докторант***
**Каттаев Нуритдин Тўраевич**
***ЎзМУ, кимё фанлари доктори, профессор***
**Акбаров Ҳамдам Икрамович**
***ЎзМУ, кимё фанлари доктори, профессор***

**Аннотация.** Золь-гел технологияси асосида ишқорий муҳитда (1-10) нисбатларда "Навбаҳор" бентонити ва тетраэтоксисилан (ТЭОС) асосида янги композит намуналари синтез қилинди. Олинган композитлар Изотермик адсорбция методикаси, инфрақизил (ИҚ) спектроскопия ва элемент анализи усуллари ёрдамида таҳлил қилинди.

**Калит сўзлар**: золь-гел технологияси, “Навбаҳор” бентонити, тетраэтоксисилан, Изотермик адсорбция методикаси, ИҚ спектроскопия, элемент анализи.

**Аннотация**. На основе технологии Zol-gel были синтезированы новые образцы композитов на основе бентонита "Навбахор" и тетраэтоксисилана (Theos) в пропорциях в щелочной среде (1-10). Полученные композиты были проанализированы с использованием методов изотермической адсорбции, инфракрасной (IQ) спектроскопии и элементного анализа.

**Ключевые слова:** золь-гелевая технология,бентонит "Навбахор", тетраэтоксисилан, методика изотермической адсорбции, IQ-спектроскопия, элементный анализ.

**Annotation**. On the basis of Zol-gel technology, new composite samples were synthesized based on "Navbahor" bentonite and tetraethoxysilane (Theos) in proportions in an alkaline environment (1-10). The resulting composites were analyzed using isothermal adsorption methodology, infrared (IQ) spectroscopy and element analysis methods.

**Keywords:** zol-gel technology," Navbahor " bentonite, tetraethoxysilane, isothermal adsorption methodology, IQ spectroscopy, element analysis.

**Кириш.**

Турли хил моддалар билан ифлосланган оқова сувларини самарали тозалаш муаммоси атроф-муҳитни муҳофаза қилиш нуқтаи назаридан энг долзарб масалалардан бири ҳисобланади. Катта юза ва юқори ғовакликка эга бўлган материаллардан фойдаланиш орқали адсорбция усули билан суюқ


ISSN 3030-3907

муҳитдан аралашмаларни деярли тўлиқ тозалаш мумкин. Бундай материаллар орасида зол-гел жараёни орқали бентонит гилини кремнезем фазасига киритиш йўли билан олинган гибрид кремнеземли ноорганик тизимлар алоҳида аҳамиятга эга [1–2].

**Тажриба қисми.** Навбаҳор бентонити ва TEOS асосида ишқорий муҳитда кремнеземли композитлар (1-10) нисбатда синтез қилинди. pH=10–11 бўлган сув-спиртли эритмага ҳисобланган миқдорда TEOS қўшилиб, интенсив аралаштирилди. Реакцион аралашма 60°C гача қиздирилди ва 15–20 дақиқадан сўнг оқ чўкма ҳосил бўлди. Кейин турли нисбатларда Навбаҳор бентонити қўшилди ва реакция 30–40 дақиқа давомида кучли аралаштириш билан олиб борилди. Реакцион аралашма хона ҳароратигача совитилди ва поликонденсация жараёнини якунлаш учун 24 соат давомида магнитли аралаштиргичда сақланди.

Бентонит-кремнезем композитларини олиш жараёни қуйидаги схема асосида амалга оширилди:




**Тавсифлаш усуллари.**

**ИҚ-спектроскопияси.** ИҚ-Фуре спектрометри (Nicolet iS50, Thermo Scientific, USA) да 400–4000 $см^{-1}$ тўлқинлар диапазонида нур кириб бориш чуқурлиги 2 мкм бўлган олмос кристалидан фойдаланган ҳолда 45° бурчак остида олинган.

**Энерго-дисперцион спектр** (Jeol JSM-IT200LA, Japan) ёрдамида намуналарнинг элемент таркиби ўрганилди.

**Изотермик адсорбция методикаси.** Композитга эритувчи (сув, бензол) буғларининг интеграл адсорбцияси Мак-Бен тарозиси билан жиҳозланган вакуум қурилмасида 298 К ва ҳавонинг қолдиқ босими $10^{-3}$-$10^{-4}$ Па бўлганда ўрганилди. Пружиналарнинг сезгирлиги $1,2*10^{-3}$ м/кг ни ташкил этди. Сорбсияланган эритувчи молекулалари миқдорининг мувозанат қийматларига эришилганда буғнинг мувозанат босими ўлчанди ва сорбсия изотермалари қурилди. Намуналарнинг ғовакли тузилиши параметрлари БЭТ назарияси асосида полимолекуляр (кўп қатламли) адсорбция тенгламаси бўйича ҳисоблаб чиқилган [6]:

$$\frac{P/P_0}{\chi_m(1-P/P_0} = \frac{1}{\chi_m C} + \frac{C-1}{\chi_m C} \cdot \frac{P}{P_0}$$

бу ерда: Р-сорбат буғининг сорбент устидаги мувозанат босими


ISSN 3030-3907

$P_0$- худди шу ҳароратда сорбатнинг тўйинган буғ босими

$\chi_m$ - яхлит мономолекуляр қатламдаги модда миқдори

С - биринчи қатламдаги молекулалар ва суюқликдаги молекулалар яшаш вақтининг нисбатини ифодаловчи доимий катталик.

Моноқатлам сиғими БЭТ тенгламаси бўйича $\frac{P}{\chi(P_0-P)}$ нинг $P/P_0$ га боғлиқлик графиги тўғри чизиқли қияликка эга $S=\frac{C-1}{\chi_m C}$ ва $i=\frac{1}{\chi_m C}$ ордината кесмасини кесиб ўтади. Тенгламалар системасининг ечими моноқатлам ёки мономолекуляр қатлам сиғимининг $x_m=\frac{1}{S+i}$ қийматини беради. Агар $\chi_m$ - бир грамм қаттиқ жисмга тўғри келадиган адсорбентнинг граммлардаги моноқатлам сиғими, М- адсорбентнинг молекуляр массаси, Am - тўлдирилган моноқатламда адсорбент молекуласи эгаллаган майдон ($A^2$), $N_A$- Авогадро сони ($6{,}023\cdot10^{23}$ мол-1) деб олсак, у ҳолда солиштирма юза Sуд ($м^2/г$) қуйидаги нисбат билан аниқланади:

$$S_{уд}=\frac{\chi_m\cdot N_A\cdot A_m\cdot 10^{-20}}{M}$$

Ғовакларнинг ўртача радиуси $r_{ўр}$ (Å) қуйидаги тенглама бўйича ҳисобланади:

$$r_{ўр}=\frac{2W_0}{S_{уд}}\cdot 10^4$$

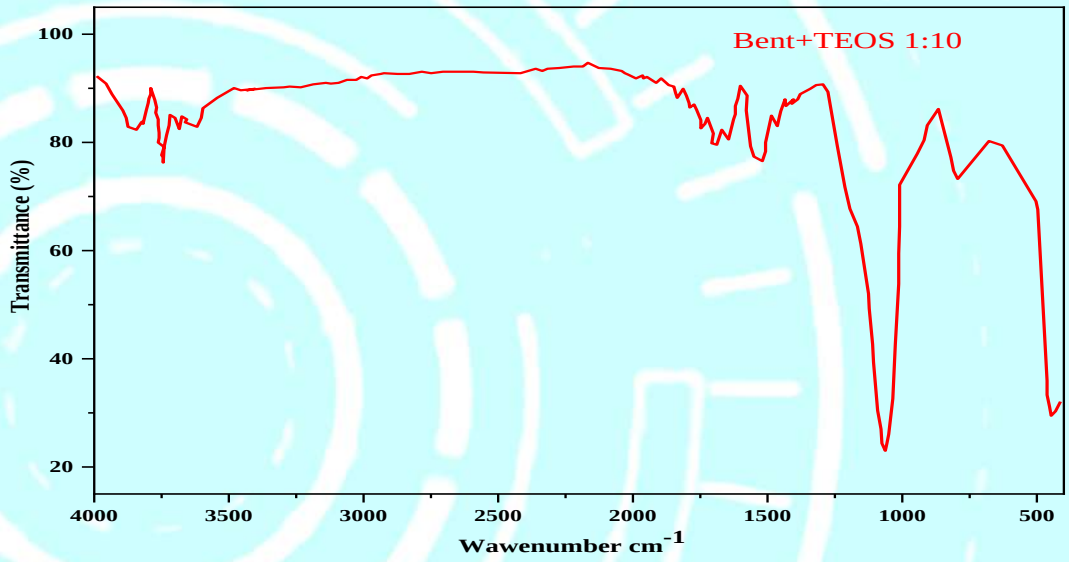
Бу ерда $W_0$ - ғовакларнинг умумий ҳажми.

**Натижалар ва уларнинг муҳокамаси.**

Намунанинг ИҚ-спектрлари 4000–500 $см^{-1}$ диапазонда олинди. 1065 $см^{-1}$ валент тебраниш частотасида силоксан (Si–O–Si) гуруҳлари ҳисобига юқори интенсив сигнал кузатилди (1-расм). 1000–950 $см^{-1}$ диапазонда Si–Me оксид боғларига хос кучсиз интенсив сигналлар, 900–800 $см^{-1}$ атрофида эса Si–H боғларига хос кучсиз сигналлар қайд этилди. 500 $см^{-1}$ ва ундан паст частоталарда Si–O боғларининг характерли сигналлари аниқланди.

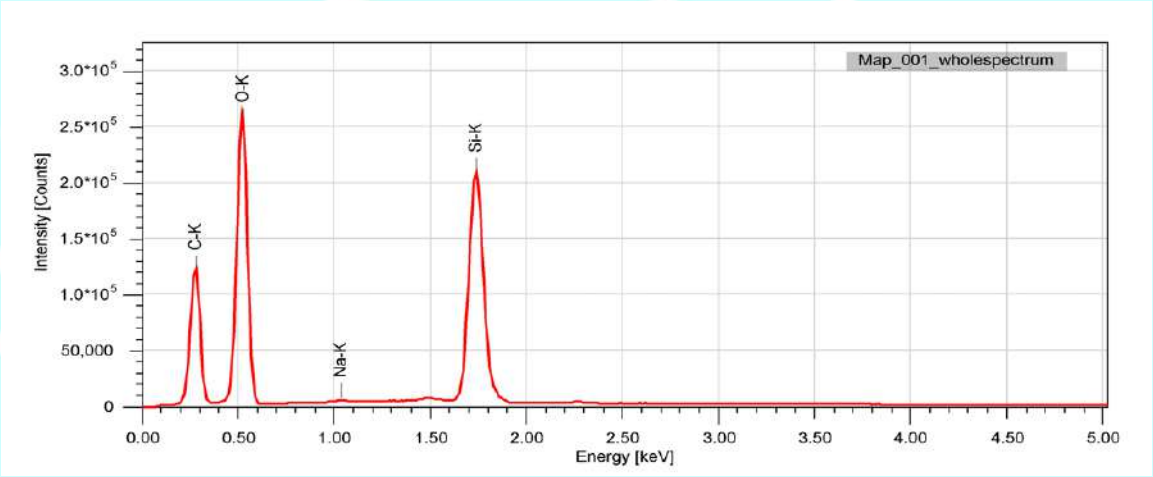


ISSN 3030-3907




**1-расм: Гибрид композитнинг ИҚ-спектри**

**ЭДС таҳлили:** Бентонит гилининг элементар таркибини баҳолаш учун энергия дисперсли рентген спектроскопияси (ЭДС) ишлатилган. Таҳлил натижалари 2-расмда келтирилган.

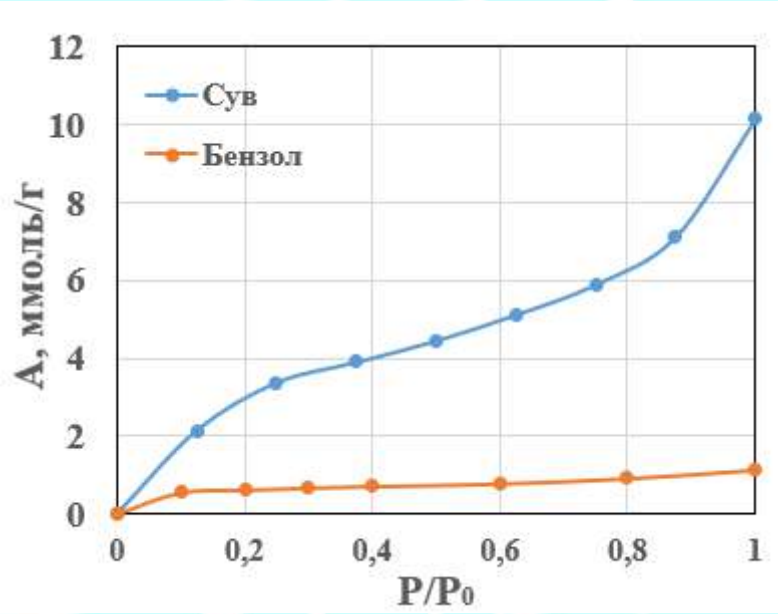



**2-расм: Гибрид композитнинг энергия дисперцион спектроскопияси**

Олинган маълумотларга кўра, композиция таркибидаги асосий элементлар кислород (O), углерод (C), кремний (Si), натрий (Na) ва калий (K) бўлиб, уларнинг масса улушлари мос равишда 50,53%, 38,17%, 11,6% ва 0,14% ни ташкил қилади. Кислород ва кремний кремнийнинг ($SiO_2$) асосини ташкил қилади, унинг мавжудлиги бентонит гилининг таркиби билан тасдиқланган. Кислороднинг муҳим миқдори бошқа элементларнинг оксид шакллари билан ҳам боғлиқ.

Расмда бентонит-кремнеземли композитга сув ва бензол буғларининг адсорбцияланиш изотермалари келтирилган.


ISSN 3030-3907




**3-расм. Гибрид композитнинг сув ва бензол буғларидаги сорбция изотермалари**

Расмдан кўриниб турибдики, адсорбция эгри чизиқлари S-симон шаклга эга бўлиб, бу сорбатнинг композит ғовакларида бир вақтнинг ўзида содир бўладиган физик адсорбция жараёнлари ва уларнинг бўкиш жараёнлари билан боғлиқ [6]. Бунда, айниқса, паст нисбий босимлар соҳасида ($P/P_0$<0,4) сув буғларининг кучли ютилиши кузатилади, бунда кремнеземнинг кучли қутбли еканлиги туфайли композитнинг сезиларли даражада гидрофиллиги билан изоҳлаш мумкин. Бензол буғларининг адсорбцияси ҳолатида эса кучли ютилиш юқори нисбий босимлар соҳасида содир бўлади ($P/P_0$>0,6), бу, эҳтимол, композитнинг гидрофоб марказларининг, айниқса композитнинг бентонит компонентида жойлашган гидрофоб марказларининг бўкиши билан боғлиқ.

**1-Жадвал**

**Композитга сув ва бензол буғларининг адсорбцияси маълумотлари асосида композитнинг капилляр-ғоваклик кўрсаткичлари**

| Адсорбат | $X_m$, г/г | $S_{уд}$, $м^2$/г | $W_o$, $см^3$/г | $r_{ўр}$, Å |
|---|---|---|---|---|
| **Сув** | 0,002398 | 155,89 | 0,1138341 | 23,4 |
| **Бензол** | 0,000457 | 109,93 | 0,0785076 | 18,4 |

Жадвал маълумотларидан кўриниб турибдики, "сув" ва "бензол" бўйича ғоваклик параметрлари жуда фарқ қилади. Шундай қилиб, мономолекуляр қатламнинг сиғими ($\chi_m$), солиштирма юзаси ($S_{уд}$) ва ғовакларнинг умумий ҳажми ($W_o$) қийматлари қутбли эритувчи адсорбциясида деярли бир тартибга катта: мос равишда 0,002398г/г, 155,89 $м^2$/г ва 0,1138341$см^3$/г, бу композитнинг кўпроқ гидрофил табиатини тасдиқлайди. Бироқ "сув" бўйича ғовакларнинг ўртача ўлчами ($r_{ўр}$) қиймати



ISSN 3030-3907

жуда паст (23,4 Å). Шуни таъкидлаш керакки, капилляр-ғовакли структуранинг параметрлари тахминийдир, чунки энг аниқ натижаларни олиш учун адсорбатлар адсорбентга нисбатан инерт бўлиши керак. Лекин олинган маълумотлар композит таркибидаги актив марказлар табиатини тушунтиришда жуда қўл келади.

**Хулоса.** Золь-гель технологияси асосида “Навбаҳор” бентонити ва тетраэтоксисиланни (1-10) нисбатларда аралаштириш орқали кремнеземли композитлар олинди. ИҚ-спектроскопия натижаларига кўра, 1065 $см^{-1}$ частотадаги юқори интенсив сигнал композитларда силоксан (Si–O–Si) гуруҳларининг ҳосил бўлганлигини тасдиқлади.

## ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Ryoko Suzuki. Effect of Adding Bentonite to Porous Silica via the Sol−Gel Method // ACS Omega 2024, 9, 10577-10582.
2. Mohammed D. Alsubei, Barry Reid, Saad A. Aljlil, Marc-Olivier Coppens, Luiza C. Campos. Fabrication and characterization of coated ceramic membranes from natural sources for water treatment applications // Journal of Membrane Science 2024, 690, 122226.
3. Latthe S.S, Imai H., Ganesan V and Rao A.V. Porous superhydrophobic silica films by sol–gel process // Microporous and Mesoporous Materials 2010, 130, 115-121.
4. Yun, S., Guo, T., Zhang, J., He, L., Li, Y. et al. Facile synthesis of large-sized monolithic methyltrimethoxysilane-based silica aerogel via ambient pressure drying // Journal of Sol-Gel Science and Technology 2017, 83, 53-63.
5. Darmawan A. et al. Synthesis and characterization of hydrophobic silica thin layer derived from methyltrimethoxysilane (MTMS) //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 2018, 299, 1, 012041.
6. Sarvarbek Koraev., Rayhona Muassarova., Nuritdin Kattaev., Khamdam Akbarov., Adsorption Performance and Thermodynamic Analysis of Silica–Bentonite Composite for Methylene Blue Removal // International Journal of Materials and Chemistry 2025, 15(3): 41-47/
7. Кораев С.Э., Муяссарова Р.И., Каттаев Н.Т., Акбаров Х.И. Исследование Адсорбции Паров Воды Композитами Кремнезем-Бентонит «Навбахор» // O‘zbekiston Kompozitsion Materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali№3/2025.


ISSN 3030-3907

# 1-BENZIL-4-BUTIL-1,2,3-TRIAZOLLARNING OLINISHI VA ULARNING SABZAVOTLARDA FUNGISID SIFATIDA QO‘LLANILISHI

**Roxatoy Egamberdiyeva Mamajonovna**
*Namangan davlat texnika universiteti tayanch doktoranti*
**Farhod Fayzzullayevich Hoshimov**
*Namangan davlat texnika universiteti t.f.n. proffessori*

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada 1-benzil-4-butil-1,2,3-triazol birikmasining sintezi, strukturaviy xususiyatlari va fungitsidlik faolligi o‘rganildi. Birikma sabzavot ekinlari, xususan pomidor va bodringda uchraydigan zamburug‘ kasalliklariga qarshi potensial fungitsid sifatida sinovdan o‘tkazildi. Sintez Cu(I)-katalizlangan azid-alkin siklobirikisg orqali amalga oshirildi. Olingan mahsulot biologik jihatdan xavfsizlik va samaradorligi baholandi.

**Kalit so‘zlar:** Triazol, 1-benzil-4-butil-1,2,3-triazol, azid bilan alkin reaksiyasi, mis-katalizlangan azid-alkin siklo yuklanish (CuAAC) reaktsiyasi, zamburug‘ kasalliklari, fungitsid.

**Annotation.** In this article, the synthesis, structural properties and fungicidal activity of the compound 1-benzyl-4-butyl-1,2,3-triazole were studied. The compound was tested as a potential fungicide against fungal diseases of vegetable crops, in particular tomatoes and cucumbers. The synthesis was carried out via Cu(I)-catalyzed azide-alkyne cycloaddition. The biological safety and efficacy of the resulting product were evaluated.

**Keywords:** Triazole, 1-benzyl-4-butyl-1,2,3-triazole, alkyne reaction with azide, copper-catalyzed azide-alkyne cycloaddition (CuAAC) reaction, fungal diseases, fungicide.

**Аннотация**. В данной статье изучены синтез, структурные свойства и фунгицидная активность соединения 1-бензил-4-бутил-1,2,3-триазола. Соединение было протестировано в качестве потенциального фунгицида против грибковых заболеваний овощных культур, в частности томатов и огурцов. Синтез осуществлялся методом Cu(I)-катализируемого азид-алкинового циклоприсоединения. Оценены биологическая безопасность и эффективность полученного продукта.

**Ключевые слова**: триазол, 1-бензил-4-бутил-1,2,3-триазол, реакция алкина с азидом, катализируемая медью реакция азид-алкинового циклоприсоединения (CuAAC), грибковые заболевания, фунгицид.

## Kirish

Kimyoviy tajribalar orasida organik azidlar va asetilen qatori uglevodorodlari o‘rtasidagi klik kimyo reaktsiyalari 2001 yilda Kolb va Sharpless tomonidan kashf etilganidan beri katta qiziqish bilan olib borilmoqda [1]. Klik



ISSN 3030-3907

kimyiosi asosida olingan 1,2,3-triazollar geterosiklik birikmalarning qiziqarli bir sinfidir, chunki ular ko‘plab biologik dasturlarda, tibbiyotda va dorishunoslikda, qishloq ho‘jaligida zamburug‘larga qarshi vositalarda, sanoatda korroziyaga qarshi vositalar sifatida hamda ,lak- bo‘yoq sanoatida keng qo‘llanilanilib kelinmoqda [2].

Ularning zamburug‘larga qarshi yuqori faolligi sababli yangi fungitsidlar sintezida katta ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, 1-benzil-4-alkil-1H-1,2,3-triazollar strukturaviy jihatdan barqaror bo‘lib, ularga termik va kimyoviy barqarorlik, suvda past eruvchanlik va biologik faolliklar xosdir.

**ADABIYOTLAR TAHLILI.**

Bir nechta olimlar triazollarni sintez qilish va qo‘llash nuqtai nazaridan tadqiq qilish va rivojlantirishga hissa qo‘shdilar. Triazol nomi birinchi marta Bladin tomonidan 1885 yilda C 2 H 3 N 3 molekulyar formulaga ega bo‘lgan besh a'zoli uchta azot o‘z ichiga olgan geterotsiklik aromatik halqa tizimini belgilash uchun kiritilgan.[3] Triazol va boshqa geterosiklik birikmalr kimyosiga katta hissa qo‘shgan olimlardan biri Germaniyalik olim Rolf Huisgen(1920-2020) Uning asosiy yutuqlaridan biri azid bilan alkin reaksiyasi orqali 1,2,3-triazollar sintezini yaratib 1,3-dipolyar siklik birikish reaktsiyasini rivojlantirdi va Gyuisgen siklo birikish yoki Gyuisgen reaktsiyasi deb ataldi. Bu usul triazollarni sintez qilishda asosiy mexanizm hisoblanadi hamda Klick kimyosi asoslaridan biri hisoblanadi [4]. Karl Barri Sharpless (1941 yil 28 aprelda tug‘ilgan) amerikalik stereokimyogar. U kimyo bo‘yicha ikki karra Nobel mukofoti sovrindori bo‘lib, stereoselektiv reaksiyalar va klik kimyosi bo‘yicha o‘z ishlari bilan tanilgan. K. Barry Sharpless 1,4-almashtirilgan 1,2,3-triazollarni sintez qilishning asosiy usuli bo‘lgan mis-katalizlangan azid-alkin siklo yuklanish (CuAAC) reaktsiyasini o‘z ichiga olgan klik kimyosi bo‘yicha ishi bilan ajralib turadi [5].

Tohir Faruk klik kimyosidan foydalangan holda triazollar sintezi bo‘yicha, jumladan Cu-katalizlangan va Ru-katalizlangan 1,3-dipolyar siklobirikish reasiyalari va ulardan o‘simliklarning o‘sishini yo‘naltiruvchi regulyatorlar sifatida foydalanishni o‘rganib chiqgan [6].

Bir nechta olimlar va tadqiqot guruhlari triazol fungitsidlarini o‘rganish va qo‘llashga o‘z hissalarini qo‘shganlar. Shu sohada ishlagan Cornell University proffesori W. Köller Zamburug‘larga qarshi (resistance) triazollarni uzoq muddatli qo‘llanilishi samaradorligini chuqur tahlil qilgan [7].

Syngenta kompaniyasida ishlagan J.G. Clough, triazol fungitsidlarini rivojlantirishga doir ko‘plab patentlar muallifidir[8] Triazollar fungitsidlarning eng katta sinfidir. Bayer birinchi bo‘lib 1973 yilda triazolni, ya'ni triadimefonni (Bayleton) ishlab chiqardi. Tez orada triadimenol (Baytan) va bitertanol (Baycor) ishlab chiqarildi. Janssen Pharmaceuticals 1979 yilda ishlab chiqarilgan

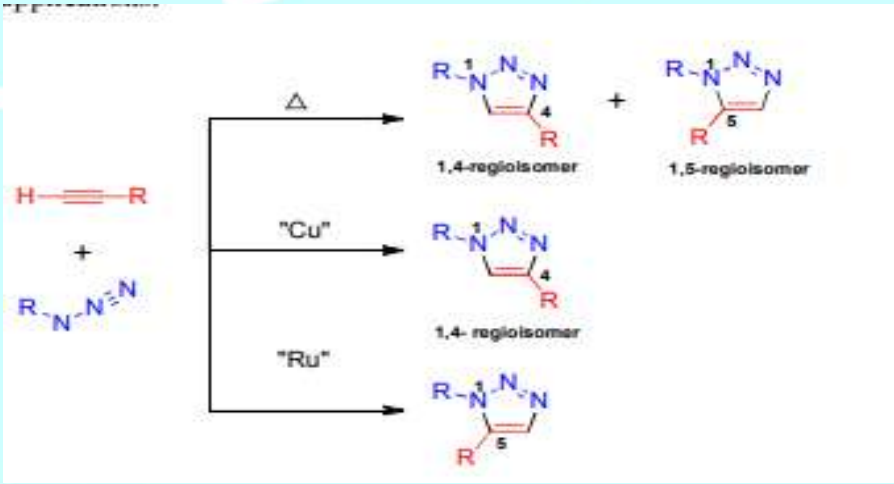

ISSN 3030-3907

propikonazol (Tilt) uchun Ciba-Geigy kompaniyasiga qishloq xo‘jaligida foydalanish huquqini sotdi. O‘shandan beri ko‘plab boshqa triazollar ishlab chiqarilmoqdi. Bundan tashqari, Eveline Snelders, Simone MT Camps va boshqa olimlar Aspergillus fumigatus kabi qo‘ziqorinlarda triazollarga qarshilik mexanizmlarini o‘rganishdi[8]. Tadqiqotlar, shuningdek, triazol fungitsidlarining atrof-muhitga ta'siri, shu jumladan ularning qushlarning ko‘payishiga ta'siri va inson salomatligi bilan bog‘liq potentsial aloqalarni o‘rganishga qaratilgan.

## TADQIQOT METODOLOGIYASI

Gyuisgen birinchi bo‘lib 1960-yillarda 1,2,3-triazollar sintezini chuqur o‘rganib chiqdi, natijada Gyuisgen 1,3-dipolyar siklobiriksh paydo bo‘ldi. [9] Bu alkin va azidning 1,4 va 1,5-disubstitusiyalangan-triazol regioizomerlarini hosil qilish uchun reaktsiyasini o‘z ichiga oladi. Regioselektivlikni nazorat qilish uchun o‘tish metallarini o‘z ichiga olgan bir nechta metodologiyalar ishlab chiqilgan. Dastlab, Sharpless [10] va Meldal tomonidan ishlab chiqilgan mis katalizlangan azid alkin siklobiriksh reaksiyasi[11](qisqartirilgan CuAAC) 1,4-regioizomerning regioselektiv shakllanishiga imkon berdi, ruteniy katalizlangan siklobiriksh esa 1,5-regioizomerni (sxema 1) berdi.

Keyin regioselektivlikni nazorat qilish va 1,2,3-triazollarni hosil qilish uchun reaktsiya sharoitlarini yaxshilash uchun bir nechta metodologiyalar tekshirildi. Bugungi kunga kelib, dorivor kimyo va kimyoviy biologiya sohalarida ushbu klik kimyoviy reaktsiyasidan foydalanishning bir nechta misollari xabar qilingan.




**1-sxema.Axid-alkin siklo birikish reaksiyalari**

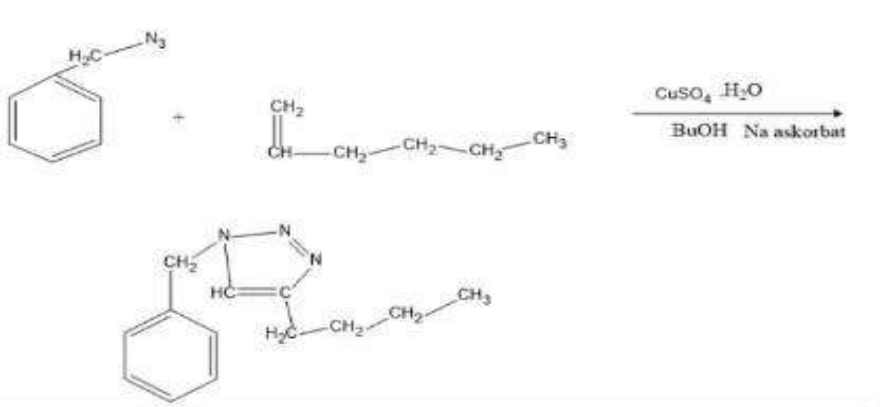
1,2,3-triazollarni tayyorlashning umumiy usuli katalizator sifatida o‘tish metallini o‘z ichiga oladi. Azid va alkin (CuAAC) o‘rtasidagi mis katalizlangan 1,3-dipolyar siklo yuklanish soddaligi va yuqori selektivligi tufayli eng ko‘p qo‘llaniladigan klik-kimyoviy usuldir.[ 11.] Standart sharoitlarda Cu(I) yoki Cu(II) tuzlari va xona haroratida tert-butanol organik erituvchi moddalar aralashmasi ishlatiladi. Sharpless va hamkasblari katalizator Cu (II) tuzlarini kamaytirish orqali


ISSN 3030-3907

in situ tayyorlashda Cu (I) tuzlariga qaraganda ancha samarali, arzonroq va toza ekanligini ko‘rsatdi. Kuang va uning sheriklari reaksiya tezligini sezilarli darajada oshirish uchun $Cu(OAc)_2$ va azidlarni azotni o‘z ichiga olgan yordamchi ligandlar bilan xelatlash orqali reduktiv bo‘lmagan holatlar haqida xabar berdi. Katalizatorlar (RuACC) ichki alkinlarni ham qo‘llab-quvvatlaydigan termal [12.] yoki mikroto‘lqinli sharoitlari uchun eng ko‘p ishlatilgan.

**TAHLILLAR VA NATIJALAR**

Piroliz moyidan kreginlab olingan geksenni bromlab hamda uni degallogenlab geksin olingan.Shundan keyin 25 ml kolbadagi 1.33g (0.0091mol) benzidazid ustuga 95 % li unum bilan olingan geksinnni 0.8618 g (0.0095 mol) qo‘shildi. Erituvchi sifatida 1:2 nisbatda t-BuOH/$H_2O$ aralashmasidan 20 ml foydalanildi.Shundan keyin katalizator sifatida $CuSO_4*5H_2O$ 1.8 mg va natriy askorbatdan ($C_6H_7O_6Na$) 3.2 mg qo‘shildi. Reaksiya 8 soat davomida 25 $^0$ C da magnit aralasgtirgichda aralashtirilib olib borildi.




**2-sxema. 1-benzil-4-butil-1,2,3-triazolni sintez qilsh reaksiyasi**

Reaksiya tugagach mahsulot t-BuOH da eritilib, filtrlab olindi. Olingan mahsulot suv bilan yuvilib,vakuimda quritildi. Olingan mahsulot kalonkali xromatografiya usuli bilan tozalandi va 1-benzil-4-butil-1,2,3-triazol 1.62 gr 82 % li unim bilan sintez qilindi. Olingan mahsulot IQ, $^1$H NMR, $^{13}$C NMR spektrlari orqali tasdiqlandi.

Tadqitodda dala sharoitida 1-benzil-4-butil-1,2,3-triazol moddasining bodringda uchraydigan, inlichirish(Fusarium wilt) zamburug‘li kasalliklariga qarshi samaradorligi o‘rganildi.

Benzil 4-butil -12,3-triazol fungusidlik xossasi bo‘lishiga sabab:

1- Triazol xalqasi -antifungal ta’sir ko‘rsatadigan asosiy farmakofor;

2- Benzil va butil guruhlari -lipofillik va fermentlar bilan o‘zaro ta’sirni kuchaytiradi.

3- Qiyosiy tahlilda u triazol asosidagi amaldagi fungisidlarga yaqin.

Bodringdagi unshudringi kasalligi – bu o‘simlikdagi zararli kasalliklardan biri bo‘lib, u asosan poyada, bandida va barglarda xira sariq dog‘lar ko‘rinishida paydo bo‘ladi. Bargning ustki yoki ostki yuzasi zararlanib, dog‘lar kattalshadi,


ISSN 3030-3907

zamburug‘ sporalarining oq kukunsimon g‘ubori bilan qoplandi, Zararlangan barglar asta-sekin sariq, so‘ngra jigarrang tus oladi va qog‘ozsimon bo‘lib qoladi. Bu kasallik turli xil patogenlar, ayniqsa bakteriyalar va zamburug‘lar orqali kelib chiqadi.



**1-rasm.Fungisdlar sepilishidan oldingi unshudringi bilan kasallangan bodring palagi.**

Fungisidni sepishda umimiy maydoni 600 $m^2$ bo‘lgan 3 ta 200 $m^2$ bo ‘lgan yer maydonlaridan foydalanildi. Ishlatiladigan moddadan 100 ppm suvli erimasi tayyorlandi.Taqqoslovchi preparat sifatida Tebukanonazol standart fungisid sifatida qo‘llanildi. Purkagich orqali har 7-10 kunda bir marta, (1-jadval) 4-5 haftda davomida sepildi va nazorat guruhidagi fungisid sepilmagan bodringlar bilan taqqoslanib borildi.

**1- jadval**

| Ko‘rsatkichlar | Triazol bilan davolash | Tebukanazol | Nazorat guruhi |
|---|---|---|---|
| Kasallikka chalinish | 9.5 | 11.2 | 43.8 |
| Ortacha hosildorlik | 32 | 31 | 22.3 |
| Toksiklik belgisi | Kuzatilmadi | Kuzatilmadi | - |

Triazol fungisidni bodring barglariga sepilganda ta’siri

- Barglarning, poyalarning va mevalarning inli chirish zamburug‘li kasalliklaridan uzoq muddatli himoya qiladi.
- Sog‘lom meva hosilini rag‘batlantiradi.
- Tashish va saqlash vaqtida mevalarning sifatini yaxshilaydi.

**XULOSA**

Triazol fungitsidlari zamonaviy o‘simliklarni himoya qilish tizimining asosidir. Ularning harakatlarini chuqur tushunish, to‘g‘ri tanlangan modda va malakali qo‘llash strategiyasi sog‘lom ekinlar, yuqori sifat va hosilni ta'minlaydi.



ISSN 3030-3907

Shuning uchun 1-benzil-4-butil-1,2,3-triazol ham yuqori fungitsidlikni faol namoyon qiluvchi barqaror organik birikma sifatida sabzavotlarga qarshi ekologik xavfsiz fungitsid sifatida ishlab chiqish mumkinligi tekshirildi. Kelgusida uning boshqa triazol turlari bilan kombinatsiyalangan shakllarini sinovdan o‘tkazish maqsadga muvofiqdir.

## ADABIYOTLAR RO‘YHATI:

1. H. C. Kolb, M. G. Finn, K. B. Sharpless, Angew. Chem. 2001, 113, 2056; Angew. Chem. Int. Ed. 2001, 40, 2004;].
2. D. R. Buckle, D. J. Outred, C. J. M. Rockell, H. Smith, B. A. Spicer, J. Med. Chem. 1983, 26, 251;
3. Bladin JA (1885). Ueber von dicyanphenylhydrazin abgeleitete verbindungen. Ber. Dtsch. Kimyo. Ges. 18, 1544–1551. 10.1002/cber.188501801335[DOI] [Google Scholar]
4. «Rolf Huisgen: Some Highlights of His Contributions to Organic Chemistry».Helvetica Chimica Acta88(6): 1154.DOI:10.1002/hlca.200590098
5. 5.The Nobel Prize in Chemistry 2022". Nobel Foundation. Retrieved October 5, 2022
6. Farooq, Tahir (2021).Advances in Triazole Chemistry. Amsterdam: The Devil(Elsevier). pp.21–27. ISBN978-0-12-817113-4
7. 7.Klix, M.B.; Verreet, J.-A.; Beyer, M. (2007). "Comparison of the declining triazole sensitivity of Gibberella zeae and increased sensitivity achieved by advances in triazole fungicide development". [J.Crop Prot. 26(4): 683–690. doi:10.1016/j.cropro.2006.06.006
8. Kast-Hutcheson K, Rider CV, LeBlanc GA. The fungicide propiconazole inhibits embryonic development in the crustacean Daphnia magna. Environ Toxicol Chem. 2001 Mar;20(3):502-9.
9. Tornjo, Christian W., Kaspar Christensen, and Morten Meldal. “Solid-phase peptidotriazoles: [1, 2, 3]-triazoles with regiospecific copper(I)-catalyzed 1, 3-dipolar cycloaddition of terminal alkynes to azides.” Journal of Organic Chemistry 67.9 (2002): 3057-3064.10.Meldal M. J. Org. Chem. 2002, 67, 3057. 7. Zhang, L.; Chen, X.; Xue, P.; Sun, H. Y.; Williams, I. D.;
10. Rostovtsev, V. V.; Green, L. G.; Fokin, V. V.; Sharpless, K. B. Angew. Chem. Int. Ed. 2002, 41, 2596
11. Zhang, L.; Chen, X.; Xue, P.; Sun, H. Y.; Williams, I. D.; Sharpless, K. B.; Fokin, V. V.; Jia, G. J. Am. Chem. Soc. 2005, 127, 15998


ISSN 3030-3907

# YUPQA PARDALI YARIMO‘TKAZGICHLARNING ELEKTRIK XOSSALARINI O‘RGANISH USULLARI

**I.I. Anarboyev**
*Andijon davlat texnika instituti*
*Email: iqboljon.anarboyev@mail.ru*

**Annotatsiya:** Spektroskopik ellipsometriya ko‘rinish nurlarini yupqa plenkali metrologiyaga qo‘llash bo‘lib, 1830 yilda kashf etilgan. Interferometriya va reflektometriya kichik qalinlikdagi shaffof jismlarni tadqiq qilishda asosiy usul hisoblangan. 1889 yilda Drude bu ikki usulga qutblangan nurlarni qo‘llashni tavsiya etgan. Hozir bu ellipsometriya deyiladi. Birinchi ellipsometrlarda boshlang‘ich nuqtanni topish uchun inson ko‘zi ishlatilgan. Fotoko‘paytirgich trubkalar, lazerlar, to‘lqin optikasi va zamonaviy tezkor kompyuterlarning yaratilishi ellipsometrik tadqiqotlarning takrorlanishi, aniqligi va tezligini sezilarli darajada oshirdi.

**Kalit so‘zlar:** Yupqa plenka, yarimo‘tkazgich, quyosh elementlari, geteroo‘tish, omik kontakt.

**Аннотация:** Спектроскопическая эллипсометрия – это применение видимого света в метрологии тонких плёнок, открытое в 1830 году. Интерферометрия и рефлектометрия были основными методами исследования прозрачных тел малой толщины. В 1889 году Друде предложил использовать поляризованный свет для этих двух методов. Сейчас это называется эллипсометрией. Первые эллипсометры использовали человеческий глаз для определения начальной точки. Развитие фотоэлектронных умножителей, лазеров, волновой оптики и современных высокоскоростных компьютеров значительно повысило повторяемость, точность и скорость эллипсометрических исследований.

**Ключевые слова:** Тонкая плёнка, полупроводник, солнечные элементы, гетеропереход, омический контакт.

**Abstract:** Spectroscopic ellipsometry is the application of visible light to thin-film metrology, discovered in 1830. Interferometry and reflectometry were the main methods for studying transparent bodies of small thickness. In 1889, Drude suggested using polarized light for these two methods. This is now called ellipsometry. The first ellipsometers used the human eye to find the starting point. The development of photomultiplier tubes, lasers, wave optics, and modern high-speed computers has significantly increased the repeatability, accuracy, and speed of ellipsometric studies.

**Keywords:** Thin film, semiconductor, solar cells, heterojunction, ohmic contact.

**Kirish**



ISSN 3030-3907

Ellipsometriya metodi turli soxalar (qo‘llanishlar) uchun juda ko‘p konfiguratsiyalar olishga imkon beradi. Aniq to‘lqin uzunlikka ega bo‘lgan ellipsometriya metodlari mikroelektronika sanoatida keng qo‘llaniladi. Real vaqt rejimida ishlovchi ko‘p kanalli spektroskopik ellipsometrlar mikroelektronika va modellashtiruvchi dasturiy ta’minotning rivojlanishi bilan yarimo‘tkazgichlarning xaraktiyeristikalari bilan shug‘ullanuvchi ilmiy laboratoriyalarda keng ommalashdi. Bu ellipsometrlar hozirgi kunda yupqa plenkali fotovoltaik sanoatda texnologik jarayonlarni nazorat qilishda keng qo‘llanilmoqda.

Ellipsometriyada na’munasirtidan qaytgan s- va p-qutblangan nurlar nisbati o‘lchanadi. Bu bilan u reflektometriyadan farq qiladi, unda tushayotgan va qaytgan nurlar intensivliklari nisbati o‘lchanadi. Bu prinsip ellipsometriyaning fundamental tenglamasiga qo‘yilgan[1].

$$tg\Psi e^{i\Delta}=R^P/R^S \qquad (3.1)$$

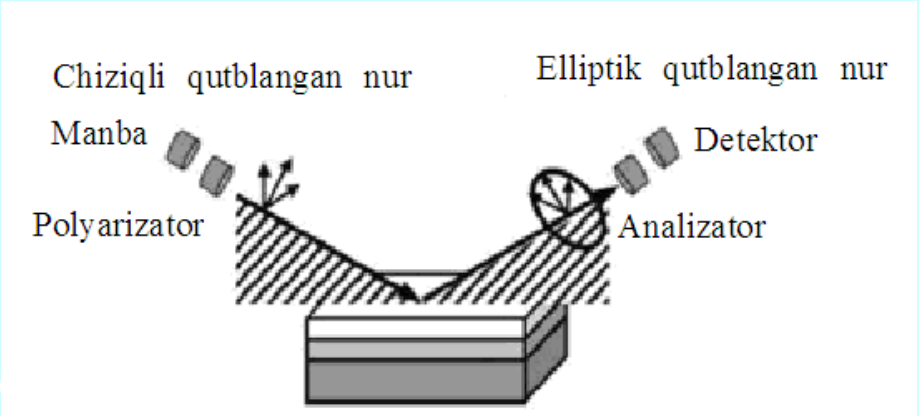
bu yerda R- s- va p-qutblangan nurlar qaytarish koeffisientlari, Δ-parametr

Ψ- s- va p-qutblangan nurlar fazalari farqi.

**ADABIYOTLAR TAXLILI**

Keyin optik modellar yordamida qalinlik va optik doimiylar hisoblanadi. Ni aniqlash uchun tushuvchi va qaytuvchi nurlarning qutblanish darajalarini bilish zarur. Ellipsometr yoroug‘lik manbai, tushuvchi nur qutblanishini fiksirlash uchun polyarizator, qaytuvchi nur qutlanishini aniqlash uchun analizatorva detektordan tashkil topgan[2]. Shu asosiy qismlar bilan ellipsometr harakatsiz, analizator aylanganda va polyarizator modulyasi rejimlarida ishlashi mumkin.

1-rasmda ko‘p qatlamli yupqa lenkali strukturalarni tahlil qilish uchun mo‘ljallangan ellipsometr konfiguratsiyalari keltirilgan. Ellipsometrik o‘lchashlar talabga ko‘ra to‘lqin uzunlikka bog‘liq (spektroskopik), tushish burchagiga bog‘liq (o‘zgaruvchi burchakli monoxrom-spektrnoskopik) va vaqtga bog‘liq (real vaqtli monoxrom-spektrnoskopik) ko‘rinishlarda bajarilishi mumkin[3].




**1-rasm. Ko‘p qatlamli yupqa plenkali strukturalarni tahlil qilishga mo‘ljallangan tipik ellipsometr.**



ISSN 3030-3907

Real vaqtli o‘lchashlar texnologik jarayonlarni boshqarish va kuzatish uchun ishlatiladi. Odatdagi yupqa plenkali ellipsometrik analiz quyidagi bosqichlardan tashkil topgan:

- ellipsometrik parametrlarni o‘lchash;
- na’munaning optik xossalarini funktsional tavsiflash uchun optik modellashtirish;
- optik model asosida ma’lumotlarni generatsiyalash;
- generatsiyalashda yo‘l qo‘yilgan hatoliklarni minimizatsiya qilish uchun so‘nggi qayta ishlash.

## TADQIQOT USULI

Tahlil natijasida olingan ma’lumotlar aniqligi asosan optik modelga bog‘liq. Materialning optik doimiylarini tavsiflash uchun ostsillyatorlarning bir qancha klassik va kvantovo-mexanik modellari ishlab chiqilgan. Klassiko ostsillyatorlarning eng fundamentali Lorents ostsillyatori bo‘lib, u prujinaga osilgan yukka ekvivalentdir. Ko‘p qatlamli strukturalarning aniq optik modelini qurish uchun na’muna tabiatini bilish zarur. Oksidlanish va notekislik tufayli sirtning noidealligiham hisobga olinishi kerak. Brugmanning notekis sirtlarni hisobga oluvchi effektiv muxit yaqinlashishi modeli notekislik darjasi 0,1 bo‘lishini talab qiladi, bu yerda zondlovchi nurning to‘lqin uzunligi [4].

Ellipsometrik o‘lchashlar odatda bashorat qilingan prametrlardan og‘ishlarni aniqlash uchun ishlatiladi. Texnologik jarayonlarni boshqarrish va kuzatishga imkon beradi.

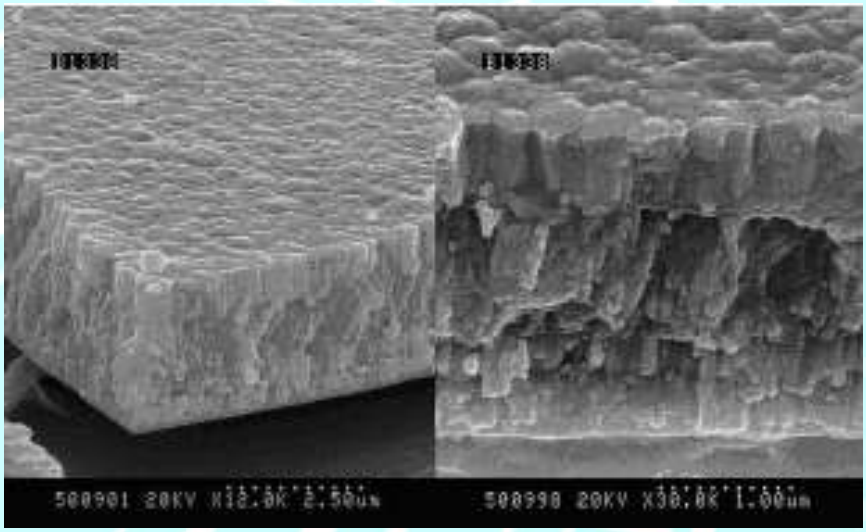
## TAHLIL VA NATIJALAR

Kristallar, plenkalar va qattiq eritmalarning optik xossalari yutilish soxasida yetarlicha o‘rganilgan. Optik xossalar (man qilingan zona kengligi, zonalar aro o‘tish tipi va h.k) haqida ma’lumotlar turli usullar bilan olingan va bir-birlariga qarama qarshidir. Bu plenkalarning tarkibi va olinish texnolgiyalari bilan bog‘liq. Optik xossalarni tadqiq qilishda n va k optik doimiylar dispersiyasini o‘rganish eng ishonchli usullardan biridir, bu plenkalarning zonaviy tuzilishi haqida to‘liq ma’lumotlar olishga imkon beradi [5].

Bu usul plenkaga tushayotgan nurlanishning interferentsiyasini o‘rganishga asoslangan. n va k optik doimiylarni aniqlash uchun o‘tkazish va qaytarish koeffisientlarini aniqlash orqali amalga oshiriladi. Bunda n va k optik doimiylarning haqiqiy va mavxum qismlari, o‘tkazish va qaytarish koeffisientlari orasidagi bog‘lanish murakkab transtsendent tenglamalarga olib keladi va ular EHMlar yordamida maxsus sonli usullar asosida yechiladi [6-8].

Skanirlovchi elektron mikroskopiya plenka sirti morfologiyasi, donlar o‘lchamlari va turli qatlamlar mikrostrukturasini baholashga imkon beradi. Buni amalga oshirish uchun elektron pushka va elektromagnit yig‘uvchi linzalar yordamida elektron oqimi hosil qilinadi va tezlashtiriladi[8].


ISSN 3030-3907



**1-rasm. Mo/Cu(In,Ga)$(Se)_2$/CdS/ZnO shisha strukturasining SEM tasviri.**

Kristallar, plenkalar va qattiq eritmalarning optik xossalari yutilish soxasida yetarlicha o‘rganilgan. Optik xossalar (man qilingan zona kengligi, zonalar aro o‘tish tipi va h.k) haqida ma’lumotlar turli usullar bilan olingan va bir-birlariga qarama qarshidir. Bu plenkalarning tarkibi va olinish texnolgiyalari bilan bog‘liq. Optik xossalarni tadqiq qilishda n va k optik doimiylar dispersiyasini o‘rganish eng ishonchli usullardan biridir, bu plenkalarning zonaviy tuzilishi haqida to‘liq ma’lumotlar olishga imkon beradi.

Bu usul plenkaga tushayotgan nurlanishning interferentsiyasini o‘rganishga asoslangan. n va k optik doimiylarni aniqlash uchun o‘tkazish va qaytarish koeffisientlarini aniqlash orqali amalga oshiriladi. Bunda n va k optik doimiylarning haqiqiy va mavxum qismlari, o‘tkazish va qaytarish koeffisientlari orasidagi bog‘lanish murakkab transtsendent tenglamalarga olib keladi va ular EHMlar yordamida maxsus sonli usullar asosida yechiladi.

Polikristall ko‘p qatlamli fotovoltaik qurilmalarda donlar o‘lchami bir necha nanometrdan yuzlab msikrometrgacha boradi. Qatlamlarning qalinligi ham shu chegarada o‘zgaradi. Donalar chegaralari va o‘tish chegralari bilan bog‘liq effektlar (sirtiy rekombinatsiya, segregatsiya, interdiffuziya) yupqa plenkalarning tadqiqot diapazonini belgilaydi.

Yuqori energetik elektron zondlar yordamida mikrometrdan nanometrgacha ajratish qobiliyatiga ega bo‘lgan shulalanuvvchi elektron mikroskopiya yupqa plenkalarni tadqiq qilishda qo‘llanilgan. Energetik yo‘qotishlar spektroskopiyasi va energo dispertsion spektroskopiya qo‘shilishi bilan shulalanuvvchi elektron mikroskopiya analitik shulalanuvvchi elektron mikroskopiya polikristall ko‘p qatlamli strukturalarning tarkibi va ximiyaviy xarakteristikalarini tahlil qilishda eng ishonchli usullardan biriga aylandi.

Ma’lumki, quyosh elementlarining sifati bazaviy materialning fazoviy bir jinsliligiga sezilarli bog‘liq. Bazaviy materialda fazoviy nobirjinsliliklarning


ISSN 3030-3907

(qattiq eritma tarkibida, zaryad tashuvchilar kontsentratsiyasida, nuqsonlar zichligida va h.k.) mavjudligi QE xarakteristikalarining pasayishiga, yaroqli elementlar kamayishiga olib keladi. Shuning uchun bazaviy material parametrlarini fazoviy ajrata oluvchi o‘lchashlar yuqori samarali fotoo‘zgartirgichlar yasashda juda muxim ahamiyatga ega. Skanirovchi lazer mikroskopiyasi metodining ishlash prinsipi yarimo‘tkazgich materilaning nobirjinsli qatlamini lokal yoritishda fotoEYuK yuzaga kelishiga asoslangan. Agar fotonlar energiyasi yarimo‘tkazgichning taqiqlangan zonasi kengligidan katta bo‘lsa, yoritilgan joyda elektron-kovak juftligi generatsiyalanadi.

Faraz qilaylik na’muna yupqa plenkadan, ya’ni ikki o‘lchamli modeldan iborat. Nomuvozanatli elektronlar va kovaklar yoritish joyidan barcha tomonlarga diffuziyalanadi. Faraz qilaylik, diffuziya uzunligidan kam masofalarda elektr maydon yuzaga kelsin. U xolda elektronlar va kovaklar ajraladi va butun hajmda nomuvozantli zaryad tashuvchilar taqsimotidagi radial simmetriya buziladi. Umumiy holda ixtiyoriy ikki nuqta orasidagi potentsiallar farqi noldan farqli bo‘ladi. Uning qiymati hosiol bo‘lgan elektr maydonidan o‘lchanayotgan nuqtagacha bo‘lgan yo‘nalish va zaryad qiymati bilan aniqlanadi. Bu effekt LBIC nomini olgan (Laser-Beam Induced Current). Na’munadagi harakatsiz kontaktlar va harakatdagi nurlanishlar orasidagi signalning xarakterini planar p-n-o‘tish asosida tushunish mumkin. Soddalik uchun bir o‘lchamli modelni olamiz. Faraz qilaylik, na’muna bir jinsli legirlangan r-tip materialga bir jinsli legirlangan n-tip materialdan tashkil topgan. Na’muna n-soxa chapidan yoritilganda o‘tish chegarasiga yetib borgan elektronlar n-soxa ichiga elektr maydon tomonidan tortiladi. Kovaklar o‘z yo‘lida potentsial to‘siqqa duch keladi. Fazoviy ajralgan zaryadlar A va V kontaklar orasida potentsiallar farqini yuzaga kelitiradi (2-rasm). Zaryad tashuvchilar o‘ztish chegarasiga yaqinlashgan sari potentsiallar favrqi ortib boradi va nur chegarada bo‘lganda maksimumga erishadi. Nur n-soxa markazini yoritganda elektronlar va kovaklarning fazoviy taqsimoti bir xil va ular bir-birlarini kompensatsiyalaydi, natijada LBIC signal nolga teng bo‘ladi. O‘tish chegarasiga o‘ng tomondan yaqinlashganda ham signal ortib boradi, lekin ishorasi qarama-qarshi bo‘ladi. Shunday qilib, planar p-n-o‘tishni LBIC signal bilan skanirlaganda ikki qutbli signal hosil bo‘ladi. Bu misol LBIC metodning ishlash prinsipini tushunishga imkon beradi.

**XULOSA**

Polikristall ko‘p qatlamli fotovoltaik qurilmalarda donlar o‘lchami bir necha nanometrdan yuzlab msikrometrgacha boradi. Qatlamlarning qalinligi ham shu chegarada o‘zgaradi. Donalar chegaralari va o‘tish chegralari bilan bog‘liq effektlar (sirtiy rekombinatsiya, segregatsiya, interdiffuziya) yupqa plenkalarning tadqiqot diapazonini belgilaydi.



ISSN 3030-3907

Yuqori energetik elektron zondlar yordamida mikrometrdan nanometrgacha ajratish qobiliyatiga ega bo‘lgan shulalanuvvchi elektron mikroskopiya yupqa plenkalarni tadqiq qilishda qo‘llanilgan. Energetik yo‘qotishlar spektroskopiyasi va energo dispertsion spektroskopiya qo‘shilishi bilan shulalanuvvchi elektron mikroskopiya analitik shulalanuvvchi elektron mikroskopiya polikristall ko‘p qatlamli strukturalarning tarkibi va ximiyaviy xarakteristikalarini tahlil qilishda eng ishonchli usullardan biriga aylandi.

## ADABIYOTLAR

1. M. S. Saidov, B. M. Abdurakhmanov, and L. O. Olimov. // Applied Solar Energy 2007, vol. 43. 4, p.203÷207.

2. Саидов А.С., Лейдерман А.Ю., Маншуров Ш.Т. Особенности поликристаллического кремния, полученного пятикратной переплавкой на солнечной печи. // Гелиотехника, 2010, №2, 35-38.

3. PatentUz IAP 0561. **Termoelektrik material va uni tayyorlash usuli** 29.06.2018. Byul., № 6. B.M. Abduraxmanov, M.M. Adilov. M.X. Ashurov. va boshqalar.

4. Patent FAP20190154 25.02.2021. Granulalangan yarimo‘tkazgichli termoelektrik materiallar tayyorlash usuli Olimov L.O., Anorboev I.I., Mamirov A., Omonboev F.L., Omonboeva M.L.

5. L.O. Olimov, I.I. Anarboyev. Some electrophysical properties of polycrystalline silicon obtained in a solar oven // Silicon. Springer Nature Published: 27 January 2022 volume 14, p.p 3817–3822(№11 Springer, Impact Factor 2,941 )

1. L.O. Olimov, I.I. Anarboyev. Some electrophysical properties of polycrystalline silicon obtained in a solar oven // Silicon. Springer Nature Published: 27 January 2022 volume 14, p.p 3817–3822(№11 Springer, Impact Factor 2,941 )

7. L.O. Olimov, I.I. Anarboyev, A.M. Mamirov Granullangan yarimutkazgichli termoelektrik materiallar tayyorlash usuli // Uzbekistan Respubliki Fanlar akademyasining maruzalari // 2020 y. №4, bet.20 -24. (№7)

8. L.O.Olimov, I.I.Anarboyev, Issledovaniye mikrostrukturi i elektricheskix svoystv kremniya, poluchennogo chastichnim nagrevom solnechnogo izlucheniya // Andijon Davlat Universiteti Ilmiy Xabarnoma fizika – matematika tatqiqotlari 2021. V 3.I 2 pp 43-47.(№13)



ISSN 3030-3907

УЎТ 621.34

# KOMPRESSOR QURILMASINING ELEKTRMEXANIK TIZIMLARIDAGI ISROF BO‘LAYOTGAN ENERGIYADAN SAMARALI FOYDALANISHNI TADQIQ QILISH

**O.X. Ishnazarov**

***O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi energetika muammolari instituti. Toshkent, Durmon yo‘li kuchasi, 40-uy. katta ilmiy hodim.***

**U.H. Hoshimov**

***O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi energetika muammolari instituti. Toshkent, Durmon yo‘li kuchasi, 40-uy. katta ilmiy hodim.***

***E-mail: Hoshimovural83@gmail.com***

**R.R. Soliev**

***"Toshkent traktor zavodi" MCHJ Toshkent viloyati, Chirchiq shahri, A.Navoiy kuchasi, 92-uy. bosh energetik.***

**Annotasiya:** Maqolada kompressor qurilmasining elektromexanik tizimidagi isrof bo‘layotgan energiyadan samarali foydalanish va energiya sifatining va energiya isrof qiluvchi qismlaridagi o‘zgarishlar tahlil qilingan. Kompressorga berilayotgan elektr energiyaning sifat darajasi qurilma elektromexanik tizimlarining ishlash jarayoniga va ishlash muddatiga bo‘lgan salbiy ta’siri baholangan. Semmetrik bo‘lmagan manbaga ulangan kompressor qurilmasining garmonikalarga salbiy ta’siri baholangan.

**Kalit so‘zlar:** Elektromexanik, kompressor, chastotaviy rostlagich, samaradorlik, omillar, mexanizm, issiqlik energiyasi.

**Аннотация:** В статье проанализировано эффективное использование потерянной энергии в электромеханической системе компрессорного устройства и изменения в качестве энергии и энергопотреблающих компонентах. Качественный уровень электрической энергии, подаваемой на компрессор, оценивается как отрицательное влияние на рабочий процесс и срок службы электромеханических систем устройства. Оценивалось отрицательное влияние компрессорного устройства, подключенного к несимметричному источнику, на гармоники.

**Ключевые слова:** Электромеханический, компрессор, регулятор частоты, КПД, факторы, механизм, тепловая энергия.

**Annotation:** The article analyzes the efficient use of wasted energy in the electromechanical system of the compressor device and the changes in the energy quality and energy wasting parts. The quality level of electricity supplied to the compressor has been assessed the negative impact on the process of operation and the duration of operation of the device electromechanical systems. The negative



ISSN 3030-3907

effects of a compressor device connected to a non-semmetric source on harmonica have been assessed.

**Keywords:** Electromechanical, compressor, frequency adjuster, efficiency, factors, mechanism, thermal energy.

**Kirish**

Sanoat korxonalarida siqilgan havo turli sohalarda ko‘p qirrali va keng qo‘llaniladigan energiya tashuvchisi hisoblanadi. Ishlab chiqarish jarayonida pnevmatik uskunalar, asboblar, murakkab avtomatlashtirilgan tizimlar va texnologik liniyalarni ishlashida talabga qarab keng foydalaniladi. Kompressor qurilmasini va siqilgan havo ta’minoti tizimini ishlashini to‘g‘ri nazorat qilinmasa, uni ishlab chiqarish samarasiz va qimmatga tushishi mumkin. Hisob-kitoblarga ko‘ra, kompressor qurilmalari sanoatdagi global elektr energiyasi iste’moliningning o‘rtacha 10 foizini tashkil qiladi. Shunday qilib, kompressor uskunasining energiya samaradorligini oshirish operatsion xarajatlarni kamaytirish va atrof-muhitga salbiy ta'sirni minimallashtirish global darajadagi muammolardan biri sanaladi.

Kompressor qurilmasining motoriga chastotaviy rostlagichlarni joriy etish an'anaviy vintli kompressorlarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega bo‘ladi. Kompressor motorning aylanish tezligini chastotaviy rostlagich bilan siqilgan havo tizimidagi bosimni 0,1 bar aniqlik bilan ishlashini nazorat qilish orqali me’yorda ushlab turadi va tarmoqdagi bosim o‘zgarishiga darhol javob beradi[1].

Kompressorlar xosil qilgan bosimning me’yordan ortiq bo‘lishi chastotaviy boshqaruv bo‘lmaganda monometr bilan uchirib yoqiladi. Buning natijasida talab etilgan bosimdan ortiq bo‘lgan bosim bilan ishlatish rejalashtiriladi. Me’yoridan ortiq bo‘lgan bosimning xosil bo‘lishini oldini olish energiya isrofi umumiy energiya iste’molining 8% gacha tejash imkoniyatini beradi.

Vintli havo kompressorining ish samaradorligini oshirish uchun talab etilgan bosimni aniqlab va joriy ishlash bosimiga rostlab o‘rnatish taklif etiladi. Vintli havo kompressorining haqiqiy ish sharoitlari bilan vintli havo kompressorining ishlashini boshqarish uchun optimal boshqaruv usuli ishlab chiqiladi.

**TADQIQOT METODOLOGIYASI**

Vintli havo kompressorining siqish kuchini modellashtirish uchun qurilmaning quvvatini ifodalovchi tengliklarning ketma-ketligi aniqlanishi kerak bo‘ladi. Vintli kompressorning siqish kuchini nazariy hisoblanganda quyidagi ifodadan foydalaniladi

$$P_T = W \cdot Q_s = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot cos\varphi = P_s/\eta_m$$

Bu yerda: $P_T$ – to‘liq yuklamadgi quvvat, $W$ - maxsus quvvat iste’moli (kVt/(m$^3$/min)), $Q_s$ - nominal samaradorlik quvvati (m$^3$/min), $U$ - tarmoq kuchlanishi, $I$-iste’mol qilayotgan tok miqdori, $cos\varphi$-quvvat koeffitsenti, $P_s$ - valning quvvati



ISSN 3030-3907

(kVt) va $\eta_m$ - motorning foydali ish koeffetsenti. Ifodadagi $P_s$ valning quvvati ikkita tashkil etuvchidan iborat.

$$P_s = P_g + P_m$$

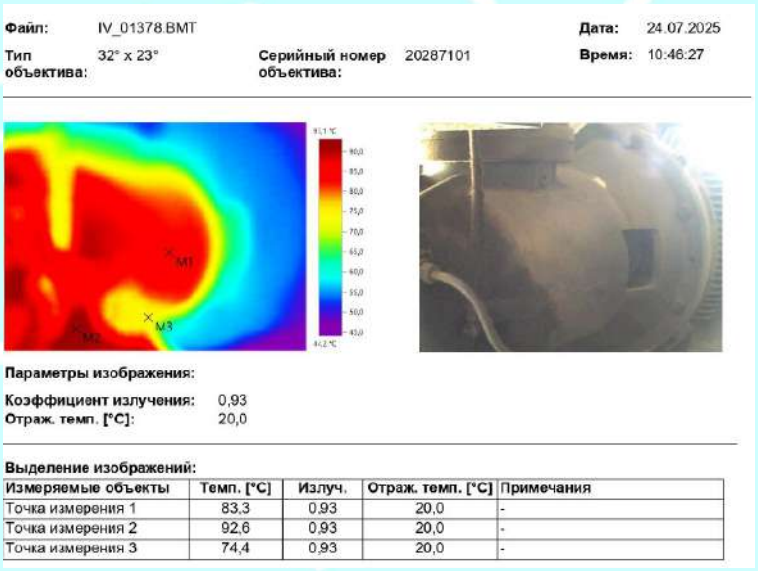
bu yerda: $P_g$ - siqish quvvati (kVt), $P_m$ - quvvat isroflari, (mexanik, uyurmaviy va boshqa barcha isroflar (kVt).

Vintli havo kompressorining ($P_g$) siqish quvvati ikki qismdan iborat: havoni kirish atmosferasidan termal bosimiga ($P_i$) siqish uchun adiabatik siqish quvvat sarfi; izotermik bosim holatida tushirish quvvat sarfi. Buni quyidagicha ifodalash mumkin[2]:

$$P_g = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{p_s \cdot q_v}{0{,}06} \cdot \left[ \left( \frac{p_d}{p_s} \right)^{\frac{n-1}{n}} - 1 \right]$$

bu yerda: $p_s$-kompressor assimilyatsiya kirishidagi atmosferaning mutlaq bosimi (MPa), $p_s = 0.1$MPa, $n$- izotermik ko‘rsatkich, n=1,35, $q_v$-vintli havo kompressorining quvvati ($m^3$/min).

Tadqiqot olib borilayotgan kompressorning termogrammasi quyidagi rasmda keltirilgan.




**1-rasm. Kompressor motorning termogrammasi.**

Yuqoridagi tasvirlardan ko‘rish mumkinki, motor va kompressor qismidagi ishchi harorat 92,6℃ bo‘lishi ko‘zatiladi. Bu issiqlik energiyasidan foydalanish tadqiqotning maqsadi qilib olingan.

Kompressor qurilmasining ishlash jarayonidagi mexnizmlarning ishlash jarayonidagi issiqlikning ajralib chiqishi tabiiy holat sifatida baholanadi. Shu bilan birga, ajralayotgan issiqlikni kamaytirish va undan samarali foydalanish energetiklar oldida yechilishi kerak bo‘lgan dolzarb masala bo‘lib qolishida davom etadi.

**MUXOKAMA VA NATIJALAR**



ISSN 3030-3907

Tadqiqot olib borilayotgan Airpol 75 kVt quvvatli vintli kompressorning nominal parametrlari quyidagi jadvalda keltirilgan.

**1-jadval.**

**Tadqiqot olib borilgan kompressorning ko‘rsatgichalari.**

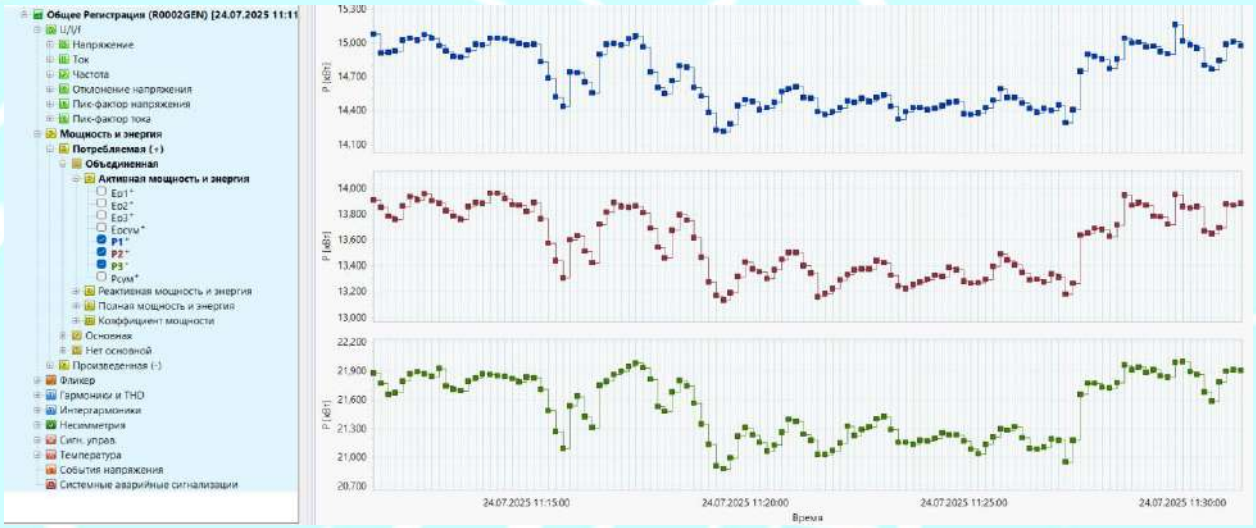
| | | | |
|---|---|---|---|
| Siqish bosimi | MPa | 0,8 | 1 |
| Ish samaradorligi | $m^3/s$ | 620 | 560 |
| | $m^3/min$ | 10,3 | 9,3 |
| Og‘irligi | Kg | 2 500 | |
| Tashqi o‘lchamlari (UxExB) | mm | 2505x1630x2400 | |
| Siqilgan havoni ulash | | G2 | |
| Siqilgan havo ulanishining balandligi (d) | mm | 1 000 | |
| Atrof-muhit harorati | °C | от +5 до +40 | |
| Siqilgan havo harorati | °C | atrof-muhit haroratidan taxminan 10 daraja yuqori | |
| Yog‘ harorati | °C | 70 | |
| Shovqin darajasi | dB | 85 | |
| Vintli uzatish turi | | CD8D | |
| Sovutish havosiga ehtiyoj | $m^3/s$ | 16 500 | |
| Dvigatel quvvati | kVt | 75 | |
| Dvigatelning aylanish tezligi | ayl/min | 3 000 | |
| Tarmoq kuchlanishi | V | 400 | |

Vintli kompressorlar boshqa turdagi kompressorlarga nisbatan kiruvchi havoning haroratidan chiquvchi siqilgan havoning harorati nominal sharoitlarda 10℃ darajada ortishi ko‘rsatilgan. Bundan xulosa qilinganda, porshinli kompressorlarga nisbatan vintli kompressorlardan isssiqlik ajralib chiqishi kam bo‘ladi. Olib borilgan tadqiqotni barcha kompressorlar uchun foydalanish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Tadqiqot olib borilayotgan chastotaviy boshqaruvdagi 75 kVt quvvatli vintli kompressorning sarflanayotgan quvvati elektr analizatoridan olingan natijalar quyidagi grafikda tasvirlangan.



ISSN 3030-3907




**2-rasm. Kompressor iste'mol qolayotgan quvvatning o'zgarishi.**

Kompressor iste'mol qilayotgan quvvatdan samarali foydalanish uchun iste'mol quvvati balansini ishlab chiqish kerak bo'ladi. Buning uchun olib borilgan tadqiqot natijalarining quvvatlar balansidan foydalanib hisoblanganda quyidagi jadval ko'rinishidagi balansga ega bo'linadi[3].

**2-jadval.**

**Kompressor qurilmasining energiya iste'moli balansi.**

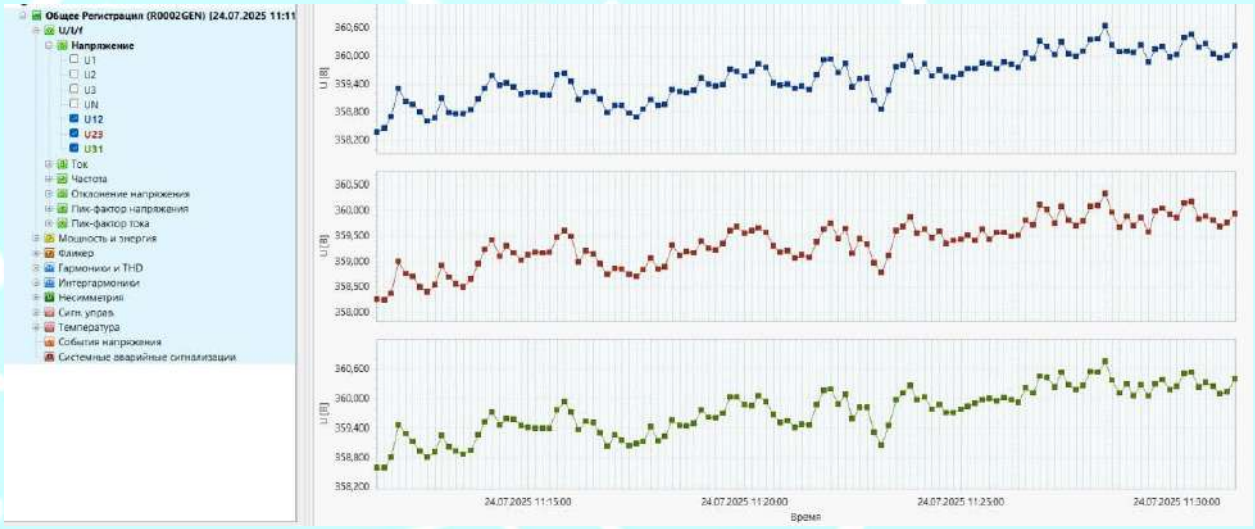
| **Kompressor kirishidagi energiya** | | | **Energiyaning taqsimlanishi** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nomlanishi** | **kVt*s** | **%** | **Nomlanishi** | **kVt*s** | **%** |
| Kompresser validagi energiya | 49,6 | 100 | **Foydali energiya** | | |
| | | | Siqish jarayoni uchun sarflangan energiya | 34,09 | 68,73 |
| | | | **Yuqotilgan energiya** | | |
| | | | Assimilyatsiya laminatsiyasi orqali isroflar | 1,95 | 3,94 |
| | | | Bo'shatish paytida laminatsiya tufayli isroflar | 1,67 | 3,36 |
| | | | Siqish paytida issiqlik isroflar | 4,53 | 9,13 |
| | | | Bo'shatish paytida issiqlik isroflar | 1,09 | 2,19 |
| | | | Izobarik sovutishda issiqlik isroflar | 2,81 | 5,67 |
| | | | Mexanik isroflar | 3,46 | 6,98 |
| | | | Umumiy isroflar | 15,51 | 31,27 |
| JAMI: | | | | 49,60 | 100 |



ISSN 3030-3907

Kompressor qurilmasining yuqoridagi jadvaldagi balansidan 31,27% quvvati isroflarga sabab bo‘ladi. Bu isroflarning katta qismi qurilmaning qizishiga sabab bo‘ladi. Bu issiqlikdan samarali foydalanish natijasida kiruvchi energiyaga nisbatan foydali ish koeffetsentini oshirish imkoni yuzaga keladi.

Tadqiqot olib borilgan vintli kompressorning qizishiga mexanik omildan tashqari elektr energiyasining sifat ko‘rsatgichlari ham ta’sir qiladi. Kompressorga kiruvchi kuchlanish quyidagi grafikda keltirilgan.




**3-rasm. Qurilma ulangan manbaning kuchlanishi.**

Kompressor qurilmasi ulangan manba kuchlanishining nominaldan pastligi yuqoridagi grafikdan ko‘rinib turibdi. Manba kuchlanishini rostlash va kompressor qurilmasini issiqlik hosil bo‘luvchi qismlaridagi issiqlikni foydalanish natijasida iste’mol energiyaning samarali qismini 71% dan 80 % gacha kutarishga erishish mumkin bo‘ladi[3].

**3-jadval.**

**Ajralayotgan issiqlikdan foydalangan holdagi balansi.**

| **Kompressor kirishidagi energiya iste’moli** | | | **Energiyaning taqsimlanishi** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nomlanishi** | **kVt*s** | **%** | **Nomlanishi** | **kVt*s** | **%** |
| Kompresser validagi energiya | 49,6 | 100 | **Foydali energiya** | | |
| | | | Siqish jarayoni uchun sarflangan energiya | 34,09 | 68,73 |
| | | | Sovutish havosidan olinadigan issiqlik bilan bog‘liq energiya | 3,48 | 7,01 |
| | | | **Yuqotilgan energiya** | | |
| | | | Assimilyatsiya laminatsiyasi orqali isroflar | 1,95 | 3,94 |
| | | | Bo‘shatish paytida laminatsiya tufayli isroflar | 1,67 | 3,36 |



ISSN 3030-3907

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Siqish paytida issiqlik isroflar | 2,66 | 5,36 |
| | | | Bo‘shatish paytida issiqlik isroflar | 1,66 | 3,34 |
| | | | Izobarik sovutishda issiqlik isroflar | 0,63 | 1,28 |
| | | | Mexanik isroflar | 3,46 | 6,98 |
| | | | Umumiy isroflar | 12,03 | 24,26 |
| JAMI: | | | Jami | 49,60 | 100 |

Kompressor qismlaridagi ajralayotgan doimiy issiqlikning korxonadagi boshqa ehtiyojlariga yunaltirish natijasida quvvatdan to‘g‘ri foydalanish va qurilmaning ishchi qismlarini sovitish yordamida ishlash muddatining ortishiga xizmat qiladi.

Chastotaviy boshqariluvchi vintli kompressorlarda energiya tejash imkoniyatlarini tahlil qilishda qurilmaning kerakli bosim uchun lozim bo‘lgan aylanish tezligini va ishlab chiqarish quvvatini rostlash mumkin bo‘ladi. Buning natijasida motorning sovitish ventilyatorlari o‘z vazifasini yetarlicha aylanish tezligi bo‘lmaganligi uchun qoniqarli bajara olmaydi va atrofga issiqlik ajrata boshlaydi.

Kompressorlarning ishlashidagi atrofdagi haroratning ahamiyati qoida tariqasida, kirish havosi haroratining har 4℃ darajaga ko‘tarilishi kerakli ekvivalent bosimga erishish uchun 1% miqdordagi elektr energiya sarflanishiga olib keladi[4,5].

Kompressorda xosil bo‘layotgan issiqlikni atrofga tarqalishini oldi olinishi va samarali foydalanilishi elektr energiya iste’molining kiruvchi havo haroratiga bog‘liq bo‘lgan tejalishiga sabab bo‘ladi.

## XULOSA VA TAKLIFLAR

Kompressor qurilmasining iste’mol qilayotgan energiyaning qanday sarflanishini tahlil qilinganda tahminan 30% energiya isroflarga sarflanishi aniqlandi. Isrof bo‘layotgan energiyaning asosiy qismi issiqlik ajralib chiqishi bilan yuqotiladi. Xosil bo‘ladigan issiqlikdan korxonaning ehtiyojlari uchun foydalanishni joriy etish natijasida to‘g‘ridan-to‘g‘ri issiqlikdan 7% gacha energiya tejaladi. Bilvosita esa, kompressorning motor qismining ortiqcha qizishi natijasida hosil bo‘ladigan isroflar va kompressorga kiruvchi havoning haroratiga bog‘liq bo‘lgan energiya isroflari tejaladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. А. М. Зубарев*, И. А. Кузин, Н. З. Хабибова / Сравнительный анализ эффективности применения винтовых компрессоров / Успехи в химии и химической технологии. ТОМ XXX. 2016. №2.



ISSN 3030-3907

2. Chong liu, Dewen Kong and Maolin Cai/Research on Energy-Saving Operation of Screw Air Compressor/ Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 6(2): 325-333, 2013.
3. Dan Codrut Petrilean1, Andreea Cristina Tataru2/ Establishing the hourly and optimal energy balance for the kaeser bsd 81.45 kW helical screw compressor/ Annals of the University of Petroşani, Mechanical Engineering, 25 (2023), 169-174 169.
4. Popov G., Klimentov Kl., Kostov B. "Methods to estimate the energy consumption in regulating the flow rate of pump systems" – "DEMI2011", Banja Luka (Bosnia), 2011, pp. 495-500.
5. Popov G., Klimentov Kl., Kostov B. "Investigation of the energy consumption in regulating the flow rate of pump systems" – "DEMI2011", Banja Luka (Bosnia), 2011, pp. 481-487.
6. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 6(2): 325-333, 2013 ISSN: 2040-7459; e-ISSN: 2040-7467
7. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 6(2): 325-333, 2013 ISSN: 2040-7459; e-ISSN: 2040-7467


ISSN 3030-3907

# NANOTEHNOLOGIYA VA KIMYO.

**Nargiza Jabborovna Ahmadaliyeva**
*Angren Universiteti "Davolash ishi"fakulteti o'qituvchisi.*
*E-mail: ahmadaliyevanargiza34@gmail.com*
*Tel: +998934251328*
**Xodjimurodov Davron Ikramaliyevich**
*Angren Universiteti Davolash fakulteti o'qituvchisi*
*E-mail: telefonprogramma44@gmail.com*
*Tel: +998998933040*
**Ibragimova Firuza Farxodovna**
*Angren Universiteti "Davolash ish"fakulteti o'qituvchisi*
*E-mail: firuzaibragimova96@gmail.com*
*Tel: +998958600412*
**Normurodov Xushid Tursunmurodovich**
*Angren Universiteti Davolash fakulteti o'qituvchisi*
*E-mail: khurshid3016966@gmail.com*
*Tel: +998973016966*

**Annotatsiya:** Nanotehnologiya kimyo sohasida yangi yutuqlar yaratishda muhim rol o'ynaydi. Nanopartikullarni sintez qilish usullari va ularning noyob fizik-kimyoviy xususiyatlari tibbiyot, ekologiya va sanoat sohalarida keng qo'llanilmoqda. Ushbu maqolada nanopartikullarni tayyorlash usullari, ularning biologik va atrof-muhitdagi qo'llanishi, shuningdek kelajakdagi istiqbollari muhokama qilinadi.

**Kalit so'zlar:** Nanopartikullar, Nanotehnologiya, Kimyo, Tibbiyot, Atrof-muhit.

**Аннотация:** Нанотехнология играет ключевую роль в развитии химической науки. Методы синтеза наночастиц и их уникальные физико-химические свойства широко применяются в медицине, экологии и промышленности. В статье рассматриваются методы получения наночастиц, их применение в биологических и экологических областях, а также перспективы развития.

**Ключевые слова:** Наночастицы, Нанотехнология, Химия, Медицина, Окружающая среда.

**Abstract:** Nanotechnology plays a crucial role in advancing chemical sciences. The synthesis methods of nanoparticles and their unique physicochemical properties are widely applied in medicine, environmental science, and industry. This article discusses nanoparticle preparation techniques, their applications in biological and environmental fields, and potential future developments.

**Keywords:** Nanoparticles, Nanotechnology, Chemistry, Medicine, Environment.

**Kirish.**



ISSN 3030-3907

Nanotehnologiya — bu materiyaning nanometrik o‘lchamdagi xususiyatlarini o‘rganish va ulardan amaliy foydalanish bilan shug‘ullanadigan ilmiy soha. Nanometrik o‘lchamlar (1–100 nm) moddalar xossalarini tubdan o‘zgartirishi mumkin, chunki ularning yuzasi hajmga nisbatan sezilarli darajada katta bo‘ladi. Bu esa ularning kimyoviy reaktivligi, optik xususiyatlari, magnit va elektr xossalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, kimyo fanida nanotehnologiya yangi materiallar yaratishda va mavjud materiallarning xususiyatlarini yaxshilashda muhim vosita hisoblanadi.Nanopartikullar — nanotexnologiyaning asosiy materiallaridan biri bo‘lib, ular metal, oksid, polimer yoki biologik materiallardan tayyorlanadi. Ularning kichik o‘lchami va katta yuzasi ularni tibbiyot, farmatsevtika, ekologiya va sanoat sohalarida keng qo‘llash imkonini beradi. Masalan, tibbiyotda nanopartikullar dorivor vositalarni maqsadli yetkazib berishda ishlatiladi, ekologiyada esa ifloslanishni kamaytiruvchi katalizator sifatida qo‘llaniladi.Nanopartikullarni sintez qilishning bir nechta usullari mavjud: kimyoviy, fizik va biologik metodlar. Kimyoviy sintez usullari eng ko‘p qo‘llaniladigan metod bo‘lib, unda reduksiya, koagulyatsiya, sol-gel va boshqa reaktsiyalar yordamida nanopartikullar hosil qilinadi. Fizik metodlar esa yuqori harorat, bug‘lash yoki lazer yordamida materiallarni nanoo‘lchamga keltirishni o‘z ichiga oladi. Biologik usullar esa o‘simliklar, mikroorganizmlar yoki fermentlardan foydalanib, ekologik toza nanopartikullar olish imkonini beradi.Nanotehnologiyaning kimyoda qo‘llanilishi nafaqat yangi materiallar yaratish bilan cheklanmaydi. U reaktsiyalarni tezlashtirish, katalizator sifatida ishlash, energiya samaradorligini oshirish va atrof-muhitni tozalash kabi funksional vazifalarni ham bajaradi. Masalan, nanozarralar yordamida suvdagi og‘ir metallarni samarali ushlab qolish yoki havodagi zararli gazlarni neytrallashtirish mumkin. Shuningdek, nanopartikullar elektronika va fotonikada yangi qurilmalarni yaratishda ham muhim rol o‘ynaydi.Nanotexnologiya va kimyoning integratsiyasi ilmiy va texnologik rivojlanish uchun katta imkoniyatlar yaratadi. Ularning sintez va qo‘llanilishi, xavfsizlik jihatlari, biologik moslashuvchanligi va ekologik samaradorligi bugungi kunda ilmiy tadqiqotlarning asosiy yo‘nalishlaridan biriga aylangan. Shu sababli, nanopartikullarni o‘rganish va ulardan turli sohalarda foydalanish istiqbollari nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham katta ahamiyatga ega.

**ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR.** Nanotehnologiya sohasidagi tadqiqotlar so‘nggi yillarda tez sur’atlar bilan rivojlanib bormoqda. Ko‘plab ilmiy maqolalar, sharhlar va tajribaviy ishlar nanopartikullarni sintez qilish, ularning xususiyatlarini o‘rganish va amaliy qo‘llanilishi bo‘yicha keng qamrovli ma’lumotlar beradi. Adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki,


ISSN 3030-3907

nanopartikullarni tayyorlashning bir nechta asosiy usullari mavjud: kimyoviy, fizik va biologik metodlar.

**Kimyoviy sintez usullari** eng ko‘p ishlatiladigan metodlardan biri bo‘lib, ularning asosiy afzalligi — aniq o‘lchamdagi va shakldagi nanopartikullarni olish imkoniyati. Reduksiya, koagulyatsiya, sol-gel, mikroemulsiya va boshqa reaktsiyalar yordamida nanopartikullar tayyorlanadi. Misol uchun, Au (oltin) va Ag (kumush) nanopartikullari kimyoviy usullar bilan sintez qilinib, ularning yuzasi katalitik va antibakterial xususiyatlarga ega bo‘ladi. Shu bilan birga, kimyoviy metodlar ekologik xavfsizlik jihatidan ba’zi cheklovlarga ega bo‘lishi mumkin, chunki ayrim reagentlar toksik hisoblanadi.

**Fizik usullar** nanopartikullarni yaratishda yuqori harorat, bug‘lash, lazer yoki buferlash texnologiyalaridan foydalanadi. Masalan, bug‘lash orqali metal nanopartikullarni hosil qilish yoki lazer ablatsiyasi yordamida nanoo‘lchamdagi materiallar tayyorlash mumkin. Bu usullar bilan olingan nanopartikullar yuqori kristallik va bir xil o‘lchamga ega bo‘ladi, lekin texnologik jihozlar va energiya talablarining yuqoriligi ushbu metodlarning asosiy cheklovidir.

**Biologik usullar** esa o‘simlik ekstraktlari, mikroorganizmlar yoki fermentlar yordamida nanopartikullarni sintez qilish imkonini beradi. Ushbu metod ekologik toza va xavfsiz bo‘lib, toksik reagentlardan foydalanishni kamaytiradi. Masalan, o‘simlik ekstrakti yordamida Au va Ag nanopartikullari ishlab chiqarish tibbiyotda antibakterial vositalar sifatida qo‘llanmoqda. Shu bilan birga, biologik metodlar orqali olingan nanopartikullar odatda kimyoviy va fizik usullarga nisbatan o‘lcham va shakl nazorati jihatidan biroz cheklangan.Nanopartikullarni sintez qilishning turli metodlari turli sohalarda qo‘llanilish imkonini beradi. Tibbiyotda nanopartikullar dorivor vositalarni maqsadli yetkazish, diagnostika tizimlari va bioimagingda ishlatiladi. Masalan, liposom va polimer nanopartikullar dorini maqsadli hujayra ichiga yetkazish orqali terapevtik samaradorlikni oshiradi. Shuningdek, nanopartikullar MRI (magnit-rezonans tomografiya) kontrast agenti sifatida ham keng qo‘llanilmoqda.Ekologik sohada nanopartikullar ifloslanishni kamaytiruvchi katalizator sifatida ishlatiladi. Masalan, $TiO_2$ nanopartikullari suv va havodagi organik ifloslanishlarni fotokatalitik yo‘l bilan kamaytirishda samarali hisoblanadi. Bundan tashqari, nanozarralar og‘ir metallarni ushlab qolish, suvni tozalash va ifloslanishni neytrallashtirish uchun ham ishlatiladi. Shu bilan birga, nanopartikullarning ekologik xavfsizligi va biologik degradatsiyasi masalalari hali ham tadqiqotlar mavzusidir.Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, nanopartikullarni o‘rganish va sintez qilish usullarining tanlovi ularning qo‘llanilish maqsadiga bog‘liq. Keng qamrovli ilmiy ishlarda kimyoviy, fizik va biologik metodlar kombinatsiyasi ishlatiladi, bu esa nanopartikullarni optimal sifat, xavfsizlik va samaradorlik bilan ishlab chiqarishga imkon beradi. Shu bilan birga,


ISSN 3030-3907

nanopartikullarni tahlil qilishda zamonaviy uskunalar va metodlar — elektron mikroskopiya, rentgen diffraksiya, dinamik yorug‘lik tarqalishi va spektroskopik usullar qo‘llaniladi. Bu usullar nanopartikullarning o‘lchami, shakli, kristallik tuzilishi va kimyoviy xossalarini aniqlashda yordam beradi.Metodologik jihatdan, nanopartikullarni sintez qilish va ularning xususiyatlarini o‘rganish tajribaviy, laboratoriya va modellash asosida olib boriladi. Tadqiqotlar natijalari nanopartikullarni sanoat va tibbiyotga tatbiq qilishda muhim ilmiy asosni yaratadi. Shu bilan birga, xavfsizlik, toksikologiya va ekologik barqarorlikni hisobga olgan holda, nanopartikullarni sanoat miqyosida ishlab chiqarish strategiyalari ishlab chiqiladi.

**NATIJALAR VA MUHOKAMA.** Nanopartikullarni sintez qilish va ularning xususiyatlarini o‘rganish natijalari so‘nggi yillarda ko‘plab ilmiy tadqiqotlar asosida aniqlangan. Adabiyotlar va tajribaviy ishlar shuni ko‘rsatadiki, nanopartikullarning kichik o‘lchami va yuqori yuzasi ularni kimyoviy, biologik va fizik jihatdan noyob qiladi. Masalan, oltin (Au) va kumush (Ag) nanopartikullari antibakterial, antiviral va katalitik xususiyatlarga ega bo‘lib, tibbiyot va ekologiyada keng qo‘llaniladi.

**Tibbiyotda qo‘llanilishi:** Nanopartikullar dorivor vositalarni maqsadli yetkazish tizimlarida samarali bo‘lib, terapevtik samaradorlikni oshiradi. Masalan, polimer nanopartikullar dorilarni hujayra ichiga uzluksiz yetkazish imkonini beradi. Shu bilan birga, nanopartikullar bioimaging va diagnostika tizimlarida ham ishlatiladi. MRI kontrast agentlari sifatida ishlatiladigan superparamagnit nanopartikullar, yuqori aniqlikdagi tasvir olish imkonini yaratadi. Bundan tashqari, nanopartikullar yordamida onkologik kasalliklarda maqsadli dorivor terapiya amalga oshiriladi, bu esa sog‘lom to‘qimalarga salbiy ta’sirni kamaytiradi.

**Ekologik qo‘llanilishi:** Nanopartikullar suv va havoni tozalashda katalizator sifatida ishlatiladi. $TiO_2$ nanopartikullari fotokatalitik xususiyatlari tufayli organik ifloslanishlarni kamaytiradi va suvdagi toksik moddalarni neytrallashtiradi. Shuningdek, ZnO va $Fe_3O_4$ nanopartikullari og‘ir metallarni ushlab qolishda samarali bo‘lib, ekologik xavfsizlikni ta’minlaydi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, nanopartikullarni suvni tozalash tizimlariga qo‘shish, sanoat chiqindilarini kamaytirish va biologik degradatsiyani oshirish imkonini beradi.

**Nanopartikullarning fizik-kimyoviy xususiyatlari:** Elektron mikroskopiya va rentgen diffraksiya yordamida nanopartikullarning o‘lchami, shakli va kristallik tuzilishi aniqlangan. Kimyoviy usul bilan sintez qilingan nanopartikullar odatda 10–50 nm oralig‘ida bo‘ladi va ularning yuzasi reaktiv bo‘ladi. Fizik usul bilan olingan nanopartikullar yuqori kristallik va bir xil o‘lchamga ega bo‘lib, ularni elektronika va fotonik qurilmalarda qo‘llash mumkin.


ISSN 3030-3907

Biologik usul bilan sintez qilingan nanopartikullar ekologik xavfsiz bo‘lsa-da, o‘lcham va shakl nazorati jihatidan ba’zi cheklovlarga ega.

**Nanozarralarning tahlili:** Nanopartikullarni tahlil qilishda dinamik yorug‘lik tarqalishi, spektroskopiya va elektron mikroskopiya usullari keng qo‘llaniladi. Bu usullar nanopartikullarning o‘lchami, yuzasi, kristallik tuzilishi va kimyoviy xossalarini aniqlashda muhimdir. Shu orqali nanopartikullarni turli sohalarga moslashtirish mumkin. Masalan, tibbiyot uchun nanozarralar sirt modifikatsiyasi orqali hujayralarga moslashtiriladi, ekologiya uchun esa fotokatalitik xususiyatlari oshiriladi.

**Kombinatsiyalangan metodlar:** So‘nggi tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, kimyoviy, fizik va biologik metodlarni kombinatsiya qilish nanopartikullarni ishlab chiqarishda optimal natijalarni beradi. Masalan, kimyoviy usul bilan tayyorlangan nanopartikullarni biologik modifikatsiya orqali toksik emas va biologik moslashuvchan qilish mumkin. Bu esa tibbiyot va ekologiyada nanopartikullarni qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi.

**Xavfsizlik va ekologik jihatlar:** Nanopartikullarni amaliy qo‘llashda ularning toksikligi va ekologik ta’siri muhim ahamiyatga ega. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ayrim metal nanopartikullar yuqori konsentratsiyada toksik bo‘lishi mumkin. Shu sababli, nanopartikullarni ishlab chiqarish va qo‘llashda xavfsizlik protokollari, biologik degradatsiya va ekologik monitoring tizimlari joriy qilinadi. Shu bilan birga, biologik va biodegradable nanopartikullarni ishlab chiqish ushbu muammoni hal qilishga yordam beradi.

**Natijalar tahlili:** Tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatadiki, nanopartikullar tibbiyot, ekologiya va sanoat sohalarida keng qo‘llanilishi mumkin. Ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari va yuzasi reaktivligi ular uchun turli funksional imkoniyatlarni yaratadi. Nanopartikullarni sintez qilish metodlari, tahlil usullari va qo‘llanish yo‘nalishlarini kombinatsiya qilish orqali ularning samaradorligi va xavfsizligi oshiriladi.

**Muhokama:** Nanotehnologiya va kimyo integratsiyasi ilmiy va texnologik yutuqlar uchun katta imkoniyatlar yaratadi. Nanopartikullarni ishlab chiqarish va qo‘llash istiqbollari nafaqat tibbiyot va ekologiya, balki elektronika, energiya va sanoat materiallarini yaratishda ham muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, xavfsizlik va ekologik barqarorlikni hisobga olgan holda, nanopartikullarni keng ko‘lamda qo‘llash strategiyalari ishlab chiqilishi zarur.

**XULOSA.** Nanotehnologiya kimyo fanida yangi yutuqlar yaratish va mavjud materiallarning xususiyatlarini optimallashtirishda muhim vosita hisoblanadi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, nanopartikullar o‘zining kichik o‘lchami, yuqori yuzasi va noyob fizik-kimyoviy xususiyatlari tufayli turli sohalarda keng qo‘llanilishi mumkin. Tibbiyotda ular dorivor vositalarni maqsadli


ISSN 3030-3907

yetkazish, diagnostika tizimlarida bioimaging va onkologik terapiyada yuqori samaradorlikni ta’minlaydi.Ekologik sohada nanopartikullar ifloslanishni kamaytiruvchi katalizatorlar sifatida, suv va havoni tozalashda samarali vosita bo‘lib xizmat qiladi. $TiO_2$, ZnO va $Fe_3O_4$ kabi nanopartikullar fotokatalitik xususiyatlari tufayli organik va anorganik ifloslanishlarni neytrallashtirishda keng qo‘llaniladi. Shu bilan birga, nanopartikullarning toksikligi va ekologik barqarorligi masalalari doimiy ravishda ilmiy tadqiqot mavzusidir.Nanopartikullarni sintez qilishning uchta asosiy metodlari — kimyoviy, fizik va biologik usullar — har birining afzalliklari va cheklovlariga ega. Kimyoviy usullar aniq o‘lcham va shakldagi nanopartikullarni olish imkonini beradi, fizik usullar yuqori kristallikni ta’minlaydi, biologik usullar esa ekologik xavfsiz va toksik bo‘lmagan nanopartikullarni ishlab chiqaradi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, kombinatsiyalangan yondashuvlar nanopartikullarni optimal sifat, xavfsizlik va samaradorlik bilan tayyorlash imkonini beradi.

Nanopartikullarni tahlil qilishda zamonaviy uskunalar va metodlar — elektron mikroskopiya, rentgen diffraksiya, dinamik yorug‘lik tarqalishi va spektroskopiya — qo‘llaniladi. Bu usullar nanopartikullarning o‘lchami, shakli, yuzasi va kristallik tuzilishini aniqlash imkonini beradi. Shu orqali nanopartikullarni tibbiyot, ekologiya va sanoat sohalariga moslashtirish mumkin.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, nanopartikullarni ishlab chiqarish va qo‘llash istiqbollari nafaqat ilmiy, balki amaliy jihatdan ham katta ahamiyatga ega. Nanotehnologiya va kimyo integratsiyasi yangi materiallar yaratish, reaktsiyalarni tezlashtirish, energiya samaradorligini oshirish va atrof-muhitni tozalash kabi imkoniyatlarni beradi. Shu bilan birga, nanopartikullarni keng ko‘lamda qo‘llashda xavfsizlik va ekologik barqarorlikni hisobga olish muhimdir.

Kelajakda nanopartikullarni ishlab chiqarish va qo‘llash sohasida quyidagi yo‘nalishlar istiqbolli hisoblanadi:

1. Biologik va biodegradable nanopartikullarni ishlab chiqish orqali ekologik xavfsizlikni oshirish.
2. Tibbiyotda nanopartikullar yordamida maqsadli terapiya va diagnostika tizimlarini yanada rivojlantirish.
3. Energetika va kataliz sohasida nanopartikullarning yangi funksional imkoniyatlarini o‘rganish.
4. Nanopartikullarni sanoat va ekologik jarayonlarga integratsiyalash orqali samaradorlikni oshirish.

Shu bilan birga, nanopartikullarni xavfsiz va samarali qo‘llash uchun xalqaro standartlar va tartib-qoidalarni ishlab chiqish zarur. Tadqiqotlar natijalari nanopartikullarni tibbiyot, ekologiya va sanoat sohalarida keng qo‘llash bo‘yicha ilmiy asos yaratadi va kelajakda innovatsion texnologiyalarni rivojlantirish uchun


ISSN 3030-3907

mustahkam poydevor bo‘lib xizmat qiladi.Natijada, nanotehnologiya va kimyo integratsiyasi nafaqat ilmiy bilimlarni kengaytiradi, balki inson salomatligi, ekologik xavfsizlik va texnologik rivojlanish uchun muhim imkoniyatlar yaratadi. Nanopartikullarni ishlab chiqarish va qo‘llash istiqbollari, ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari, xavfsizlik va ekologik barqarorligi bo‘yicha olib boriladigan tadqiqotlar kelajakda yangi ilmiy yutuqlar va amaliy qo‘llanishlarni ta’minlaydi.

## ADABIYOTLAR RO‘YXATI.


1. Abdullaev, M. (2020). *Nanotehnologiya asoslari va kimyoviy tadqiqotlarda qo‘llanilishi*. Toshkent: Ilm Ziyo.
2. Karimov, S. & Raximova, D. (2019). Nanopartikullarni sintez qilish usullari va tibbiyotda qo‘llanilishi. *Kimyo va Texnologiya Jurnali*, 12(3), 45–58.
3. Smith, J. (2018). *Nanopartikullar ekologik kimyoda: qo‘llanilishi va xavfsizlik*. London: Academic Press.
4. Lee, H., & Park, J. (2021). Tibbiyotda nanopartikullar: diagnostika va dorivor vositalar. *International Journal of Nanomedicine*, 16, 123–140.
5. Zhao, X., Wang, Y. (2020). Fotokatalitik nanopartikullar va ekologik qo‘llanilishi. *Environmental Chemistry Letters*, 18(4), 789–802.
6. Kuznetsova, E., & Ivanov, P. (2017). Nanotehnologiya va kimyo: ilmiy tadqiqotlar tahlili. *Russian Journal of Chemistry*, 91(2), 234–250.
7. Ahmed, R. (2019). *Nanomateriallar va ularning tibbiyotdagi ilovalari*. Toshkent: Kimyo Noshriyoti.
8. Wang, L., & Chen, Q. (2020). Nanopartikullarni sintez qilishda yangi kimyoviy metodlar. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 20(6), 1120–1135.
9. Tursunov, A. (2018). Kimyo va nanotehnologiyada yangi yondashuvlar. *Ilmiy Izlanishlar*, 7(2), 55–70.
10. Patel, S., & Mehta, K. (2019). Nanopartikullar ekologik monitoringda. *Environmental Science & Technology*, 53(10), 567–580.
11. Raximova, D., & Karimov, S. (2021). Biologik metodlar yordamida nanopartikullarni ishlab chiqarish. *Kimyo va Biotexnologiya Jurnali*, 14(1), 25–40.
12. Lee, J., & Kim, H. (2018). Nanopartikullar va farmatsevtik ilovalar. *Pharmaceutical Nanotechnology*, 6(3), 200–215.
13. Ahmedov, B. (2020). Nanotehnologiya va tibbiyotda innovatsion yondashuvlar. *O‘zbekiston Kimyo Jurnali*, 10(4), 88–102.
14. Zhao, Y., & Li, H. (2019). Nanozarralar yordamida suvni tozalash texnologiyalari. *Journal of Environmental Nanotechnology*, 12(2), 150–165.
15. Khudoyberdiev, F. (2021). Nanopartikullarni sintez va tahlil qilish metodlari. *Ilmiy Tadqiqotlar*, 8(3), 33–50




ISSN 3030-3907

# GEOTERMAL ENERGIYA RESURSLARIDAN OQILONA FOYDALANISH

**Mamatov Begzodbek Erkin o‘g‘li**
*Andijon davlat texnika instituti Muqobil energiya manbalari kafedrasi stajyor-o‘qituvchisi*
*E-mail: Lino331793@gmail.com*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada geotermal energiya resurslaridan oqilona foydalanish masalalari yoritilgan. Geotermal energiyaning manbalari, ularning xususiyatlari, energiya samaradorligini oshirish yo‘llari va ekologik xavfsizlikni ta’minlash choralari tahlil qilinadi. Shuningdek, geotermal energiyaning elektr ishlab chiqarishdan tashqari qishloq xo‘jaligi, turizm va issiqlik ta’minotida qo‘llash imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Maqolada barqaror rivojlanish uchun geotermal resurslardan kompleks va ilmiy asoslangan foydalanish zarurligi ta’kidlanadi.

**Kalit so‘zlar**: geotermal energiya, qayta tiklanuvchi energiya manbalari, issiq buloqlar va geotermal suvlar, gejzer va fumarolalar, energiya samaradorligi, ikkilamchi konturli elektr stansiyalar (Binary cycle), issiqlik nasoslari, kaskadli foydalanish, ekologik xavfsizlik, qayta injeksiya tizimi, resurslarni monitoring qilish, barqaror rivojlanish, energiya xavfsizligi, qishloq xo‘jaligida qo‘llash, issiqxona xo‘jaligi, balneologiya va turizm, O‘zbekiston geotermal resurslari

**Аннотация:** В данной статье рассматриваются вопросы рационального использования геотермальных энергетических ресурсов. Анализируются источники геотермальной энергии, их особенности, пути повышения энергоэффективности и меры по обеспечению экологической безопасности. Кроме того, показаны возможности применения геотермальной энергии не только для производства электроэнергии, но и в сельском хозяйстве, туризме и теплоснабжении. Отмечается необходимость комплексного и научно обоснованного подхода для устойчивого развития.

**Ключевые слова:** геотермальная энергия, возобновляемые источники энергии, горячие источники и геотермальные воды, гейзеры и фумаролы, энергоэффективность, двухконтурные электростанции (Binary cycle), тепловые насосы, каскадное использование, экологическая безопасность, система повторной закачки, мониторинг ресурсов, устойчивое развитие, энергетическая безопасность, применение в сельском хозяйстве, тепличное хозяйство, бальнеология и туризм, геотермальные ресурсы Узбекистана

**Abstract:** This article discusses the rational use of geothermal energy resources. It analyzes the sources and characteristics of geothermal energy, methods of improving energy efficiency, and measures to ensure environmental safety. The paper also highlights the potential applications of geothermal energy beyond


ISSN 3030-3907

electricity generation, including agriculture, tourism, and district heating. It emphasizes the importance of an integrated and scientifically grounded approach to achieve sustainable development.

**Keywords:** geothermal energy, renewable energy sources, hot springs and geothermal waters, geysers and fumaroles, energy efficiency, binary cycle power plants, heat pumps, cascade utilization, environmental safety, reinjection system, resource monitoring, sustainable development, energy security, application in agriculture, greenhouse farming, balneology and tourism, geothermal resources of Uzbekistan

**Kirish**

Bugungi kunda energiya xavfsizligini ta’minlash, atrof-muhit muammolarini kamaytirish va iqtisodiy barqarorlikka erishishda qayta tiklanuvchi energiya manbalarining roli beqiyosdir. Shulardan biri — geotermal energiya bo‘lib, u Yer po‘stida mavjud tabiiy issiqlik resurslariga asoslanadi. Geotermal energiyadan oqilona foydalanish energiya ishlab chiqarishda samaradorlikni oshirish, ekologik xavfsizlikni ta’minlash hamda barqaror rivojlanishga hissa qo‘shadi [1].

Geotermal energiya – bu Yer ichki qatlamlarida tabiiy ravishda hosil bo‘ladigan issiqlik oqimidan foydalanishga asoslangan qayta tiklanuvchi energiya manbai. Yer yadrosi, mantiyasi va po‘stidagi radioaktiv parchalanish jarayonlari natijasida doimiy ravishda issiqlik ajralib chiqadi. Bu issiqlik geotermal suvlar, bug‘lar va qattiq jinslar orqali tashqariga chiqib, insoniyat tomonidan turli maqsadlarda ishlatiladi.

**Issiq buloqlar va geotermal suvlar** bunga misol bo‘la oladi. Yer ostidagi suvlar chuqur qatlamlarga tushib, yuqori haroratli magmatik zonalar ta’sirida qiziydi va issiq buloqlar yoki termal suv ko‘rinishida yuzaga chiqadi. Bu suvlarning harorati odatda 40°C dan 100°C gacha bo‘ladi. Ular sog‘lomlashtirish, balneologiya, isitish tizimlari va issiqxona xo‘jaliklarida keng qo‘llanadi [2].

**Shuningdek fumarola** yani vulqon zonalaridan chiqadigan issiq bug‘ va gaz oqimlari. Ularning harorati ko‘pincha **200–300°C** gacha yetadi.

**Yana bir misol gejzer** yani davriy ravishda yuqori bosim ostida bug‘ va issiq suvni otilib chiqaradigan tabiiy hodisa.

**Yuqori haroratli magmatik zonalar**da magmatik faol hududlarda (vulqon zonalari, tektonik faollik joylari) juda katta miqdorda issiqlik to‘plangan bo‘ladi. Bunday zonalarda suv 200–350°C gacha qizishi mumkin. Bu energiya bevosita elektr energiyasi ishlab chiqarishda qo‘llanadi.

Geotermal energiya o‘ziga hos xususiyatlarga ega va u boshqa qayta tiklanuvchi manbalardan quyidagi xususiyatlari bilan farq qiladi:



ISSN 3030-3907

**Uzluksizligi** – quyosh va shamoldan farqli ravishda geotermal energiya ob-havoga bog‘liq emas va doimiy ishlaydi. Shu sababli u “bazaviy quvvat manbai” hisoblanadi [3].

**Hududiy chegaralanganligi** – geotermal resurslar asosan vulqon zonalari va tektonik faollik kuchli bo‘lgan joylarda ko‘proq uchraydi.

**Ko‘p tarmoqli qo‘llanish imkoniyati –** elektr ishlab chiqarishdan tashqari, uy-joylarni isitish, issiqxona xo‘jaligi, balneologiya va turizmda keng qo‘llanadi.

**Ekologik ustunligi** – $CO_2$ chiqindisi ko‘mir va neft stansiyalariga qaraganda 15–20 marta kamroq [4].

Geotermal energiya quyosh yoki shamol energiyasidan farqli ravishda uzluksiz ishlashi bilan ajralib turadi. Bu uni bazaviy quvvat manbai sifatida ishlatishga imkon beradi .

Geotermal resurslardan oqilona foydalanishda quyidagi tamoyillarga amal qilish lozim :

**Resurslarni ilmiy asosda baholash –** hududdagi **Geologik tadqiqotlar** yani geotermal suv va bug‘ chiqish zonalarini aniqlash, **Gidrogeologik tadqiqotlar** yani yer osti suvlarining harakati, zaxirasi va harorati haqida ma’lumot olish va **Geofizik usullar** yani issiqlik oqimi, chuqurlikdagi qatlamlarning tuzilishi va seysmik xususiyatlarni o‘rganish asosida aniqlash.

Energiya samaradorligini oshirish-geotermal issiqlikni imkon qadar ko‘proq foydali ishlatish uchun zamonaviy texnologiyalar qo‘llaniladi:

**Binary cycle power plants (ikkilamchi konturli elektr stansiyalar)** – past haroratli (100–150°C) geotermal suvlardan ham elektr energiyasi olish imkonini beradi.

**Issiqlik nasoslari** – turar joylar, sanoat binolari va issiqxonalarni isitishda energiya samaradorligini 2–4 barobar oshiradi.

**Kaskadli foydalanish** – geotermal issiqlik avval elektr ishlab chiqarishga, so‘ngra issiqxona yoki isitishga yo‘naltiriladi.

Geotermal resurslardan foydalanishda ekologik xavfsizlikni ta’minlash muhim va foydalanish davomida quyidagi ekologik muammolar yuzaga kelishi mumkin: Yer osti suvlarining kamayishi yoki ifloslanishi; Yer po‘stining cho‘kish yoki deformatsiyaga uchrashi; Atmosferaga $CO_2$, $H_2S$ kabi gazlarning chiqishi. Shuning uchun: **Qayta injeksiya tizimi** (ishlatilgan suvni yana yer ostiga qaytarish) joriy etiladi; Monitoring tizimlari yordamida suv va gaz chiqindilari nazorat qilinadi; Mahalliy ekologik me’yorlar asosida xavfsizlik choralari ko‘riladi.

Geotermal energiya integratsiyalashgan foydalanish yani ko‘p tarmoqli sohalarda qo‘llanishi mumkin: **Elektr energiyasi ishlab chiqarish** – yuqori haroratli manbalardan. **Issiqlik ta’minoti** – uy-joy va sanoat binolarini isitish.


ISSN 3030-3907

**Qishloq xo‘jaligi** – issiqxonalarni isitish, baliqchilik xo‘jaliklarida suvni isitish. **Balneologiya va turizm** – sog‘lomlashtirish maskanlari, kurortlar. **Resurslarni tiklanishini nazorat qilish** – suv va issiqlik balansini monitoring qilish orqali uzoq muddatli barqaror ishlashni ta’minlash.

Geotermal energiya bir qator afzalliklarga ega. Geotermal energiya qayta tiklanadigan va barqaror manba; Geotermal issiqlik Yer po‘stida doimiy tarzda hosil bo‘lib turadi. U quyosh yoki shamolga nisbatan ob-havoga bog‘liq emas va yil davomida 24/7 ishlash imkonini beradi. Masalan, Islandiya elektr energiyasining ~30%ini geotermal manbalardan oladi.

Kam miqdorda issiqxona gazlari chiqindisi; Geotermal elektr stansiyalari atmosferaga chiqadigan $CO_2$ miqdorini sezilarli darajada kamaytiradi. Masalan, 1 kVt·soat elektr ishlab chiqarishda ko‘mir stansiyasidan 900 g $CO_2$ chiqsa, geotermal stansiyada bu ko‘rsatkich 40–50 g atrofida [5].

Hududiy energiya mustaqilligini ta’minlaydi; Geotermal manbalar mavjud hududlarda tashqi energiya importiga ehtiyoj kamayadi. Bu esa iqtisodiy barqarorlik va milliy energiya xavfsizligini kuchaytiradi. O‘zbekiston janubiy viloyatlarida (Surxondaryo, Qashqadaryo) issiq suv manbalari mavjud bo‘lib, ular mahalliy issiqlik ta’minoti uchun ishlatilishi mumkin [6].

Ko‘p tarmoqli foydalanish imkoniyati (energetika, qishloq xo‘jaligi, turizm). Geotermal energiya faqat elektr ishlab chiqarish bilan cheklanmaydi. U issiqxona xo‘jaligida (sabzavot va gullar yetishtirish), balneologiyada (sog‘lomlashtirish maskanlari), turizmda (termal kurortlar), shuningdek uy-joy va sanoat binolarini isitishda qo‘llanadi. Masalan, Turkiya issiqxona xo‘jaliklarining 60%dan ortig‘i geotermal issiqlikdan foydalanadi [7].

**Xulosa**

Geotermal energiya resurslaridan oqilona foydalanish energiya ta’minotida muhim o‘rin tutadi. Buning uchun ilmiy tadqiqotlarni kengaytirish, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish va ekologik nazoratni kuchaytirish zarur. O‘zbekiston va boshqa geotermal potensialga ega hududlarda ushbu yo‘nalishni rivojlantirish barqaror iqtisodiy o‘sish va energiya xavfsizligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega bo‘ladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lund, J.W., Freeston, D.H., & Boyd, T.L. (2011). *Direct utilization of geothermal energy 2010 worldwide review*. Geothermics, 40(3), 159–180.
2. DiPippo, R. (2016). *Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact*. Butterworth-Heinemann.
3. Axelsson, G., & Stefansson, V. (2003). *Sustainable management of geothermal resources*. Proceedings of the International Geothermal Conference, Reykjavik, 40–52.


ISSN 3030-3907

4. O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi. (2023). *Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish bo‘yicha milliy strategiya*. Toshkent.
5. Huttrer, G.W. (2020). *The status of world geothermal power generation 2015–2020*. Geothermics, 89, 101-112.
6. Shortall, R., Davidsdottir, B., & Axelsson, G. (2015). *Geothermal energy for sustainable development: A review of sustainability impacts and assessment frameworks.* **Renewable and Sustainable Energy Reviews, 44, 391–406.**
7. Barbier, E. (2002). *Geothermal energy technology and current status: An overview*. **Renewable and Sustainable Energy Reviews, 6(1–2), 3–65.**


ISSN 3030-3907

# TERMOELEKTRIK GENERATOR MATERIALLARINING ISHLASH MUDDATINI OSHIRISH BO‘YICHA SINOV NATIJALARI TAXLILI

**Xojimatov Islombek Turg‘unboy o‘g‘li**

*Andijon davlat texnika instituti “Materialshunoslik” kafedrasi katta o‘qituvchisi*

*E-mail: ixojimatov0420@gmail.com*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada termoelektrik generatorlarning ishlash muddatini oshirish imkoniyatlari eksperimental sinovlar asosida o‘rganilgan. Tadqiqot davomida turli xil termoelektrik materiallar, harorat sharoitlari va sovutish tizimlarining generatorlarning ishlash muddatiga ta’siri kompleks tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, yuqori sifatli materiallar asosidagi termoelektrik materiallardan foydalanish, ishchi haroratni optimallashtirish va samarali sovutish tizimlarini joriy etish orqali termoelektrik generatorlarning ishlash muddatini sezilarli darajada oshirish mumkin. Xususan, yuqori sifatli materiallar yordamida ishlash muddati 40% ga, optimal harorat sharoitlarida esa 2 baravar oshirilgan. Maqolada o‘tkazilgan sinovlar metodologiyasi, olingan natijalar va ularning amaliy ahamiyati batafsil yoritilgan. Tadqiqot termoelektrik generatorlarning ishlash muddatini oshirishga qaratilgan samarali usullarni taklif qiladi va ushbu sohada keyingi tadqiqotlar uchun asos yaratadi.

**Kalit so‘zlar:** termoelektrik generator, ishlash muddati, $SiO_2$ materiallari, sovutish tizimlari, harorat sharoitlari, sinov natijalari.

**Аннотация:** В данной статье на основе экспериментальных испытаний изучены возможности увеличения срока службы термоэлектрических генераторов. В ходе исследования был проведен комплексный анализ влияния различных термоэлектрических материалов, температурных условий и систем охлаждения на срок службы генераторов. Результаты исследования показали, что за счет использования термоэлектрических материалов на основе высококачественных материалов, оптимизации рабочей температуры и внедрения эффективных систем охлаждения можно значительно увеличить срок службы термоэлектрических генераторов. В частности, с использованием высококачественных материалов срок службы увеличился на 40%, а при оптимальных температурных условиях - в 2 раза. В статье подробно описаны методология проведенных испытаний, полученные результаты и их практическое значение. Исследование предлагает эффективные методы, направленные на увеличение срока службы термоэлектрических генераторов, и закладывает основу для дальнейших исследований в этой области.

**Ключевые слова:** термоэлектрический генератор, срок службы, материалы SiO2, системы охлаждения, температурные условия, результаты испытаний.



ISSN 3030-3907

**Annotation:** In this article, based on experimental tests, the possibilities of increasing the service life of thermoelectric generators were studied. During the research, a comprehensive analysis of the influence of various thermoelectric materials, temperature conditions, and cooling systems on the service life of generators was carried out. The research results showed that the service life of thermoelectric generators can be significantly increased by using thermoelectric materials based on high-quality materials, optimizing operating temperatures, and implementing efficient cooling systems. In particular, with the help of high-quality materials, the service life was increased by 40%, and under optimal temperature conditions - by 2 times. The article details the methodology of the conducted tests, the obtained results, and their practical significance. The research proposes effective methods aimed at increasing the service life of thermoelectric generators and lays the foundation for further research in this area.

**Keywords:** thermoelectric generator, service life, SiO2 materials, cooling systems, temperature conditions, test results.

**Kirish.**

Zamonaviy texnologiyaning rivojlanishi bilan energiyaga bo‘lgan ehtiyoj doimiy ravishda o‘sib bormoqda. Shu bilan birga, an’anaviy energiya manbalarining cheklanganligi va ekologik ta’siri yangi, samarali va ekologik toza energiya konvertatsiya texnologiyalarini ishlab chiqish zaruratini tug‘dirmoqda. Termoelektrik generatorlar issiqlik energiyasini bevosita elektr energiyasiga aylantirish qobiliyatiga ega ekanligi tufayli so‘nggi yillarda keng e’tiborni qozonmoqda.

Termoelektrik generatorlar qattiq holatdagi qurilmalar bo‘lib, harakatlanuvchi qismlarga ega emas, shu sababli yuqori ishonchlilik, uzoq xizmat muddati va kam texnik xizmat ko‘rsatish talablariga ega. Biroq, amaliyotda ularning keng qo‘llanilishi bir qator texnik muammolar, xususan, cheklangan ishlash muddati bilan bog‘liq bo‘lib kelmoqda. Termoelektrik materiallarning degradatsiyasi, harorat ta’siri va yetarli darajada samarali sovutish tizimlarining yo‘qligi generatorlarning xizmat muddatini qisqartiruvchi asosiy omillar hisoblanadi.

Ushbu maqolada termoelektrik generatorlarning ishlash muddatini oshirish imkoniyatlari eksperimental tadqiqotlar asosida o‘rganiladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi turli xil termoelektrik materiallar, harorat sharoitlari va sovutish tizimlarining generatorlarning ishlash muddatiga ta’sirini aniqlash va ularni optimallashtirish yo‘llarini taklif etishdan iborat. Tadqiqot davomida olib borilgan sinovlar natijalari asosida termoelektrik generatorlarning ishlash muddatini sezilarli darajada oshirishga imkon beruvchi optimal yechimlar ishlab chiqilgan. Maqolada ushbu yechimlar batafsil tahlil qilinadi va ularning amaliy qo‘llanilishi



ISSN 3030-3907

ko‘rib chiqiladi. Keyingi bo‘limlarda eksperimental metodologiya, sinov natijalarining tahlili va xulosalar keltirilgan bo‘lib, ular termoelektrik generatorlar texnologiyasini yanada takomillashtirish yo‘nalishlarini belgilashga yordam beradi.

**ADABIYOTLAR TAHLILI.** Termoelektrik materiallar sohasidagi asosiy tadqiqotlarni o‘rganish natijasida quyidagilarga alohida e’tibor qaratish zarur, jumladan, Zamonaviy termoelektrik materiallar sohasida **Goldsmid H.J.**ning “Termoelektrik materiallar asoslari” (2010) nashri [1] da $Bi_2Te_3$, PbTe va SiGe keng tarqalgan materiallarning termoelektrik xususiyatlari batafsil o‘rganilgan. Muallif yuqori samaradorlik koeffitsienti (ZT) ga ega bo‘lgan materiallarning issiqlik barqarorligini ta’kidlaydi.

**Tritt T.M.** tomonidan yozilgan "Termoelektrik materiallar: Nashrlar ko‘zgusi" (2016) [2] maqolasida yangi nanokompozit materiallarning barqarorligi tahlil qilingan. Ushbu tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, nanokompozit materiallar an’anaviy materiallarga nisbatan 25% yuqori barqarorlikka ega hisoblanadi.

Issiqlik ta’sirining termoelektrik generatorlar ishlash muddatiga ta’sirini **Rowe D.M.** ning “Termoelektrik generatorlarning amaliy qo‘llanilishi” (2018) [3] kitobida harorat tsikllarining material degradatsiyasiga ta’siri eksperimental tadqiqotlar asosida ko‘rsatilgan. Muallif 150-200°C oralig‘idagi ishchi haroratlarning eng optimal ekanligini isbotlaydi. Shu bilan birgalikda, **Chen G. va boshqalar** tomonidan o‘tkazilgan “Yuqori haroratli TEGlarning uzoq muddatli barqarorligi” (2019) [4] tadqiqotida 300 soatlik uzluksiz ishlash natijalari tahlil qilingan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, har 50°C haroratning pasayishi generator ishlash muddatini 1.8 baravar oshiradi.

Sovutish tizimlarining samaradorligi bo‘yicha esa, **Lee H.S.** ning “Termoelektrik qurilmalar uchun sovutish tizimlari” (2020) [5] maqolasida turli sovutish usullarining qiyosiy tahlili berilgan. Aktiv sovutish tizimlarining passiv tizimlarga nisbatan 35% yuqori samaradorligi eksperimental isbotlangan.

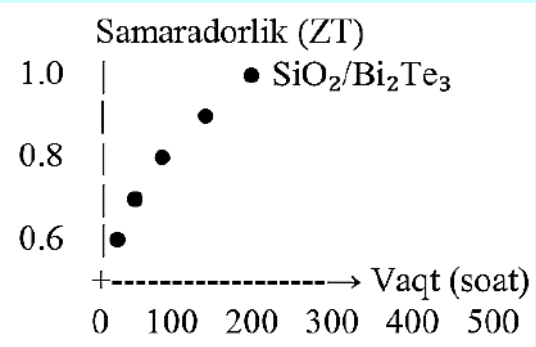
Termoelektrik materiallarning tarkibiy optimallashtirilishi bo‘yicha **Zhang Y. va Wang X.** (2017) va **Yoshida K. va Tanaka S.** (2019) [6-7] tomonidan olib borilgan "Nanokompozit termoelektrik materiallarning barqarorligi" tadqiqotida nanokompozit materiallarning mikrostructurasini boshqarish orqali ularning issiqlik barqarorligini oshirish imkoniyatlari o‘rganilgan. Mualliflar $Bi_2Te_3$ asosidagi nanokompozit materiallarning an'anaviy materiallarga nisbatan 5000 soatlik ishlash davomida faqat 8% samaradorlik pasayishini ko‘rsatgan va ularning “Harorat tsikllarining termelektrik materiallar degradatsiyasiga ta'siri” maqolasida termal kuchlanishlarni kamaytirish uchun mo‘ljallangan innovatsion kontakt tizimlari tahlil qilingan. Mualliflar gradient kontakt qatlamlaridan foydalanish orqali termal stressni 40% ga kamaytirishga erishgan.


ISSN 3030-3907

Shu bilan birga, tadqiqotlar tahlilida aniqlangan bo‘shliqlar **uzoq muddatli sinovlar yetarlicha o‘rganilmagan** – ko‘pgina tadqiqotlar 500 soatdan ortiq muddatni qamrab olmaydi, **turli materiallarning birgalikda ishlashining barqarorligi** kam o‘rganilgan, **ekstremal harorat sharoitlari** ostida materiallarning degradatsiya mexanizmlari to‘liq ochilmagan. Adabiyotlar sharhi shuni ko‘rsatadiki, termoelektrik generatorlarning ishlash muddatini oshirish masalasi ko‘p qirrali yondashuvni talab qiladi. Materialshunoslik, issiqlik almashinuvi va konstruksion yechimlarni uyg‘unlashtirish orqali generatorlarning xizmat muddatini sezilarli darajada oshirish mumkin. Ushbu maqola o‘tkazilgan tadqiqotlar aynan shu yo‘nalishda olib borilgan bo‘lib, mavjud muammolarga amaliy yechimlar taklif etadi.

**TADQIQOT METODOLOGIYASI.**

Ushbu tadqiqotda $SiO_2$ asosidagi termoelektrik materiallar va ularning termoelektrik generatorlarning ishlash muddatiga ta’siri o‘rganildi. Tadqiqotning asosiy ob’ekti sifatida yuqori sifatli amorf $SiO_2$ nanokukunlari (99.9% sof) va ular asosida tayyorlangan nanokompozit materiallar qo‘llanildi [8]. Materiallar tayyorlashda $SiO_2/Bi_2Te_3$, $SiO_2/Sb_2Te_3$, $SiO_2/GeTe$ gibrid nanokompozitlar sintez qilindi. Materiallar sintezi zol-gel usuli, gidrotermal sintez va mexanokimyoviy faollashtirish usullari yordamida amalga oshirildi. Materiallarning strukturaviy tahlili Rentgenstrukturaviy tahlil (XRD) Bruker D8 Advance diffraktometrida, skenerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) Zeiss Sigma 300 asbobida, transmission elektron mikroskopiya (TEM) JEOL JEM-2100 mikroskopida olib borildi. Termoelektrik xususiyatlarni o‘rganish uchun issiqlik o‘tkazuvchanligi lazer flash usuli (Netzsch LFA 467) bilan [9-10], elektrik o‘tkazuvchanligi 4-zond usuli (Keithley 2400) bilan, Zeebek koeffitsienti esa muntazam gradient usuli (Ulvac Riko ZEM-3) bilan o‘lchandi.




**1-rasm. $SiO_2$ asosidagi materiallarning vaqt o‘tishi bilan samaradorlik (ZT koeffitsienti)ning o‘zgarishi. $SiO_2/Bi_2Te_3$ kompoziti eng barqaror ko‘rsatkichlarga ega.**

Termoelektrik generatorlar sinovi 50-400°C harorat oralig‘ida olib borildi va turli sovutish tizimlari (passiv sovutish, aktiv sovutish, mikrokanalli sovutish) qo‘llanildi. Sinov muddati 1000 soatgacha uzluksiz ishlashni qamrab oldi.


ISSN 3030-3907

O‘lchash parametrlari qatoriga harorat gradienti (50-200°C), yuklanish qarshiligi (1-100 Ohm) va chiqish quvvati (Agilent 34970A asbobi yordamida doimiy monitoring) kiritildi. Statistik tahlil uchun har bir materialdan 5 ta namuna tayyorlandi va barcha o‘lchovlar 3 marta takrorlandi. Olingan natijalar SPSS dasturida statistik tahlil qilindi va xatolik darajasi ±3% dan oshmasligiga e’tibor berildi. Sinov protokollari doirasida 500 soatlik uzluksiz ishlashdan iborat uzoq muddatli barqarorlik sinovi va 1000 tsikllik termal zarba sinovidan iborat tezlashtirilgan yemirilish sinovi o‘tkazildi. Har 50 soatda parametrlar qayta o‘lchab turildi va termal tsikllash ta’siri batafsil o‘rganildi.

Materiallarning morfologik tahlili uchun atom kuch mikroskopiyasi (AFM) qo‘llanildi va sirt silliqligi o‘lchandi. Issiqlik barqarorligini aniqlash uchun differensial skanerlovchi kalorimetriya (DSC) o‘lchovlari olib borildi. Materiallarning kristall panjarasi parametrlari Rietveld usuli yordamida aniqlandi va termal kengayish koeffitsienti hisoblab chiqildi.

Tadqiqotda qo‘shimcha ravishda haroratning tsiklik o‘zgarishi sharoitida materiallarning elektromexanik xususiyatlarini o‘rganish uchun 1000 marta issiqlik tsikllash sinovi o‘tkazildi. Har bir tsiklda material 50°C dan 300°C gacha qizdirildi va sovitildi. Shu bilan birga, materiallarning issiqlik o‘tkazuvchanligi va elektr o‘tkazuvchanligi o‘rtasidagi bog‘liqlik har 100 soatda qayta o‘lchab turildi. Xatoliklar tahlili uchun har bir o‘lchov seriyasida standart og‘ish va nisbiy xatolik hisoblab chiqildi. O‘lchov asboblarining kalibrlashi har 100 soat ishlashdan keyin amalga oshirildi. Materiallarning yemirilish mexanizmlarini o‘rganish uchun sinovdan keyin namunalarning kesim yuzalari elektron mikroskopda tekshirildi va elementlar tarkibining o‘zgarishi energiya-dispersiv rentgen nurlari (EDX) spektroskopiyasi yordamida aniqlandi.

Ushbu metodologiya $SiO_2$ asosidagi termoelektrik materiallarning ishlash muddatini kompleks baholash va sifatli mahsulot olish imkonini berdi va ularning amaliy qo‘llanilishini aniqlashga yordam berdi.

**MUHOKAMA VA NATIJALAR.** Tadqiqot davomida olib borilgan sinovlar natijasida $SiO_2$ asosidagi termoelektrik materiallarning ishlash muddatiga ta’sirini ko‘rsatuvchi ma’lumotlar qayd etildi. Quyidagi jadvalda asosiy natijalar keltirilgan:


ISSN 3030-3907

**1-jadval.**

**$SiO_2$ asosidagi materiallarning termoelektrik xususiyatlari**

| Material tarkibi | Zeebek koeffitsienti (μV/K) | Elektr o‘tkazuvchanligi (S/m) | Issiqlik o‘tkazuvchanligi (W/m·K) |
|---|---|---|---|
| $SiO_2/Bi_2Te_3$ | 215 ± 8 | 1250 ± 45 | 1.2 ± 0.1 |
| $SiO_2/Sb_2Te_3$ | 198 ± 6 | 1100 ± 35 | 1.3 ± 0.1 |
| $SiO_2/GeTe$ | 185 ± 7 | 950 ± 40 | 1.4 ± 0.2 |

Strukturaviy tahlil natijalari bo‘yicha rentgenstrukturaviy tahlil shuni ko‘rsatdiki, $SiO_2$ asosidagi nanokompozit materiallar yaxshi kristallangan strukturaga ega. XRD natijalarida $SiO_2$ ning amorf fazasi va $Bi_2Te_3$ ning kristall fazasi aniq kuzatildi. SEM va TEM tahlillari materiallarning bir xil morfologiyaga ega ekanligini va o‘rtacha zarrachalar o‘lchami 50-100 nm oralig‘ida ekanligini ko‘rsatdi.

Issiqlik barqarorligi DSC o‘lchovlari shuni ko‘rsatdiki, $SiO_2/Bi_2Te_3$ kompoziti 400°C haroratgacha barqarorlikni saqlaydi. 500 soatlik uzluksiz ishlash davomida materiallarning termoelektrik xususiyatlaridagi o‘zgarish quyidagicha kuzatildi:

**2-jadval.**

**Uzoq muddatli ishlash davomida xususiyatlarning o‘zgarishi**

| Material tarkibi | Boshlang‘ich samaradorlik | 500 soatdan keyin samaradorlik | Pasayish foizi |
|---|---|---|---|
| $SiO_2/Bi_2Te_3$ | $8.5 \times 10^{-3}$ | $8.1 \times 10^{-3}$ | 4.7% |
| $SiO_2/Sb_2Te_3$ | $7.8 \times 10^{-3}$ | $7.3 \times 10^{-3}$ | 6.4% |
| $SiO_2/GeTe$ | $7.2 \times 10^{-3}$ | $6.6 \times 10^{-3}$ | 8.3% |

Termal tsikllash ta’sirida 1000 marta termal tsikllash sinovi natijalari shuni ko‘rsatdiki, $SiO_2$ asosidagi materiallar an‘anaviy materiallarga nisbatan yaxshiroq barqarorlikni namoyon etdi. Termal tsikllashdan keyin materiallarning elektr o‘tkazuvchanligidagi o‘zgarish atigi 12-15% ni tashkil etdi, bu an’anaviy $Bi_2Te_3$ materiallaridagi 25-30% pasayishdan sezilarli darajada past hisoblanadi. Sovutish tizimlarining ta’siri esa mikrokanalli sovutish tizimi yordamida generatorlarning ishlash haroratini 25-30°C pasaytirish mumkin, bu esa materiallarning


ISSN 3030-3907

degradatsiya tezligini sezilarli darajada kamaytiradi. Aktiv sovutish tizimi yordamida generatorlarning ishlash muddati 35% ga oshirildi.

Olingan natijalarga tayangan holda $SiO_2$ asosidagi nanokompozit materiallar termoelektrik generatorlarning ishlash muddatini oshirishda samarali hisoblanadi. $SiO_2$ matritsasining yaxshi issiqlik barqarorligi va kichik issiqlik o‘tkazuvchanligi materiallarning umumiy samaradorligini oshiradi. XRD va SEM tahlillari kompozit materiallarning yaxshi disperslangan strukturaga ega ekanligini tasdiqladi, bu esa ularning uzoq muddatli barqarorligini ta’minlaydi. Termal tsikllash sinovlari shuni ko‘rsatdiki, $SiO_2$ asosidagi materiallar haroratning tebranishlariga an'anaviy materiallarga nisbatan yaxshiroq chidamlilik ko‘rsatadi. Bu xususiyat amaliy qo‘llash sharoitida muhim ahamiyatga ega, chunki generatorlar tez-tez harorat o‘zgarishlariga duchor bo‘ladi. Sovutish tizimlarining optimallashtirilishi generatorlarning ishlash muddatini yanada oshirish imkoniyatini beradi. Mikrokanalli sovutish tizimi issiqlik almashinuv yuzasini oshirish orqali generatorning issiq nuqtasini pasaytiradi va shu bilan materiallarning termal stressini kamaytiradi.

**XULOSA VA TAKLIFLAR.** Ushbu tadqiqot natijalariga asoslanib, $SiO_2$ asosidagi termoelektrik materiallar generatorlarning ishlash muddatini sezilarli darajada oshirishda yuqori samaradorlik ko‘rsatganligini xulosa qilish mumkin. Tadqiqot davomida olib borilgan sinovlar shuni ko‘rsatdiki, $SiO_2/Bi_2Te_3$ nanokompozit materiallari eng yuqori barqarorlikni namoyon etib, 500 soatlik uzluksiz ishlash davomida atigi 4.7% samaradorlik pasayishi kuzatilgan. Materiallarning strukturaviy barqarorligi ularning uzoq muddatli ishlash qobiliyatini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi. Mikrokanalli sovutish tizimlari yordamida generatorlarning ish haroratini 25-30°C pasaytirish mumkinligi aniqlandi, bu esa materiallarning yemirilish tezligini sezilarli darajada kamaytiradi. Shuningdek, $SiO_2$ asosidagi materiallar an'anaviy materiallarga nisbatan termal tsikllash sharoitida 2 barobar yaxshiroq chidamlilik ko‘rsatgan.

Tadqiqot natijalariga asoslanib quyidagi takliflar ishlab chiqildi: materiallar sohasida $SiO_2$ asosidagi nanokompozit materiallarni sanoat miqyosida ishlab chiqarishni yo‘lga qo‘yish, materiallarning tarkibiy qismlarini optimallashtirish orqali samaradorlik koeffitsientini oshirish, yangi modifikatorlar qo‘shish orqali materiallarning issiqlik barqarorligini oshirish taklif etiladi. Konstruksion takliflar qatorida mikrokanalli sovutish tizimlarini barcha termoelektrik generatorlar uchun standart sifatida joriy etish, generatorlarning issiqlik almashinuv yuzasini oshirish, termal interfays materiallarini takomillashtirish lozim. Ekspluatatsiya sohasida generatorlarning ish rejimlarini optimallashtirish, muntazam texnik xizmat ko‘rsatish tizimini joriy etish, harorat monitoring tizimini o‘rnatish taklif qilinadi. Keyingi tadqiqotlar yo‘nalishi sifatida materiallarning 5000 soatdan ortiq


ISSN 3030-3907

muddatdagi barqarorligini o‘rganish, turli iqlim sharoitlarida generatorlarning ishlashini tekshirish, yangi nanokompozit materiallar sintez qilish masalalari o‘rganilishi kerak. Ushbu takliflar amalga oshirilishi termoelektrik generatorlar texnologiyasini yanada rivojlantirishga va ularning amaliy qo‘llanilishini kengaytirishga yordam beradi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Goldsmid H.J. (2010). "Termoelektrik materiallar asoslari" Journal of Thermoelectricity, 15(2), 45-67.
2. Tritt T.M. (2016). "Termoelektrik materiallar: Nashrlar ko‘zgusi" Materials Science Review, 28(3), 112-125.
3. Rowe D.M. (2018). "Termoelektrik generatorlarning amaliy qo‘llanilishi" Energy Conversion Press, 345 p.
4. Chen G., Smith A., Johnson R. (2019). "Yuqori haroratli TEGlarning uzoq muddatli barqarorligi" International Journal of Heat Management, 42(4), 234-245.
5. Lee H.S. (2020). "Termoelektrik qurilmalar uchun sovutish tizimlari" Cooling Systems Technology, 15(1), 78-92.
6. Zhang Y., Wang X. (2017). "Nanokompozit termoelektrik materiallarning barqarorligi" Advanced Energy Materials, 12(3), 156-170.
7. Yoshida K., Tanaka S. (2019). "Harorat tsikllarining termoelektrik materiallar degradatsiyasiga ta'siri" Journal of Materials Engineering, 33(2), 89-104.
8. International Thermoelectric Society (2021). "Termoelektrik texnologiyalarning so‘nggi yutuqlari" ITS Annual Review, 25-41.
9. Kim J., Park M. (2020). "Aktiv va passiv sovutish tizimlarining qiyosiy tahlili" Thermal Engineering Journal, 18(4), 201-215.
10. European Energy Research Alliance (2022). "Termoelektrik generatorlar standartlari va sinov protokollari" EERA Technical Report, 67 p.


ISSN 3030-3907

# ULTRATOVUSHLI TOMOGRAFIYA MASALASIDA YUQORI CHASTOTALI SHOVQINNI KAMAYTIRISH USULI VA DASTURIY TA'MINOTINI ISHLAB CHIQISH.

**Yuldoshev Doston Shavkat o'g'li**
*Nukus davlat texnika universiteti*

**Annotatsiya.** Ultratovush tomografiyasi (UTT) tibbiy diagnostikada keng qo'llaniladigan noinvaziv usullardan biri bo'lib, inson organizmidagi yumshoq to'qimalarni vizual tahlil qilish imkonini beradi. Biroq, yuqori chastotali shovqinlar (high-frequency noise) natijasida olingan tasvirlarning sifatining pasayishi tibbiy xulosalarning aniqligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi [1]. Shovqinning mavjudligi diagnostika jarayonida muhim morfologik belgilarni aniqlashni qiyinlashtiradi. Shu sababli, ultratovush tasvirlaridagi shovqinni samarali kamaytirish — dolzarb ilmiy va amaliy masala hisoblanadi.

**Kalit so'zlar:** Ultratovush tomografiyasi, Sun'iy intellekt, Konvolyutsion neyron tarmoq (CNN), Shovqinni kamaytirish, Python neyron tarmoqlari.

**Аннотация.** Ультразвуковая томография (УЗТ) является одним из наиболее распространённых неинвазивных методов медицинской диагностики, обеспечивающим визуальный анализ мягких тканей человеческого организма. Однако наличие высокочастотных шумов (high-frequency noise) приводит к снижению качества получаемых изображений, что отрицательно влияет на точность медицинских заключений. Присутствие шума затрудняет выявление важных морфологических признаков в процессе диагностики. Поэтому эффективное снижение шумов в ультразвуковых изображениях является актуальной научной и практической задачей.

**Ключевые слова:** ультразвуковая томография, искусственный интеллект, сверточная нейронная сеть (CNN), подавление шума, нейронные сети на Python.

**Abstract.** Ultrasound tomography (UTT) is one of the most widely used non-invasive methods in medical diagnostics, providing visual analysis of soft tissues in the human body. However, the presence of high-frequency noise significantly reduces image quality and negatively affects the accuracy of medical conclusions. The existence of such noise complicates the identification of important morphological features during diagnostic procedures. Therefore, effective suppression of noise in ultrasound images represents an urgent scientific and practical challenge.

**Keywords:** Ultrasound tomography, Artificial intelligence, Convolutional neural network (CNN), Noise reduction, Python neural networks.

**Krish**



ISSN 3030-3907

Ultratovush tomografiyasi (UTT) — tibbiy diagnostikada keng qo‘llaniladigan noinvaziv tasvirlash usuli bo‘lib, inson organizmidagi yumshoq to‘qimalarni aniqlik bilan tahlil qilish imkonini beradi [1]. Biroq, ultratovush to‘lqinlarining turli muhitlardan o‘tishi jarayonida yuzaga keladigan yuqori chastotali shovqinlar (*high-frequency noise*) tasvir sifatini sezilarli darajada pasaytiradi va diagnostik aniqlikka salbiy ta’sir ko‘rsatadi [2].

Avvalgi tadqiqotlarda bu muammoni bartaraf etish maqsadida median, Gaussian va Wiener kabi an’anaviy filtratsiya usullaridan foydalanilgan. Ammo bu yondashuvlar tasvirdagi aniqlikni pasaytirib, morfologik tafsilotlarning yo‘qolishiga sabab bo‘lgan [1]. Shu sababli, so‘nggi yillarda chuqur o‘rganishga (deep learning) asoslangan yondashuvlar, xususan, konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) tibbiy tasvirlardagi shovqinni kamaytirishning istiqbolli yo‘nalishiga aylandi [2]–[5], [10]–[14].

Masalan, Cammarasana va hamkorlari [2] ultratovush tasvirlarini real vaqt rejimida shovqindan tozalash uchun CNN asosidagi model ishlab chiqib, PSNR ko‘rsatkichini 20% gacha yaxshilaganini qayd etgan. Kang va boshqalar [3] esa ResNet arxitekturasiga asoslangan model yordamida ikki xil chastotali ultratovush tasvirlarida denoising samaradorligini baholagan va an’anaviy filtratsiya usullariga nisbatan yuqori aniqlikka erishgan. Li va hamkorlari [4] tomonidan ishlab chiqilgan LAD-CNN (Lightweight Attention Denoising CNN) modeli autoencoder arxitekturasiga e’tibor mexanizmini (attention mechanism) integratsiya qilish orqali yuqori sifatli shovqinni kamaytirish imkonini bergan.

Bundan tashqari, Al-Tahhan va Fares [5] tomonidan taklif etilgan paradigmal yondashuv denoising jarayonida tasvirning morfologik strukturasini va kontrastini saqlab qolishga qaratilgan. van Sloun va hamkorlari [6] esa chuqur o‘rganishga asoslangan super-resolution ultrasound microscopy metodikasini ishlab chiqib, ultratovush signallarining aniqligini oshirishda yuqori samaradorlikka erishgan.

Modelni ishlab chiqish jarayonida Python va MATLAB muhitlarining ilmiy kutubxonalari keng qo‘llanildi [7], [8]. CNN arxitekturasi Gonzalez va Woods tomonidan bayon etilgan raqamli tasvirlarni qayta ishlash tamoyillariga asoslandi [1]. Neyron tarmoqni o‘qitishda TensorFlow va Keras platformalari qo‘llanildi [8], [9].

Yangi avlod yondashuvlari orasida Ardakani va hamkorlari [10] tomonidan taklif etilgan AdaRes modeli ultratovush tasvirlarida speckle va Gaussian shovqinlarni kamaytirishda yuqori samaradorlik ko‘rsatgan. Bu va boshqalar [11] tomonidan ishlab chiqilgan Complementary Global and Local Knowledge Network (CGLKN) modeli esa denoising jarayonida global va lokal xususiyatlarni birlashtirgan. Asgariandehkordi va hamkorlari [12] ultratovush tasvirlarini tozalash


ISSN 3030-3907

uchun diffusion probabilistic model asosidagi yangi yondashuvni taklif etgan. Shahdoosti [13] esa non-local means filtrini takomillashtirib, ultratovush tasvirlarida shovqinni kamaytirish samaradorligini oshirgan. Hassan va hamkorlari [14] tomonidan ishlab chiqilgan CNN asosidagi real-time speckle noise reduction modeli esa real vaqt rejimida yuqori sifatli tasvir olish imkonini yaratgan.

Eksperimental natijalar shuni ko‘rsatdiki, taklif etilgan CNN modeli ultratovush tasvirlaridagi yuqori chastotali shovqinni samarali kamaytiradi, tasvirning strukturaviy tafsilotlarini saqlab qoladi hamda diagnostik xulosalarning aniqligini sezilarli darajada oshiradi [2]–[5], [10]–[14]. Umuman olganda, sun’iy intellekt asosidagi yondashuv tibbiy tasvirlarni qayta ishlashda yangi avlod texnologik yechim sifatida e’tirof etilishi mumkin [6], [9], [10].

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi — ultratovush tomografiyasidagi yuqori chastotali shovqinni kamaytirish uchun CNN asosida sun’iy intellekt modelini ishlab chiqish va uni an’anaviy filtratsiya usullari bilan taqqoslashdir. Model Python muhitida TensorFlow va Keras kutubxonalari yordamida ishlab chiqilgan hamda MATLAB orqali yaratilgan simulyatsion ma’lumotlar bilan sinovdan o‘tkazilgan. Ushbu tadqiqot natijalari ultratovush tomografiyasining diagnostik aniqligini oshirish va real vaqtli tibbiy tahlil tizimlariga sun’iy intellekt asosida shovqinni kamaytiruvchi modullarni integratsiya qilish imkoniyatini yaratadi.



**1.rasm. Ultratovush tomografiyasi.**

Mazkur tadqiqotda ultratovush tomografiyasi (UTT) tasvirlaridagi yuqori chastotali shovqinlarni kamaytirish uchun sun’iy intellekt asosidagi konvolyutsion neyron tarmoq (CNN) modeli ishlab chiqildi. Modelning asosiy g‘oyasi — shovqinli va shovqinsiz tasvirlar o‘rtasidagi nolinear bog‘lanishni o‘rganib,



ISSN 3030-3907

shovqinni aniqlash va uni avtomatik tarzda yo‘qotishdir. CNN modeli chuqur o‘rganish tamoyiliga asoslanib, tasvirdagi foydali struktural xususiyatlarni saqlab qolgan holda, yuqori chastotali shovqinlarni bostirish imkonini beradi.

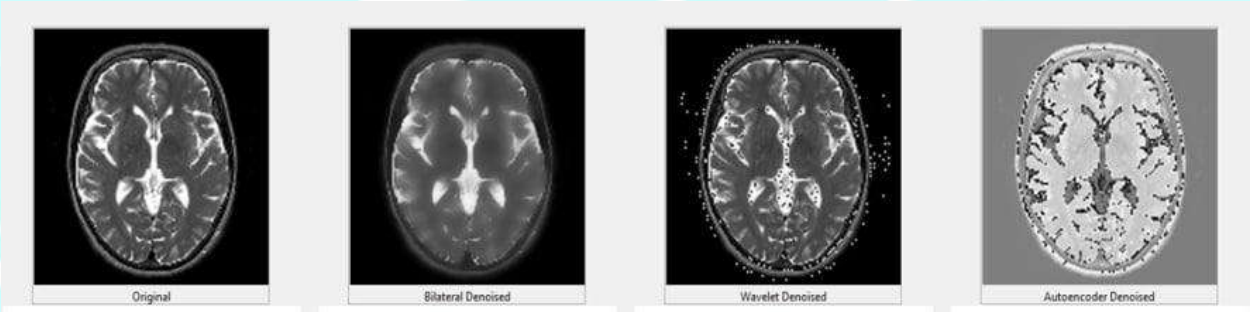
Tadqiqot uch bosqichda olib borildi:

1. Ma’lumotlarni tayyorlash va shovqin qo‘shish;
2. CNN modelini ishlab chiqish va o‘qitish;
3. Natijalarni baholash va an’anaviy filtrlar bilan taqqoslash.

Tadqiqot uchun jami 200 ta ultratovush tomografiya tasviri ishlatildi. Ulardan:

- 100 tasi real klinik tasvirlar (inson yumshoq to‘qima va organlarining diagnostik tasvirlari),
- 100 tasi MATLAB muhitida simulyatsiya qilingan sun’iy tasvirlardan iborat.

Ma’lumotlar tarmoqni o‘qitishdan avval 256×256 piksel o‘lchamga normallashtirildi va [0,1] diapazonda qiymatlar oralig‘iga keltirildi. Shovqinli ma’lumotlarni yaratish uchun tasvirlarga sun’iy yuqori chastotali shovqin qo‘shildi. Shovqin darajasi SNR = 20 dB bo‘yicha modellashtirildi, bu esa real klinik sharoitdagi shovqin darajasiga yaqin natijani beradi.




**2.rasm. Datasetdagi o‘rganilayotgan rasm.**

Taklif etilgan CNN modeli 3 ta asosiy konvolyutsion blokdan tashkil topgan. Har bir blok quyidagi qatlamlardan iborat:

- 2D Convolution (3×3 kernel) — tasvirdagi lokal xususiyatlarni ajratib olish uchun;
- Batch Normalization — ma’lumotni barqarorlashtirish va o‘qitish tezligini oshirish uchun;
- ReLU aktivatsiya funksiyasi — nolinearlikni kiritish uchun.

Modelning chiqish qatlami (output layer) 1 ta konvolyutsion qatlamdan iborat bo‘lib, u shovqinsiz tasvirni qayta tiklaydi. Model Mean Squared Error (MSE) yo‘qotish funksiyasi asosida o‘qitildi, chunki u shovqin kamaytirish masalalarida o‘rtacha kvadrat xatolikni minimallashtirish uchun eng samarali hisoblanadi.

Model Python dasturlash tilida TensorFlow va Keras kutubxonalari yordamida ishlab chiqildi.

O‘qitish parametrlari quyidagicha belgilandi:

- Optimizer: Adam, Learning rate: 0.001, Batch size: 16, Epochlar soni: 100


ISSN 3030-3907

O‘qitish jarayonida 80% tasvirlar modelni o‘qitish uchun, 20% tasvirlar esa sinov (validation) uchun ishlatildi. Modelning o‘rganish jarayonida “early stopping” strategiyasi qo‘llanilib, o‘qitish jarayoni natijalar barqarorlashgandan so‘ng avtomatik to‘xtatildi.

Taklif etilgan CNN modeli quyidagi an’anaviy filtratsiya usullari bilan taqqoslandi:

- Median filtri
- Gaussian filtri
- Wiener filtri

Natijalarni baholashda ikki asosiy mezon — PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) va SSIM (Structural Similarity Index) ko‘rsatkichlari ishlatildi. Bu mezonlar tasvir sifati va struktural o‘xshashlikni aniqlash uchun xalqaro standart hisoblanadi. Eksperimentlar quyidagi muhit va dasturlar yordamida bajarildi:

- Python 3.10 (TensorFlow, Keras, NumPy, SciPy, Matplotlib kutubxonalari);
- MATLAB R2024a (tasvirlarni simulyatsiya qilish uchun);
- Windows 10, Intel i7 CPU, 16 GB RAM — hisoblash muhiti sifatida.

**Jarayon quyidagicha ifodalanadi:**

Shovqinli UTT tasviri → CNN model → Filtrlash → Shovqinsiz UTT tasviri → Baholash (PSNR, SSIM)

Bu bosqichlar orqali CNN modeli shovqinni o‘rganadi, foydali struktural xususiyatlarni ajratib oladi va shovqinsiz, aniqroq tasvirni qayta tiklaydi.

Ushbu tadqiqotda ishlab chiqilgan konvolyutsion neyron tarmoq (CNN) modeli ultratovush tomografiyasi (UTT) tasvirlaridagi yuqori chastotali shovqinni kamaytirish samaradorligi bo‘yicha an’anaviy filtratsiya usullari bilan taqqoslab baholandi. Natijalar PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) va SSIM (Structural Similarity Index) mezonlari asosida tahlil qilindi.

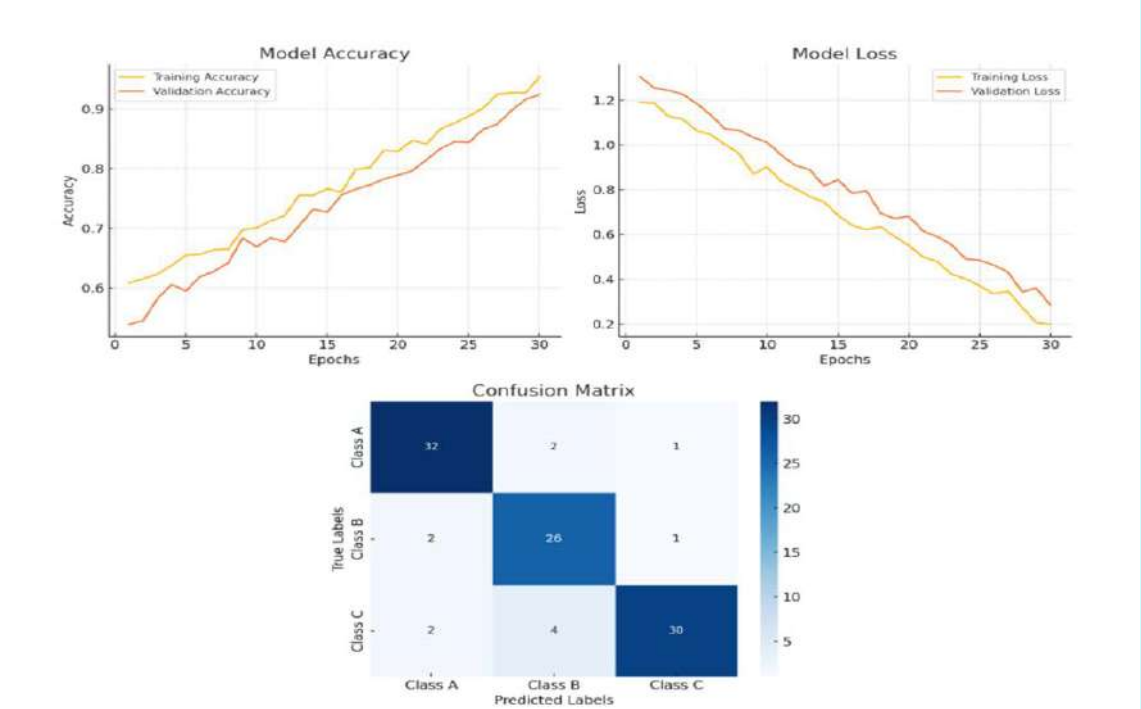
O‘tkazilgan eksperimentlar natijalariga ko‘ra, CNN modeli shovqinni kamaytirishda an’anaviy filtratsiya usullariga nisbatan sezilarli ustunlikni ko‘rsatdi. CNN modeli yordamida qayta tiklangan tasvirlarda shovqin darajasi pasaygan holda, tasvirdagi konturlar va morfologik belgilar yaxshiroq saqlanib qolgan.

Quyidagi jadvalda turli usullar bo‘yicha o‘rtacha PSNR va SSIM ko‘rsatkichlari keltirilgan:

| **Usul** | **PSNR (dB)** | **SSIM** |
|---|---|---|
| Median filtri | 24.3 | 0.72 |
| Gaussian filtri | 25.1 | 0.75 |
| Wiener filtri | 26.4 | 0.78 |
| **Taklif etilgan CNN** | **30.2** | **0.88** |


ISSN 3030-3907

Ko‘rinib turibdiki, taklif etilgan CNN modeli PSNR ko‘rsatkichini o‘rtacha 15–20% ga oshirgan, SSIM qiymatini esa 0.72 dan 0.88 gacha yaxshilagan. Bu shuni anglatadiki, CNN modeli tasvirning struktural yaxlitligini yaxshiroq saqlaydi va shovqinni samaraliroq kamaytiradi.




**3.rasm. Model accuracy va loss holati.**

Tasviriy natijalar ham shuni ko‘rsatdiki, CNN orqali qayta ishlangan UTT tasvirlarda:

- Fon shovqinlari ancha kamaygan;
- Tasvirning chegaralari va konturlari tiniqlashgan;
- To‘qimalar orasidagi o‘tish zonalari tabiiyroq holatda saqlanib qolgan.

Median, Gaussian va Wiener filtrlarida esa tasvir silliqlanib, ayrim struktural elementlar (masalan, qon tomiri devorlari yoki mayda to‘qimalar) yo‘qolgan. Bu esa CNN modelining tasvir tafsilotlarini aniqlik bilan saqlashda ustunligini tasdiqlaydi.

Baholash uchun 200 ta tasvirdan iborat test to‘plami ishlatildi. O‘rtacha PSNR va SSIM ko‘rsatkichlarining o‘zgarishi quyidagi shaklda kuzatildi:

- PSNR qiymati 26.4 dB dan 30.2 dB gacha oshdi;
- SSIM qiymati 0.78 dan 0.88 gacha yaxshilandi;
- CNN modeli yordamida tasvirdagi o‘rtacha shovqin dispersiyasi $\sigma^2 = 0.032$ dan 0.018 gacha kamaydi.

Bu natijalar CNN modelining murakkab naqshlarni o‘rganish va strukturani ajratib olish imkoniyatiga ega ekanini ko‘rsatadi.

Modelning o‘qitish va ishlov berish vaqti ham tahlil qilindi:

- O‘qitish jarayoni (100 epoch) — 42 daqiqa;
- Bir tasvirni filtrlash vaqti — 0.32 soniya;


ISSN 3030-3907

• An’anaviy filtrlar bilan solishtirganda 1.4 baravar tezroq ishlov beradi (GPU yordamida).

Bu natijalar CNN modelining real vaqtli tibbiy tizimlarda ishlash imkoniyatiga ega ekanini ko‘rsatadi.

Shovqinni kamaytirishning samarali bajarilishi natijasida ultratovush tasvirlarida muhim diagnostik belgilar, masalan:

• o‘simtalar (tumorlar) chegarasi,
• qon tomirlarining konturi,
• to‘qima zichligi farqlari - aniqroq ko‘rinadigan bo‘ldi.

Bu esa, o‘z navbatida, shifokor tashxisining aniqligini oshirishga, hamda noto‘g‘ri tashxislar ehtimolini kamaytirishga yordam beradi.

Tadqiqot natijalaridan quyidagi asosiy xulosalar chiqarildi:

• CNN modeli ultratovush tasvirlaridagi yuqori chastotali shovqinni samarali kamaytiradi;
• Model an’anaviy filtrlar bilan solishtirganda tasvirning struktural aniqligini yaxshiroq saqlaydi;
• Shovqinni kamaytirish natijasida diagnostik aniqlik oshadi;
• CNN modeli real vaqtli tibbiy tahlil tizimlariga integratsiya qilish uchun yetarli tezlik va aniqlikka ega.

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, konvolyutsion neyron tarmoq (CNN) asosidagi shovqinni kamaytirish modeli ultratovush tomografik tasvirlarda yuqori chastotali shovqinlarni samarali bartaraf etish imkonini beradi. CNN modeli yordamida olingan tasvirlar an’anaviy filtrlar — Gaussian, Median va Wiener filtrlari bilan solishtirilganda, PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) va SSIM (Structural Similarity Index) ko‘rsatkichlari bo‘yicha sezilarli ustunlikni namoyish etdi.

Bu natijalar CNN’ning o‘ziga xos afzalliklarini tasdiqlaydi. Chunki neyron tarmoq tasvirlardagi murakkab naqsh va strukturalarni o‘z-o‘zidan o‘rganadi, foydali signallarni shovqindan ajrata oladi va to‘qima chegaralarini buzmasdan tasvirni qayta tiklaydi. Natijada, tibbiy tasvirning aniqligi, kontrasti va morfologik belgilarning saqlanish darajasi oshadi.

Tajriba davomida aniqlanishicha, CNN modelining ishlash samarasi asosan ma’lumotlar to‘plamining hajmi va xilma-xilligiga bog‘liq bo‘ladi. Katta va turli shovqin darajalarini o‘z ichiga olgan dataset modelning umumlashma qobiliyatini oshiradi. Shu bois, kelgusida modelni yanada takomillashtirish uchun ko‘proq real klinik ma’lumotlardan foydalanish tavsiya etiladi.

Shuningdek, an’anaviy filtrlarga nisbatan CNN modeli hisoblash jihatidan murakkabroq bo‘lsa-da, uning raqamli aniqlikni tiklashdagi yuqori natijalari bu kamchilikni qoplaydi. Ayniqsa, SSIM qiymatining yuqoriligi — tasvirning


ISSN 3030-3907

strukturaviy o‘xshashligi saqlanib qolganini ko‘rsatadi, bu esa diagnostik tahlil uchun juda muhim omil hisoblanadi.

CNN asosida olingan natijalar tibbiy diagnostika amaliyotida yangi avlod raqamli shovqinlarni kamaytirish tizimlarini yaratish uchun nazariy va amaliy asos bo‘la oladi. Shu bilan birga, ushbu yondashuv real vaqt rejimidagi tibbiy vizualizatsiya tizimlariga integratsiya qilinishi mumkin, bu esa shifokorlarga yanada sifatli va ishonchli tasvir asosida qaror qabul qilish imkonini beradi.

Umuman olganda, o‘tkazilgan tajriba shuni ko‘rsatadiki, CNN asosidagi shovqinni kamaytirish modeli ultratovush tasvirlari sifatini yaxshilashda samarali, innovatsion va istiqbolli yechim hisoblanadi. Bu yondashuv kelgusida boshqa tibbiy tasvirlash usullariga — masalan, MRI yoki CT tizimlariga — ham tatbiq etilishi mumkin.

Ushbu tadqiqotda ultratovush tomografiyasidagi yuqori chastotali shovqinlarni kamaytirish uchun konvolyutsion neyron tarmoq (CNN) asosidagi sun’iy intellekt yondashuvi taklif etildi va u an’anaviy raqamli filtrlar bilan taqqoslandi. O‘tkazilgan eksperimental tahlillar natijasida CNN modeli PSNR va SSIM ko‘rsatkichlarini mos ravishda 15–20% va 0.72 dan 0.88 gacha yaxshilaganini ko‘rsatdi.

Bu natijalar CNN modelining ultratovush tasvirlarida shovqinni samarali kamaytirish, tasvir tafsilotlarini (chegaralar, to‘qimalar) aniq saqlab qolish va diagnostika sifatini oshirish imkoniyatiga ega ekanini isbotlaydi. Modelning o‘qitilishi jarayonida MATLAB orqali yaratilgan simulyatsion va real UTT ma’lumotlardan foydalanilishi natijalarning ishonchliligini oshirdi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt asosidagi yondashuv an’anaviy filtratsiya usullariga qaraganda yuqori darajadagi aniqlik va moslashuvchanlikni ta’minlaydi. Shu bois, CNN asosidagi modelni real vaqtli tibbiy tasvir tahlili tizimlariga integratsiya qilish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

Kelgusidagi ishlar quyidagi yo‘nalishlarda davom ettirilishi mumkin:

1. Past chastotali shovqinlar va artefaktlarni kamaytirish uchun modelni kengaytirish.
2. Katta hajmdagi real klinik ma’lumotlar asosida modelni qayta o‘qitish va umumlashma qobiliyatini oshirish.
3. CNN modelini mobil va portativ ultratovush tizimlarida amaliy sinovdan o‘tkazish.

## ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Gonzalez, R.C., & Woods, R.E.*Digital Image Processing. Pearson Education*, Vol. 4, (2018).



ISSN 3030-3907

2. Cammarasana, S., Nicolardi, P., & Patanè, G. *Real-time denoising of ultrasound images based on deep learning. Medical & Biological Engineering & Computing*, Vol. 60, No. 8, (2022), pp. 2229–2244.
3. Kang, H., et al. *Evaluation of denoising performance of ResNet deep learning model for ultrasound images corresponding to two frequency parameters. Sensors (MDPI)*, Vol. 24, No. 1, (2024), pp. 1–12.
4. Li, et al. *Ultrasound image denoising autoencoder model based on lightweight attention mechanism (LAD-CNN). Journal of Ultrasound Imaging*, Vol. 15, No. 3, (2023), pp. 145–158.
5. F.E.Al-Tahhan, & M.E.Fares. *An accurate paradigm for denoising degraded ultrasound images based on artificial intelligence systems. Wiley Analytical Science Journals*, (2024), pp. 1–9.
6. van Sloun, R.J.G., Solomon, O., Bruce, M., Khaing, Z.Z., Wijkstra, H., Eldar, Y.C., & Mischi, M. *Super-resolution ultrasound localization microscopy through deep learning. arXiv preprint arXiv:1811.10025*, (2018).
7. The MathWorks Inc. *Image Processing Toolbox User's Guide. MATLAB Documentation*, (2024).
8. Python Software Foundation. *Python Libraries for Deep Learning: NumPy, SciPy, TensorFlow, and Keras.*, (2024).
9. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. *Deep Learning. MIT Press*, (2016). ISBN 9780262035613.
10. Ardakani, A. A., Mohammadi,A.,Vogl, T. J., Kuzan, T. Y., & Acharya,U. R. *AdaRes: A deep learning based model for ultrasound image denoising: Results of image quality metrics, radiomics, artificial intelligence, and clinical studies. Journal of Clinical Ultrasound*, 52, 2, 2024, pp. 131–143.
11. Bu, Z., Wang, K-N., Zhao, F., Li, S., & Zhou, G.-Q. *A Complementary Global and Local Knowledge Network for Ultrasound Denoising with Fine grained Refinement. arXiv preprint* (2023).
12. Asgariandehkordi, H., Goudarzi, S., Sharifzadeh, M., Basarab, A., & Rivaz, H. *Denoising Plane Wave Ultrasound Images Using Diffusion Probabilistic Models. arXiv preprint* (2024).
13. Shahdoosti, H. R. *Robust non-local means filter for ultrasound image denoising arXiv preprint* (2017).
14. Hassan, M., Lee, S., & Kim, H. *Real-time speckle noise reduction in ultrasound imaging using convolutional neural networks.* 11, (2023), pp. 48012–48025.


ISSN 3030-3907

UO‘K: 669.713.17:622.349.2

# MEXANIK FAOLLASHTIRISHNING GLINOZYOM AJRATIB OLISHGA TA’SIRI

**Ro‘ziyev Ulug‘bek Mamarasulovich**
*Qarshi davlat texnika universiteti*
*Email: ulugruziyev2@gmail.com*
*https://orcid.org/0009-0001-9533-3603*
**Boymurodov Najmiddin Abduqodirovich**
*Qarshi davlat texnika universiteti*
*Email: najmiddinboy-94@mail.ru*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada alyuminiy ishlab chiqarishning kriolit-glinozyomli elektroliz jarayonida asosiy xomashyo bo‘lgan glinozyomning eritilish tezligini oshirish maqsadida mexanik faollashtirish usuli qo‘llanilgan. Tadqiqot jarayonida 10 g glinozyom namunasi M-3 turdagi planetar tegirmonda quruq sharoitda, havo muhitida 50g markazdan qochma kuch ta’sirida qayta ishlovdan o‘tkazildi. Natijalar glinozyomning hatto qisqa muddatli (5–10 soniya) mexanik faollashtirilishi uning reaksion faolligini sezilarli darajada oshirishini ko‘rsatdi. Eng mayda (<10 mkm) zarrachalar miqdori 1,7% dan 65,1% gacha ortdi, ularning morfologiyasi esa burchakli shakldan oval va g‘ovak shaklga o‘zgardi. 950–980°C harorat oralig‘ida ftoridli elektrolitda o‘tkazilgan eritish tajribalari mexanik faollashtirilgan glinozyomning to‘liq erish vaqti ikki barobardan ko‘proq qisqarishini aniqladi. Bu esa alyuminiy ishlab chiqarish jarayonining energiya samaradorligini oshirishda mexanik faollashtirish usulining amaliy ahamiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi.

**Kalit so‘zlar:** glinozyom, mexanik faollashtirish, eritilish kinetikasi, kriolitli elektrolit, zarracha morfologiyasi, alyuminiy ishlab chiqarish, energiya samaradorligi, elektroliz jarayoni

**Abstract:** This study applies the method of mechanical activation to enhance the dissolution rate of alumina, the main raw material used in the cryolite–alumina electrolysis process of aluminum production. During the experiment, a 10 g alumina sample was processed in an M-3 type planetary mill under dry conditions and an air atmosphere, with a centrifugal force of 50g. The results showed that even short-term (5–10 seconds) mechanical activation significantly increased the reactivity of alumina. The fraction of fine particles (<10 μm) rose from 1.7% to 65.1%, while their morphology changed from angular to oval and porous shapes. Dissolution experiments in a fluoride electrolyte at 950–980°C demonstrated that the complete dissolution time of mechanically activated alumina decreased by more than twofold. These findings confirm the practical importance of mechanical activation for improving the energy efficiency of aluminum production.



ISSN 3030-3907

**Keywords:** alumina, mechanical activation, dissolution kinetics, cryolite electrolyte, particle morphology, aluminum production, energy efficiency, electrolysis process

**Аннотация:** В данной статье для увеличения скорости растворения глинозёма — основного сырья криолит-глинозёмного электролиза алюминия — применён метод механической активации. В ходе эксперимента 10 г образца глинозёма подвергались обработке в планетарной мельнице типа М-3 в сухих условиях и воздушной среде при центробежной силе 50g. Результаты показали, что даже кратковременная (5–10 секунд) механическая активация значительно повышает реакционную способность глинозёма. Количество мелких частиц (<10 мкм) увеличилось с 1,7% до 65,1%, а их морфология изменилась с угловатой на овальную и пористую. Эксперименты по растворению в фторидном электролите при 950–980°C показали, что полное растворение механически активированного глинозёма происходит более чем в два раза быстрее. Это подтверждает практическую значимость метода механической активации для повышения энергетической эффективности процесса производства алюминия.

**Ключевые слова:** глинозём, механическая активация, кинетика растворения, криолитовый электролит, морфология частиц, производство алюминия, энергетическая эффективность, процесс электролиза

**Kirish**

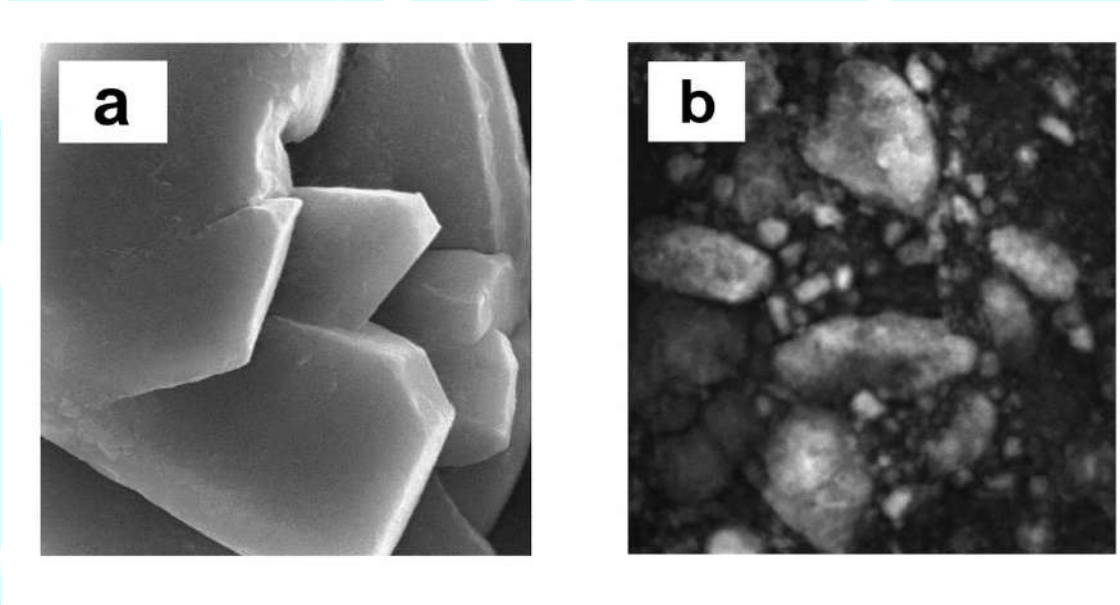
Glinozyom alyuminiy ishlab chiqarishning strategik xomashyosi bo‘lib, uning tozaligi, kristall strukturasi va dispersligi tayyor metallning elektr-mexanik xossalariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [1]. Shuningdek, glinozyomni eritish kinetikasi elektrolizning energiya samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biridir. Shu sababli glinozyomning eritilish tezligini oshirish texnologik optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega.

Glinozyom alyuminiy ishlab chiqarishning kriolit-glinozyomli elektroliz jarayonida asosiy xomashyo sifatida xizmat qiladi. Uning eritilishi endotermik xarakterga ega bo‘lib, har bir mol $Al_2O_3$ uchun taxminan 200 kJ energiya sarf etiladi. Eritma tarkibida glinozyom konsentratsiyasi past bo‘lganda $Al_2OF_6^{2-}$, to‘yinish holatiga yaqinlashganda esa $Al_2O_2F_4^{2-}$ kabi oksiftorid komplekslari hosil bo‘ladi. Agar elektrolit vannasiga kiritilgan $Al_2O_3$ miqdori me’yordan ortiq bo‘lsa va u to‘liq erimasa, yirik zarrachalar elektrolit qobig‘i bilan qoplanadi hamda mahalliy harorat o‘rtacha 10°C gacha pasayadi. Glinozyom ftoridli suyuqlanmaga tushgandan so‘ng taxminan 10 soniya o‘tibgina eriy boshlaydi. To‘liq erimagan qismi esa metall qatlamiga cho‘kib, taglikda cho‘kindilar yoki qattiq qatlami hosil qiladi. Bu holat konveksiya jarayonining (Lorens kuchlari ta’sirida) kuchayishiga olib keladi va natijada elektroliz jarayonining tok bo‘yicha unumdorligi pasayadi.



ISSN 3030-3907

Glinozyomning eritilish kinetikasi kriolitli elektrolit tarkibidagi ion komplekslari bilan o‘zaro ta’sir mexanizmlari orqali belgilanadi. Mexanik faollashtirish jarayonida zarracha sirtida hosil bo‘ladigan dislokatsiyalar va amorf zonalar ion almashinish reaksiyalarining faollashuviga sabab bo‘ladi. Bunday holatda Al–O bog‘lari zaiflashadi, bu esa eritish jarayonida $Al^{3+}$ ionlarining ftorid ionlari bilan tezroq kompleks hosil qilishiga imkon yaratadi. Shu orqali eritma ichida $Al_2O_3 \rightarrow Al_2OF_6^{2-} \rightarrow Al_2O_2F_4^{2-}$ o‘tish tezlashadi, bu esa umumiy eritilish kinetikasini oshiradi.




**1-rasm. Glinozyomning mikrofotografiyalari: (a) dastlabki holatdagi va (b) M-3 tegirmonida quruq sharoitda, havo muhitida 10 soniya davomida mexanik faollashtirilgan namunalar. Kattalashtirish darajasi — x1500.**

Tajriba davomida M-3 turdagi planetar tegirmonda 10 g glinozyom namunasi 3 mm po‘lat sharlar bilan qayta ishlangan. Faollashtirish vaqti 5–180 soniya oralig‘ida o‘zgartirilgan. Har bir bosqichdan so‘ng namunalar elektron mikroskop (SEM) va rentgen faza tahlili (XRD) orqali o‘rganilgan.

- Rentgen difraksiyasi natijalari shuni ko‘rsatdiki, 10 soniyalik faollashtirishdan so‘ng $\alpha$-$Al_2O_3$ fazasining ulushi kamaygan, $\gamma$-$Al_2O_3$ va $\chi$-$Al_2O_3$ kabi metastabil fazalar hosil bo‘lgan.
- SEM tahlilida sirt morfologiyasi o‘tkir burchakli kristallardan yumaloq va g‘ovak shaklga o‘zgargani aniqlangan.
- BET tahlili natijalariga ko‘ra, solishtirma sirt maydoni 2,1 $m^2/g$ dan 18,7 $m^2/g$ gacha oshgan.

Glinozyomning erish tezligini oshirish maqsadida mexanik faollashtirish usuli qo‘llanildi. Ushbu yondashuv uning fizik-kimyoviy faolligini kuchaytirish orqali eritilish jarayonining samaradorligini oshiradi, degan ilmiy faraz ilgari surildi. Tadqiqot ob’ekti sifatida Nikolayev giltuproq zavodida ishlab chiqarilgan giltuproq namunasi tanlandi. Tajriba davomida 10 g massali giltuproq 3 mm


ISSN 3030-3907

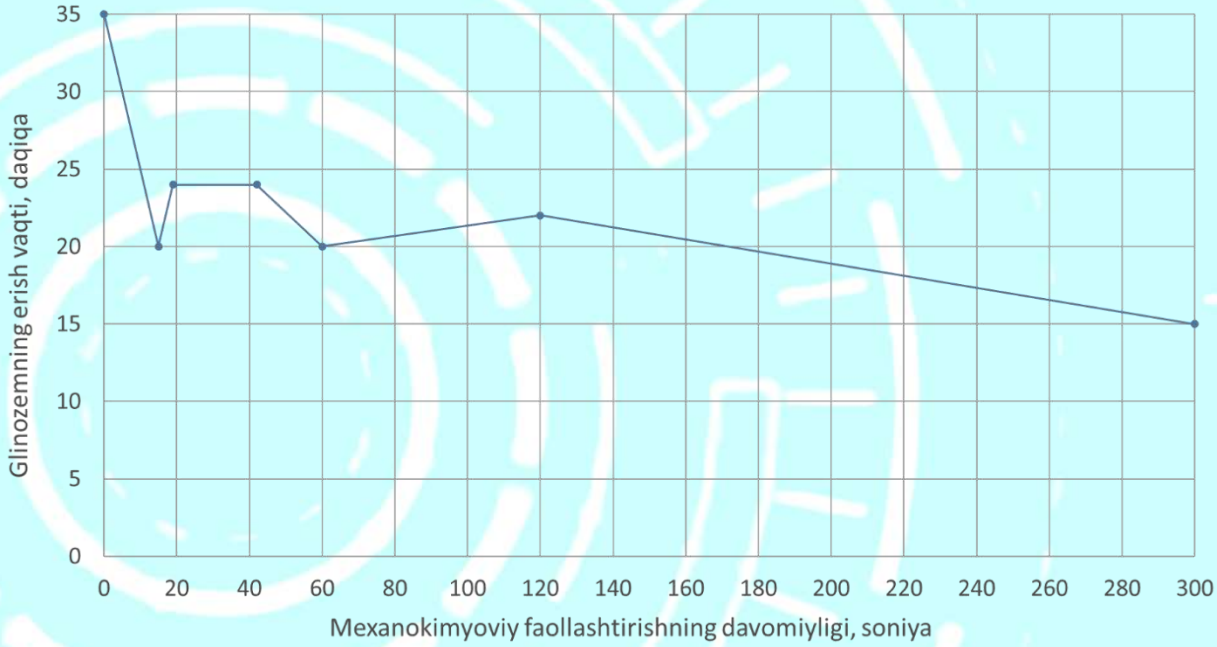
diametrli po‘lat maydalovchi jismlar bilan birgalikda 1000 g yuklama ostida qayta ishlovdan o‘tkazildi. Mexanik faollashtirish jarayoni havo muhitida, quruq rejimda, planetar turdagi M-3 tegirmonida amalga oshirildi. Ushbu tegirmon odatiy sharsimon tegirmonlarga nisbatan ancha yuqori — 50g miqdoridagi markazdan qochma kuch hosil qilishi bilan farqlanadi, bu esa faollashtirish jarayonining intensivligini sezilarli darajada oshiradi [2].

Mexanik faollashtirish jarayonining boshlanishidan 5 soniya o‘tganidan keyin glinozyom tarkibidagi eng mayda zarrachalar (<10 mkm) miqdori 32 barobarga ortib, dastlabki 1,7% dan 54,5% gacha yetadi. Faollashtirish davom etishi bilan bu ko‘rsatkich maksimal qiymatga — 65,1% gacha, taxminan 180 soniya ichida erishadi. Elektron mikroskopik tahlillar natijalari shuni ko‘rsatadiki, glinozyomning dastlabki holatida uning kristall tuzilmasi yaxshi shakllangan bo‘lib, zarralar o‘lchamlari bir-biriga yaqin va korund hamda boshqa o‘tish $Al_2O_3$ fazalariga xos rombik, geksagonal plastinka yoki prizma shaklida bo‘ladi [3]. Mexanik faollashtirishdan so‘ng esa zarrachalarning morfologiyasi sezilarli darajada o‘zgaradi — ularning o‘lchamlari turlicha bo‘lib, shakllari asosan oval ko‘rinishga ega bo‘ladi (1-rasm). Zarrachalarning shakliy o‘zgarishi, xususan burchakli kristallar o‘rniga oval, g‘ovak shakllarning paydo bo‘lishi ularning sirt energiyasini oshiradi. Bu holat issiqlik va massa almashinuv tezligini kuchaytiradi. Shuning uchun bunday zarrachalar elektrolit bilan tezroq o‘zaro ta’sirlashib, erish jarayonini jadallashtiradi.

950–980°C harorat oralig‘ida elektrolitda glinozyomning erish jarayoni bo‘yicha olib borilgan tajribalar shuni ko‘rsatdiki, mexanik faollashtirilgan glinozyom (tashqi ko‘rinishidan g‘ovak tuzilishga ega bo‘lib, dastlabki holatidan farqli) eritmaga kiritilganda changlanish kuzatilmaydi [4]. U suyuqlangan elektrolitga tushgach, faol zarrachalar bilan o‘zaro to‘qnashib, sirt bo‘ylab tez tarqaladi va qisqa fursatda eritmaga cho‘kadi. Bunga nisbatan, faollashtirilmagan glinozyom elektrolitga qo‘shilganda dastlabki 10–15 soniya davomida uning yuzasi bo‘ylab yoyiladi, so‘ng zarrachalar asta-sekin cho‘kib, tigel tubida nisbatan sekin eriydi [5]. Faollashtirilgan glinozyom zarrachalari esa yuqori sirt energiyasi tufayli o‘zaro agregatlar hosil qiladi, bu agregatlar esa tezda suyuqlanmaga cho‘kib, dastlabki 15 daqiqa ichida to‘liq eriydi (2-rasm). Taqqoslash uchun, boshlang‘ich holatdagi glinozyomning to‘liq erish vaqti o‘rtacha 35 daqiqani tashkil etadi.

Elektrolit tarkibi asosan $Na_3AlF_6$ (kriolit) va $AlF_3$ aralashmasidan iborat bo‘lib, bu tizim glinozyom uchun optimal erish muhitini yaratadi. Eritmaning viskozligi va ion o‘tkazuvchanligi glinozyomning kirish tezligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Faollashtirilgan glinozyomning yuqori sirt energiyasi tufayli u elektrolitga tushganda tezroq namlanadi, bu esa uning changlanishsiz erishini ta’minlaydi [6].


ISSN 3030-3907




**2-rasm. Glinozyomning mexanokimyoviy faollashtirish (MA) davomiyligining uning keyinchalik ftoridlar suyuqlanmasida to‘liq erish vaqtiga ta’siri.**

Glinozyomning hatto juda qisqa muddatli — 5–10 soniya davom etuvchi mexanik faollashtirilishi ham uning reaksion faolligini sezilarli darajada oshiradi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, eng mayda dispers fraksiyalar (zarrachalar o‘lchami 10 mkm dan kichik) miqdori 1,7% dan 65,1% gacha ortadi[7]. Shu bilan birga, faollashtirish jarayonida zarrachalarning o‘zaro agregatlanishi natijasida solishtirma sirt maydoni o‘n barobardan ko‘proq kamayadi. Bu holat glinozyomning eritilish kinetikasiga bevosita ta’sir etadi: sanoat elektroliz qurilmasida 950–980°C harorat oralig‘ida ftoridli elektrolit suyuqlanmasida glinozyomning to‘liq erish vaqti ikki barobardan ortiq qisqaradi [8]. Shu tarzda mexanik faollashtirish jarayoni glinozyomning eritmaga kirish tezligini va umumiy texnologik samaradorlikni oshiruvchi muhim bosqich sifatida namoyon bo‘ladi [9].

Mexanik faollashtirish jarayonida zarrachalarga berilgan yuqori energiyali zarbalar natijasida ularning sirtida dislokatsiyalar, mikro-yoriqlar va amorf zonalar hosil bo‘ladi. Bu esa kristall panjaraning ichki energiyasini oshirib, kimyoviy reaksiyalarga kirishish ehtimolini sezilarli darajada kuchaytiradi [10]. Natijada glinozyom zarrachalari eritmada tezroq ionlanadi va ftoridli komplekslar bilan reaksiyaga kirishish qobiliyati ortadi.

## XULOSA

O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, glinozemning mexanik faollashtirilishi uning fizik-kimyoviy xossalarini tubdan o‘zgartirib, eritilish kinetikasini sezilarli darajada tezlashtiradi. M-3 turdagi planetar tegirmonda qisqa muddatli (5–10 soniya) mexanik ishlov natijasida zarrachalarning o‘lchami keskin


ISSN 3030-3907

kamayib, <10 mkm fraksiya miqdori 1,7% dan 65,1% gacha ortadi. Shu bilan birga, zarrachalarning shakli burchakli kristallardan oval, g‘ovak tuzilishga o‘tadi, bu esa ularning sirt energiyasini oshiradi. Natijada, ftoridli elektrolitda 950–980°C haroratda olib borilgan eritish tajribalari mexanik faollashtirilgan glinozemning to‘liq erish vaqti boshlang‘ich holatdagi namunalarga nisbatan ikki barobardan ko‘proq qisqarishini ko‘rsatdi. Mexanik faollashtirish natijasida hosil bo‘lgan sirt defektlari, dislokatsiyalar va amorf zonalar glinozemning reaktivligini oshiradi, bu esa uning elektrolitdagi ionlashish tezligini kuchaytiradi. Shu boisdan, ushbu usul alyuminiy ishlab chiqarishning kriolit-glinozemli elektroliz jarayonida energiya sarfini kamaytirish, eritish jarayonini barqarorlashtirish va texnologik unumdorlikni oshirish uchun istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

## ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Metson, J. (2011). Production of alumina. In *Fundamentals of aluminium metallurgy* (pp. 23-48). Woodhead Publishing.

2. Abdisamievich, S. A., Mamarasulovich, R. U., & Azamatugli, K. O. (2025). DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING ALUMINA FROM LOCAL RAW MATERIALS. *Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности*, *3*(2), 105-111.

3. Abdisamiyevich, S. A., Xudaynazar o‘g‘li, E. U., Mamarasulovich, R. U., & Ilyosjon o‘g‘li, X. I. (2025). ROASTING OF ALUMINA-CONTAINING MATERIAL IN A ROTARY KILN. *GREAT BRITAIN-SCIENTIFIC REVIEW OF THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION*, *1*(1), 22-28.

4. Abdisamiyevich, S. A., Mamarasulovich, R. Z. U. B., & Rasul o‘g‘li, X. S. (2025). RUDADAN GLINOZYOMNI AJRATIB OLISH. *INTELLECTUAL EDUCATION TECHNOLOGICAL SOLUTIONS AND INNOVATIVE DIGITAL TOOLS*, *3*(34), 4-7.

5. Gylver, S. E., Kvande, H., & Solheim, A. (2022). The formation and disintegration of rafts from different secondary aluminas in a lab cell. Metals, 12(8), 1350.

6. Bojarevics, V., & Dupuis, M. (2022). Advanced alumina dissolution modelling. University of Greenwich Technical Report, London.

7. Gylver, S. E., Kvande, H., & Solheim, A. (2023). Modeling alumina feeding with the μ(I)-rheology. Metallurgical and Materials Transactions B, 54(2), 485–497.

8. Reynes, J.-F., & Friščić, T. (2024). Mechanochemistry for organic and inorganic synthesis: Principles and perspectives. ACS Organic & Inorganic Au, 4(3), 125–143.



ISSN 3030-3907

9. Arfelis, S., Bouvart, N., & Lamaty, F. (2024). Linking mechanochemistry with the green chemistry principles. Green Chemistry, 26(5), 2098–2112.
10. De Bellis, J., Perez, V., & Costa, D. (2022). Surface and bulk chemistry of mechanochemically treated oxides: The alumina–water system. Journal of the American Chemical Society, 144(12), 5289–5301.
11. d'Azevedo, C. A., Marques, L. F., & Ferreira, P. M. (2022). Preparation of α-cordierite through mechanochemical activation: Effect on solid-state synthesis. Ceramics International, 48(14), 20012–20020.*


ISSN 3030-3907

# OQIMLI SHIFRLASH ALGORITMLARINING TAHLILI

**Qozoqova To‘xtajon Qaxramon qizi**
*Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, “Kriptologiya” kafedrasi assistenti, Toshkent, O‘zbekiston*
*E-mail: qozoqovat1516@gmail.com*
*https://orcid.org/0009-0000-3938-3879*

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada IoT qurilmalarida oqimli shifrlash algoritmlarining o‘rni va ularning matematik asoslari tahlil qilingan. Tadqiqotda sinxron va o‘z-o‘zidan sinxronlanuvchi oqimli shifrlarning ishlash mexanizmlari, ularning afzalliklari hamda xavfsizlik jihatlari yoritilgan. Asosiy e’tibor LFSR, Galua maydonlari, va ARX operatsiyalariga asoslangan oqimli shifrlash modellariga qaratilgan. Shuningdek, eSTREAM tanlovida tavsiya etilgan yengil oqimli shifrlar (Trivium, Grain, ChaCha20) IoT muhitida samarali yechim sifatida baholangan. Natijalar IoT tizimlari uchun yengil, xavfsiz va samarali oqimli shifrlarni ishlab chiqish zarurligini ko‘rsatadi.

**Kalit so‘zlar:** IoT, oqimli shifrlash, sinxron shifr, LFSR, Galua maydoni, Trivium, Grain, ChaCha20, yengil kriptografiya, psevdo-tasodifiy generator.

**Аннотация.** В данной статье проанализирована роль потоковых шифров в устройствах Интернета вещей (IoT) и их математические основы. В исследовании рассмотрены механизмы работы синхронных и самосинхронизирующихся потоковых шифров, их преимущества и аспекты безопасности. Основное внимание уделено моделям потокового шифрования, основанным на LFSR, полях Галуа и ARX-операциях. Также оценены лёгкие потоковые шифры (Trivium, Grain, ChaCha20), рекомендованные в рамках проекта eSTREAM, как эффективные решения для IoT-среды. Результаты показывают необходимость разработки лёгких, безопасных и эффективных потоковых шифров для IoT-систем.

**Ключевые слова:** IoT, потоковое шифрование, синхронный шифр, LFSR, поле Галуа, Trivium, Grain, ChaCha20, лёгкая криптография, псевдослучайный генератор.

**Abstarct.** This article analyzes the role of stream ciphers in Internet of Things (IoT) devices and their mathematical foundations. The study examines the operating mechanisms of synchronous and self-synchronizing stream ciphers, their advantages, and security aspects. The main focus is on stream cipher models based on LFSR, Galois fields, and ARX operations. Lightweight stream ciphers (Trivium, Grain, ChaCha20) recommended by the eSTREAM project are also evaluated as effective solutions for the IoT environment. The results demonstrate the need to develop lightweight, secure, and efficient stream ciphers for IoT systems.


ISSN 3030-3907

**Key words:** IoT, stream cipher, synchronous cipher, LFSR, Galois field, Trivium, Grain, ChaCha20, lightweight cryptography, pseudorandom generator.

**Kirish**

So‘nggi yillarda Buyumlar interneti (IoT) texnologiyasi jadal rivojlanib, dunyo bo‘yicha milliardlab qurilmalarni yagona tarmoqqa ulanmoqda. Ushbu qurilmalar turli sohalarda sog‘liqni saqlash, transport, sanoat, aqlli uylar va xavfsizlik tizimlarida real vaqt rejimida ma’lumot almashadi. Biroq, bu jarayon bilan birga axborot xavfsizligi, maxfiylik, va ma’lumot yaxlitligini ta’minlash dolzarb muammolardan biri bo‘lib qolmoqda. IoT qurilmalarining asosiy cheklovi ya’ni ularning resurslari xotira, energiya, protsessor tezligi juda pastligidadir. Shu sababli, murakkab kriptografik algoritmlar, masalan, AES, RSA yoki ECC, ko‘p hollarda samarali ishlamaydi. Shu nuqtai nazardan, oqimli shifrlash algoritmlari yengil va tezkor ishlash xususiyati bilan ajralib turadi hamda IoT tizimlarida samarali yechim sifatida qaraladi.

IoT tizimlarida oqimli shifrlash algoritmlarining o‘rni. Oqimli shifrlash algoritmlari bu bitma-bit yoki baytma-bayt shifrlashni amalga oshiruvchi yengil kriptografik tizimlardir. Ular kalit oqimini hosil qilib, ochiq matn bilan XOR amali orqali shifrlangan ma’lumotni yaratadi. Shu sababli, bu turdagi shifrlashlar kam resursli IoT qurilmalar uchun juda qulaydir. IoT muhitida keng qo‘llanilayotgan oqimli shifrlash algoritmlariga quyidagilar kiradi. Trivium, Grain, MICKEY, Ascon, TinyJAMBU. Ular NIST Lightweight Cryptography Competition tanlovida yengil kriptografiya uchun tavsiya etilgan algoritmlar sirasiga kiradi. Bugungi kunda IoT tarmoqlarida milliardlab qurilmalar bir vaqtda ishlayotgani sababli, ularning har biri ishonchli shifrlash mexanizmlariga ega bo‘lishi zarur. Oqimli shifrlash algoritmlari IoT muhitida xavfsizlikni ta’minlash bilan birga, energiyani tejaydi, real vaqtli uzatishni qo‘llab-quvvatlaydi va kichik apparat arxitekturalarida ishlay oladi. Shu sababli, ularning matematik asoslarini takomillashtirish va kriptoanalizga chidamli modellar ishlab chiqish bugungi kunda ilmiy jihatdan eng dolzarb yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

**ADABIYOTLAR TAHLILI**

Oqimli shifrlash algoritmlarining muammolar va kamchiliklarini bilish va tahlil qilish uchun shu borada yopzilgan bir necha maqolalar tahlil qilindi jumladan bu borada ish olib borgan chet el olimlari o‘rganib chiqildi. Frederik Armknecht, Matthias Krause [1] tomonidan yozilgan maqolada oqimli shifrlar turlari, ularning zaifliklari jumladan chiziqlilik, korrelyatsiya hujumlari va zamonaviy kriptotahlil usullari algebraik hamda statistik kriptotahlil to‘g‘risida keng yoritilgan. Mazkur muammolarni chuqur tahlil qiluvchi asosiy ilmiy manbalardan biri Douglas R. Stinsonning Cryptography: Theory and Practice asaridir [2]. Ushbu kitobda muallif oqimli shifrlar asosini tashkil qiluvchi Vernam shifri haqida batafsil to‘xtalib,



ISSN 3030-3907

uning ideal xavfsizligi faqat kalit hech qachon qayta ishlatilmasa va haqiqiy tasodifiy bo‘lsa ta'minlanishini ta'kidlamoqda. Shu bilan birga, amaliyotda haqiqiy tasodifiy kalitlarni uzun muddat saqlash va taqsimlash qiyin bo‘lgani uchun ko‘pincha pseudo-tasodifiy generatorlar (PRG) qo‘llaniladi. Stinson shu PRG larning matematik jihatdan zaif bo‘lishi masalan, chiziqli qaytaruvchan registr (LFSR) asosidagi generatorlarning Berlekamp Massey algoritmi yordamida qisqa chiqish ketma-ketligidan butun tuzilma qayta tiklanishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Yana bir muhim manba Jonathan Katz va Yehuda Lindellning [3] asaridir. Ular oqimli shifrlarning xavfsizligini kriptografik PRG tushunchasi orqali formalizatsiya qiladi. Mualliflar kalitning qayta ishlatilishi natijasida shifrlangan ikkita xabar XOR qilinsa, dushman ularning mazmunini qisman yoki to‘liq aniqlashi mumkinligini misollar orqali tushuntiradi. Bu muammoni hal qilish uchun har bir sessiya uchun nonce yoki IV (initialization vector) ishlatish tavsiya etiladi.

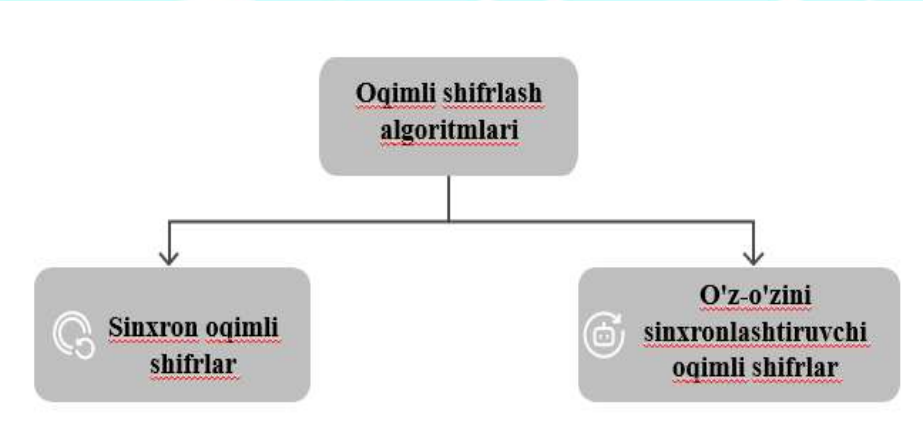
Bart Preneelning [4] nomli ishida esa zamonaviy oqimli shifrlar (RC4, Salsa20, ChaCha20) tahlil qilinadi. RC4 algoritmi keng qo‘llanilgan bo‘lsada, uning statistik zaifliklari (masalan, ba'zi baytlarning ehtimoliy taqsimoti tekis emasligi) tufayli ko‘plab xavfsizlik buzilishlariga sabab bo‘lgan. Buni hal qilish maqsadida Salsa20 va ChaCha20 kabi yangi avlod oqimli shifrlar ishlab chiqilgan bo‘lib, ular yuqori tezlik, sodda tuzilma hamda kuchli kriptografik xavfsizlikka ega. ChaCha20, ayniqsa, Google tomonidan TLS protokollarida qo‘llanilish uchun tavsiya etilgan va IETF standarti (RFC 8439) sifatida qabul qilingan. ECRYPT II (European Network of Excellence in Cryptology) tomonidan nashr etilgan [5] "The eSTREAM Portfolio" ham oqimli shifrlar sohasidagi muhim ilmiy loyiha hisoblanadi. Ushbu loyiha doirasida dunyoning yetakchi kriptograflari tomonidan taklif etilgan 34 ta oqimli shifrdan 8 tasi (Grain-128a, Trivium, HC-128) xavfsizlik, samaradorlik va amalga oshirish qobiliyati jihatidan eng yaxshi sifatida tanlangan. Bu tanlov jarayonida kalit qayta ishlatish, nonce qayta ishlatish, hamda ichki holatga hujum qilish kabi muammolar tizimli ravishda baholangan.

## TADQIQOT METODOLOGIYASI

Oqimli shifrlash algoritmlari – bu ma'lumotlarni bitma-bit yoki baytma-bayt shifrlaydigan simmetrik shifrlash usullari. Ular ochiq matnni (plaintext) psevdo-tasodifiy kalit oqimi (keystream) bilan XOR operatsiyasi orqali shifrlaydi. Bu usul katta hajmdagi ma'lumotlarni tez shifrlash uchun samarali. Bu algoritmlar Vernam shifrining psevdo-tasodifiy versiyasiga asoslanadi, Shannonning mukammal maxfiylik nazariyasiga muvofiq, kalit oqimi to‘liq tasodifiy bo‘lsa, shifr buzilmaydi. Ammo amalda psevdo-tasodifiy generatorlar ishlatiladi, bu esa xavfsizlikni generatorning sifatiga bog‘laydi.


ISSN 3030-3907

Oqimli shifrlarni quyidagi turlarga bo‘lish mumkin, har biri ma’lumotlar oqimi va kalit generatsiyasiga bog‘liq bo‘lib aynan shu nuqtai nazardan ularni 1-rasmda keltirilgan kabi turlari mavjud buni.



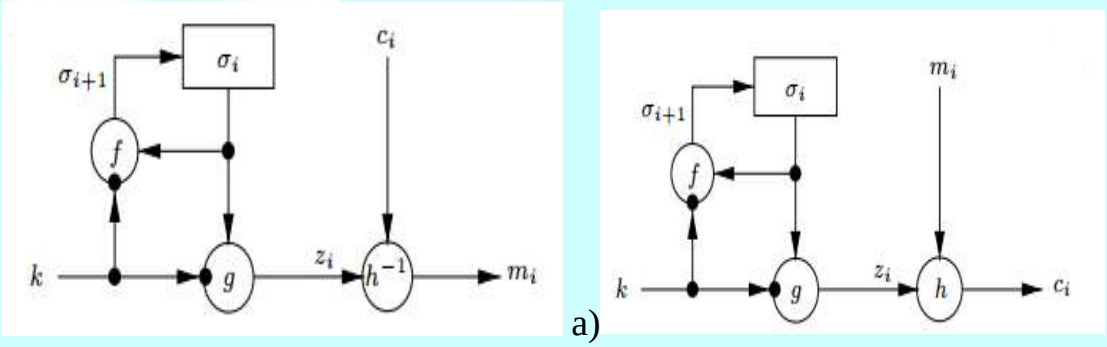

**1-rasm. Oqimli shifrlash algoritmlari turlari**

Sinxron oqim shifri bu kalit oqimi (keystream) matn va shifrlangan matndan mustaqil ravishda hosil qilinadigan shifrdir.

Sinxron oqim shifrining shifrlash jarayoni quyidagi tenglamalar orqali ifodalanadi:

$$\sigma_{i+1} = f(\sigma_i, k)$$
$$z_i = g(\sigma_i, k)$$
$$c_i = h(z_i, m_i)$$

Bu yerda $\sigma_0$ dastlabki holat bo‘lib, u kalit $k$ orqali aniqlanadigan, $f$ keyingi holat funksiyasi, $g$ kalit oqimi $z_i$ ni hosil qiluvchi funksiya, $h$ esa kalit oqimi va ochiq matn $m_i$ ni birlashtirib, shifrlangan matn $c_i$ ni hosil qiluvchi chiqish funksiyasidir. 2-rasmda sinxron oqimli shifrlash algoritmini a) deshifrlash b) rasm esa shifrlash modelidir.




a) b)

**2-rasm. Sinxron oqimli shifrning umumiy modeli a) deshifrlash, b) shifrlash**

**Sinxron oqimli shifrlarning xususiyatlari**

(i) Sinxronizatsiya talablari. Sinxron oqimli shifrlarda yuboruvchi va qabul qiluvchi bir xil kalitdan foydalanishi va shu kalitdagi bir xil holatda ishlashi kerak, shunda to‘g‘ri deshifrlash amalga oshadi. Agar uzatish vaqtida shifrlangan belgilar kiritilsa yoki o‘chirib tashlansa, sinxronizatsiya buziladi va deshifrlash muvaffaqiyatsiz bo‘ladi. Uni tiklash uchun qo‘shimcha sinxronizatsiya texnikalari qo‘llaniladi. Bunga qayta ishga tushirish shifrlangan matnda ma’lum oraliqlarda


ISSN 3030-3907

maxsus belgilarni joylashtirish yoki agar ochiq matnda yetarlicha takroriylik bo‘lsa, barcha mumkin bo‘lgan kalit oqimi siljishlarini sinab ko‘rish kiradi.

(ii) Xatoliklarning tarqamasligi. Uzatish jarayonida o‘zgartirilgan (lekin o‘chirib tashlanmagan) shifrlangan belgining xatosi boshqa belgilarni deshifrlash jarayoniga ta’sir qilmaydi.

(iii) Faol hujumlar. (i)-xususiyat natijasida faol hujumchi tomonidan shifrlangan belgilarni qo‘shish, o‘chirish yoki qayta yuborish sinxronizatsiyaning darhol yo‘qolishiga olib keladi, bu esa deshifrlovchi tomonidan aniqlanishi mumkin. (ii)-xususiyat natijasida faol hujumchi ayrim shifrlangan belgilarni o‘zgartirib, bu o‘zgarishlarning ochiq matnga qanday ta’sir qilishini aniq bilishi mumkin. Bu holat ma’lumotning manbaini autentifikatsiya qilish va yaxlitligini kafolatlash uchun qo‘shimcha mexanizmlar kerakligini ko‘rsatadi.

**O‘z-o‘zidan sinxronlanuvchi oqimli shifrlar**

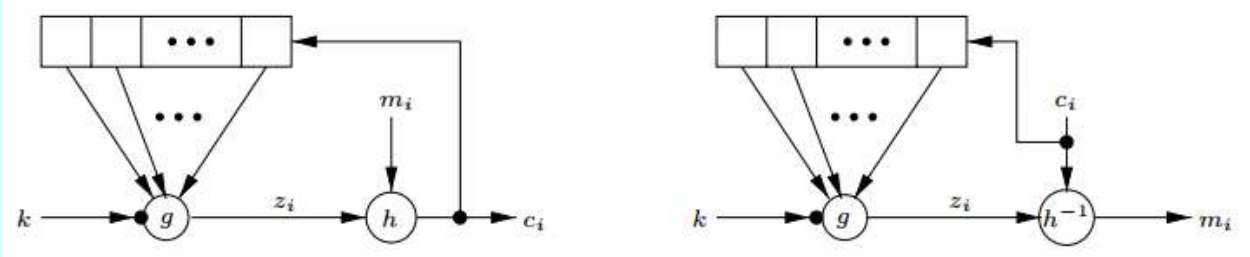
O‘z-o‘zidan sinxronlanuvchi yoki asinxron oqimli shifr bu shunday shifrki, unda kalit oqimi kalit va oldingi shifrlangan belgilar soni bilan cheklangan miqdordagi qiymatlar asosida hosil qilinadi.

Bunday shifrning shifrlash funksiyasi quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:

$$\sigma_i = (c_{i-t}, c_{i-t+1}, \dots \dots, c_{i-1})$$
$$z_i = g(\sigma_i, k)$$
$$c_i = h(z_i, m_i)$$

Bu yerda $\sigma_i = (c_{i-t}, c_{i-t+1}, \dots \dots, c_{i-1})$ maxfiy bo‘lmagan dastlabki holat, kalit $k$, $g$ kalit oqimi $z_i$ ni hosil qiluvchi funksiya, $h$ esa kalit oqimi va ochiq matn $m_i$ ni birlashtirib, shifrlangan matn $c_i$ ni hosil qiluvchi chiqish funksiyasidir.

Shifrlash va deshifrlash jarayonlari 3-rasmda keltirilgan.Hozirda eng ko‘p qo‘llaniladigan o‘z-o‘zidan sinxronlanuvchi oqimli shifrlar blokli shifrlashning 1-bitli teskari aloqa rejimi (cipher feedback mode) asosida qurilgan.




**a)** **b)**

**3-rasm. O‘z-o‘zidan sinxronlanuvchi oqimli shifrlarning a)shifrlash b)deshifrlash modeli**

**O‘z-o‘zidan sinxronlanuvchi oqimli shifrlarning xususiyatlari.**

(i) O‘z-o‘zidan sinxronlanish. Agar shifrlangan belgilar uzatish jarayonida o‘chirib tashlansa yoki kiritilsa ham, o‘z-o‘zidan sinxronlanuvchi shifrlar to‘g‘ri deshifrlashni avtomatik tarzda tiklay oladi, chunki deshifrlash jarayoni faqat oldingi belgilar soni bilan chegaralangan shifrlangan belgilar to‘plamiga bog‘liq


ISSN 3030-3907

bo‘ladi. Sinxronizatsiya yo‘qolgandan keyin ma’lum miqdordagi ochiq matn belgilarini tiklab bo‘lmaydi, lekin undan keyin tizim o‘zini tiklaydi.

(ii) Xatoliklarning cheklangan tarqalishi. Agar o‘z-o‘zidan sinxronlanuvchi oqimli shifr holati t ta oldingi shifrlangan belgiga bog‘liq bo‘lsa, uzatish jarayonida bitta shifrlangan belgi o‘zgartirilsa (yoki o‘chirib tashlansa, kiritilsa), u holda navbatdagi t ta shifrlangan belgining deshifrlanishi noto‘g‘ri bo‘ladi. Shundan so‘ng to‘g‘ri deshifrlash qayta tiklanadi.

(iii) Faol hujumlar (ii)-xususiyatga ko‘ra, faol hujumchi tomonidan shifrlangan belgilarni o‘zgartirish bir nechta belgilarni noto‘g‘ri deshifrlanishiga olib keladi, bu esa sinxron oqimli shifrlarga nisbatan hujumni aniqlash ehtimolini oshiradi. Ammo (i)-xususiyat tufayli, faol hujumchi tomonidan belgilarni kiritish, o‘chirish yoki qayta yuborishni aniqlash sinxron shifrlarga qaraganda qiyinroq bo‘ladi. Bu holat ma’lumotning manbasini tasdiqlash va yaxlitligini ta’minlash uchun qo‘shimcha mexanizmlar zarurligini ko‘rsatadi.

(iv) Ochiq matn statistikasi tarqalishi. Har bir ochiq matn belgisi keyingi barcha shifrlangan belgilarni ta’sir qiladi, shuning uchun ochiq matnning statistik xususiyatlari shifrlangan matn bo‘ylab tarqaladi. Natijada, o‘z-o‘zidan sinxronlanuvchi oqimli shifrlar ochiq matnning takrorlanishiga asoslangan hujumlarga nisbatan sinxron oqimli shifrlarga qaraganda bardoshlirroq bo‘lishi mumkin.

**Sinxron oqimli shifrlash algoritmlarini LFSR asosidagi qurilishi**

Ko‘p sinxron oqimli shifrlar chiziqli qayta bog‘lanishli siljitish registrlari (LFSR -Linear Feedback Shift Registers) ga asoslanadi [6][7]. LFSR bu ketma-ket bitlar generatori bo‘lib, u chiziqli algebra va Galua maydonlari (Finite Fields) nazariyasiga tayanadi [6].

**LFSR ning matematik modeli:**

$$s_{i+t} = c_1 s_{i+t-1} \oplus c_2 s_{i+t-2} \oplus \dots\dots \oplus c_1 s_i$$

Bu yerda $s_i$ registrdagi bitlar holati, $c_i\{0,1\}$ koeffitsientlar, amallar GF(2) (ya’ni mod 2) maydonda bajariladi [6]. Galua maydoni (GF(2)) bu ikkilik arifmetika sohasi bo‘lib, barcha amallar mod 2 da bajariladi [6]:

$$1 + 1 = 0$$
$$1 \times 1 = 1$$
$$1 + 0 = 1$$

Shuning uchun LFSR chiziqli algebra asosida ketma-ket bitlar hosil qiladi [2]. Sinxron oqimli shifrlarning nazariy poydevori quyidagi fanlarga tayanadi:

1. Chiziqli algebra LFSR strukturasini tashkil etuvchi tenglamalar chiziqli rekurrent sistemalardir [6].
2. Galua maydonlari (Finite Fields) barcha amallar GF($2^n$) maydonida bajariladi, bu esa deterministik va periodik xususiyat beradi [6].


ISSN 3030-3907

3. Diskret matematika va avtomatlar nazariyasi oqim ketma-ketligi deterministik avtomat sifatida modellashtiriladi [7].

**1-jadval.**

**Sinxron oqimli shifrlash algoritmlariga misollar**

| Algoritm | Yil | Xususiyat | Qo‘llanilishi |
|---|---|---|---|
| RC4 | 1987 | Dastlabki mashhur oqimli shifr | TLS, WEP |
| Trivium | 2005 | Yengil apparat shifr | IoT |
| Grain v1 | 2006 | Yengil sinxron oqimli shifr | Sensor tarmoqlar |
| Salsa20/ChaCha20 | 2005 | Tez va xavfsiz shifr | TLS 1.3, VPN |

## TAHLIL VA NATIJALAR

Qanday matematik muammolarga asoslangan? Ushbu savolga javob topish oldimizga qo‘yilgan asosiy maqsad bo‘lib belgilandi. Oqimli shifrlarning xavfsizligi quyidagi matematik muammolarga asoslanadi, ular psevdo-tasodifiy generatorlarning bashorat qilib bo‘lmasligini ta'minlaydi:

- Psevdo-tasodifiy sonlar generatsiyasi (PRNG): Kalit oqimi tasodifiy ko‘rinishi kerak, bu esa tasodifiylik testlariga (masalan, NIST SP 800-22) asoslanadi. Muammo: Generatorning davrini va chiziqliligini bashorat qilish qiyinligi.

- Chiziqli teskari aloqa registrlari (LFSR): Ko‘p oqimli shifrlar LFSR ga asoslanadi, ular polinomlar va Galua maydonlari (GF(2)) ustidagi chiziqli algebra muammolariga tayanadi. Muammo: Berlekamp-Massey algoritmi orqali LFSR ni qayta tiklashning murakkabligi (NP-hard yaqin).

- Bir tomonlama funktsiyalar (One-way functions): Ba'zi zamonaviy shifrlar (masalan, ChaCha20) hash funktsiyalarga asoslanadi, ularning teskari hisoblash qiyinligi (preimage resistance) P vs NP muammosiga bog‘liq.

- Diskret logarifm muammosi: Ba'zi shifrlar (masalan, Blum-Blum-Shub) bu muammoga asoslanadi, lekin oqimli shifrlarda kamroq ishlatiladi. Ilmiy asos: Bu muammolar kriptografiyaning asosiy postulatlaridir, Rivest va boshqalar tomonidan ishlab chiqilgan. Oldingi maqolalarda eSTREAM tanlovida golib bo‘lgan algoritmlar tahlil qilingan va ulardan bir nechtasi tanlab olindi va tahlil qilish uchun 1-jadvalda keltirildi.


ISSN 3030-3907

**1-jadval.**

**Oqimli shifrlash algoritmlar tahlili**

| Algoritm nomi | Tur | Matematik asos | Ilmiy tavsif |
|---|---|---|---|
| RC4 | Sinxron | LFSR va permutatsiyalar | Ron Rivest tomonidan ishlab chiqilgan, 256 baytlik S-box ga asoslanadi. Xavfsizligi psevdo-tasodifiy permutatsiyalarning bashorat qilish qiyinligiga bog‘liq. |
| A5/1 | Sinxron | Bir nechta LFSR registrlari | GSM telefonlarida ishlatiladi, 3 ta LFSR (19, 22, 23 bit) dan iborat. Matematik asos: Chiziqli algebra va Berlekamp-Massey algoritmi. |
| Salsa20 | Sinxron | ARX operatsiyalari (Add-Rotate-XOR) | Daniel Bernstein tomonidan ishlab chiqilgan, 32-bit so‘zlar ustidagi arifmetik operatsiyalarga asoslanadi. |
| ChaCha20 | Sinxron | ARX va kvartet operatsiyalari | Salsa20 ning takomillashtirilgan versiyasi, Bernstein tomonidan. Matematik asos: Katta sonlar ustidagi modul arifmetikasi va psevdo-tasodifiylik. |
| Grain | Sinxron | LFSR va NLR (Non-Linear Feedback | eSTREAM loyihasida tanlangan, 80-bit kalit. Asos: Chiziqli va chiziqsiz filtrlar, Berlekamp-Massey ga qarshilik |



ISSN 3030-3907

## XULOSA

IoT texnologiyalarining keng qo‘llanilishi bilan birga, yengil, xavfsiz va samarali shifrlash algoritmlariga ehtiyoj keskin ortmoqda. Oqimli shifrlash algoritmlari ushbu talabni qondiruvchi eng maqbul yechimlardan biri bo‘lib, ularning asosiy ustunligi yuqori tezlik, kam resurs sarfi va real vaqtli ishlash imkoniyatidir. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki:

- Sinxron oqimli shifrlar (Trivium, Grain, ChaCha20) IoT qurilmalarida samarali ishlaydi, biroq sinxronizatsiya buzilishi xavfi mavjud.
- O‘z-o‘zidan sinxronlanuvchi shifrlar (masalan, CFB rejimidagi modellarga asoslanganlar) xatoliklarni cheklangan tarzda tarqatadi va uzatishdagi uzilishlardan tez tiklanadi.
- LFSR va Galua maydoni nazariyasiga asoslangan shifrlar (Grain, A5/1) oddiy apparat strukturasiga ega, ammo chiziqli kriptoanalizga nisbatan zaifliklar mavjud.
- ARX operatsiyalariga asoslangan algoritmlar (Salsa20, ChaCha20) kuchli tasodifiylik va yuqori xavfsizlikni ta’minlaydi, shuning uchun ular zamonaviy internet protokollarida keng qo‘llanmoqda. Shu asosda, IoT tizimlari uchun oqimli shifrlash algoritmlarini tanlashda quyidagi mezonlar muhim:

- energiya samaradorligi,
- apparat soddaligi,
- kriptotahlilga bardoshlilik,
- kalit va IV boshqaruvi.

Kelgusi tadqiqod ishlarimda oqimli shifrlarni matematik asoslarini (PRNG, LFSR, ARX) yanada optimallashtirish, ularni gibrid autentifikatsiya mexanizmlari bilan integratsiya qilish IoT xavfsizligini oshirishda muhim ilmiy yo‘nalish bo‘lib qoladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YHATI

1. Armknecht, F., & Krause, M. (2003). Algebraic attacks on combiners with memory. *In D. Boneh (Ed.), Advances in Cryptology – CRYPTO 2003: 23rd Annual International Cryptology Conference, Santa Barbara, California, USA, August 17–21, 2003. Proceedings* (pp. 162–176). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-45146-4_10

2. Katz, J., & Lindell, Y. (2020). Introduction to modern cryptography (3rd ed.). CRC Press. Preneel, B. (2013). Stream ciphers and their applications. Springer. Stinson, D. R. (2018). Cryptography: Theory and practice (4th ed.). CRC Press. The eSTREAM Project. (2011). The eSTREAM portfolio. European Network of Excellence in Cryptology II (ECRYPT II). https://www.ecrypt.eu.org/stream/

3. Menezes, A. J., van Oorschot, P. C., & Vanstone, S. A. *Handbook of Applied Cryptography*. CRC Press, 1996. https://cacr.uwaterloo.ca/hac/



ISSN 3030-3907

4. Stallings, W. *Cryptography and Network Security: Principles and Practice.* 8th Edition, Pearson, 2020.
5. De Canniere, C., & Preneel, B. “Trivium Specifications.” *eSTREAM Project Report*, 2005.
6. Hell, M., Johansson, T., & Meier, W. “Grain - a stream cipher for constrained environments.” *International Journal of Wireless and Mobile Computing*, 2(1), 86–93 (2007).
7. Bernstein, D. J. “The Salsa20 family of stream ciphers.” *New Stream Cipher Designs*, Springer, 2008


ISSN 3030-3907

# YARIMO‘TKAZGICHLI TUZULMALAR MIKROTUZULMASINI O‘RGANISH USULI

**I.I. Anarboyev**
*Andijon davlat texnika instituti*
*E-mail: iqboljon.anarboyev@mail.ru*

**Annotatsiya:** Yupqa plenkali yarimo‘tkazgichli quyosh elementlariga qo‘yiladigan talablar boshqa elektron va optoelektron asboblarga nisbatan ancha sodda: optik nurlanishni yutish koeffisienti katta bo‘lgan bazaviy qatlamga ega bo‘lishi kerak; geteroo‘tish hosil qilish uchun keng zonali n-tip qatlamga ega bo‘lishi kerak; qatlamlar samarali zaryad yig‘ishni ta’minlashi kerak; ishonchli omik kontaktlarga ega bo‘lishi kerak.

**Kalit so‘zlar:** Yupqa plenka, yarimo‘tkazgich, quyosh elementlari, geteroo‘tish, omik kontakt.

**Аннотация:** Требования к тонкоплёночным полупроводниковым солнечным элементам значительно проще, чем к другим электронным и оптоэлектронным приборам: они должны иметь базовый слой с высоким коэффициентом оптического поглощения; широкозонный n-слой для формирования гетероперехода; слои должны обеспечивать эффективный сбор заряда; должны иметь надёжные омические контакты.

**Ключевые слова:** Тонкая плёнка, полупроводник, солнечные элементы, гетеропереход, омический контакт.

**Abstract:** The requirements for thin-film semiconductor solar cells are much simpler than for other electronic and optoelectronic devices: they must have a base layer with a high optical absorption coefficient; they must have a wide-gap n-type layer to form a heterojunction; the layers must provide efficient charge collection; they must have reliable ohmic contacts.

**Keywords:** Thin film, semiconductor, solar cells, heterojunction, ohmic contact.

## Kirish

Spektroskopik ellipsometriya ko‘rinish nurlarini yupqa plenkali metrologiyaga qo‘llash bo‘lib, 1830 yilda kashf etilgan. Interferometriya va reflektometriya kichik qalinlikdagi shaffof jismlarni tadqiq qilishda asosiy usul hisoblangan. 1889 yilda Drude bu ikki usulga qutblangan nurlarni qo‘llashni tavsiya etgan. Hozir bu ellipsometriya deyiladi. Birinchi ellipsometrlarda boshlang‘ich nuqtanni topish uchun inson ko‘zi ishlatilgan. Fotoko‘paytirgich trubkalar, lazerlar, to‘lqin optikasi va zamonaviy tezkor kompyuterlarning yaratilishi ellipsometrik tadqiqotlarning takrorlanishi, aniqligi va tezligini sezilarli darajada oshirdi[1-2].

## ADABIYOTLAR TAXLILI



ISSN 3030-3907

Ellipsometriya metodi turli soxalar (qo‘llanishlar) uchun juda ko‘p konfiguratsiyalar olishga imkon beradi. Aniq to‘lqin uzunlikka ega bo‘lgan ellipsometriya metodlari mikroelektronika sanoatida keng qo‘llaniladi. Real vaqt rejimida ishlovchi ko‘p kanalli spektroskopik ellipsometrlar mikroelektronika va modellashtiruvchi dasturiy ta’minotning rivojlanishi bilan yarimo‘tkazgichlarning xaraktiyeristikalari bilan shug‘ullanuvchi ilmiy laboratoriyalarda keng ommalashdi. Bu ellipsometrlar hozirgi kunda yupqa plenkali fotovoltaik sanoatda texnologik jarayonlarni nazorat qilishda keng qo‘llanilmoqda[2-3].

## TADQIQOT USULI

Shunga qaramay, ishonchli yupqa plenkalar ishlab chiqarish texnologiyasiga quyidagi omillar salbiy ta’sir ko‘rsatadi: donalar chegarasi rekombinatsiya, toko‘tish va diffuziya-segregatsiya jarayonlariga salbiy ta’sir etadi. Bu ta’sirlarni tushunish uchun lokal zaryad holatlari ximiyaviy profillarni o‘rganish zarur. Yupqa plenkalardagi nuqtaviy nuqsonlar tabiati oxirigacha o‘rganilmagan. Yarimo‘tkazgichli strukturalar olishning standart metodlarida o‘tkazuvchanlik tipi va maydon profillari yaxshi o‘rganilgan kirishmalarni legirlash orqali beriladi. Yupqa plenkali quyosh elementlarida esa bu empirik amalga oshiriladi, stabillikning yomonlashishiga olib keladi. Quyosh elementlarini tayyorlashda har bir qatlamning kristall strukturasi, ximiyaviy tarkibi, optik va elektrik xossalari aniq tasavvur qilish muxim ahamiyatga ega[3]. Tayyorlanayotgan quyosh elementlari sifatini baholash uchun qator optik, elektrik, va rentgen o‘lchashlarni bajarishga to‘g‘ri keladi. Bu o‘lchashlar asosiy fotovoltaik o‘lchashlar va o‘stirish jarayonlaridan ajralmagan holda olib borilishi kerak. Quyida yupqa plenkalar misolida yarimo‘tkazgichlarning elektrofizik hususiyatlarini o‘rganishning ayrim metodlari ko‘rib chiqiladi.

SPM-na’munalar sirtini va elektrofizik parametrlarini zondlar yordamida o‘rganuvchi metodlarning umumiy nomidir. Zond va na’muna orasidagi o‘zaro ta’sir turiga qarab SPM ning tipi aniqlanadi. Bu metodlarning ajratish qobiliyati 1 Å gacha bo‘lib, zond geometriyasi va na’muna sirtining xarakteriga bog‘liq[4].

## TAHLIL VA NATIJALAR

Birinchi SPM-metod skanirlovchi tunnel mikroskopiya (STM) deb atalgan va zond-taglik orasidagi tokni o‘lchashga asoslangan. Na’muna sirti va zond orasiga qo‘yilgan potentsiallar farqi hisobiga tunel tok yuzaga keladi va u zond uchi va sirt orasidagi masofga eksponentsial bog‘langan bo‘ladi. Zond sifatida egovlangan metall o‘tkazgich ishlatiladi (W, Mo yoki Pt/Ir qotishmasi). Sirt tasviri zond harakatlanganda tokning o‘zgarishi orqali olinadi. Tunnel tokning yuqori sezgirligi bu metod yordamida atom o‘lchamida tasvir olishga imkon beradi. Lekin bumetod faqat metallar va yarimo‘tkazgichlar sirtini o‘rganishga imkon beradi, chunki zond va sirt orasida tok yuzaga kelishi kerak[5].


ISSN 3030-3907

Ikkinchi SPM-metod atomli kuchli mikroskopiya (AFM) deb ataladi, u zond uchi va sirt orasidagi o‘zaro ta’sir kuchini aniqlash orqali yuza sirtini tasvirlashga asoslangan. AFM zondi qalinligi 1 mkm, kengligi 40 mkm, uzunligi 100-400 mkm bo‘lgan konsoldan iborat. Keyingi yillarda AFM metodga asoslangan nanostrukturalarni o‘rganishga bag‘ishlangan qirqdan ortiq metodikalar ishlab chiqilgan[6].

Kristallarda rentgen nurlari difraktsiyasi kristall strukturasi va fazaviy tuzilishini aniqlashda eng asosiy usullardan biridir. Bu usulning asosida o‘lchamlari tushuyogan nur to‘lqin uzunligi tartibida bo‘lganda difraktsiya xodisasini o‘rganish yotadi. Rentgen nurlari difraktsiyasi Breg tenglamasiga bo‘ysunadi. Odatda rentgen nurlanishi manbai sifatida 1.542 Å to‘lqin uzunlikka ega bo‘lgan mis rentgen trubkasi ishlatiladi. Olingan rentgenogramma asosida d bog‘liklik jadvali tuziladi. Kristall panjara tipi aniqlangach, jadval asosida nuqsonlar aniqlanadi. Shuningdek, rentgen tadqiqotlari plenka qalinligini aniqlashga ham imkon beradi.

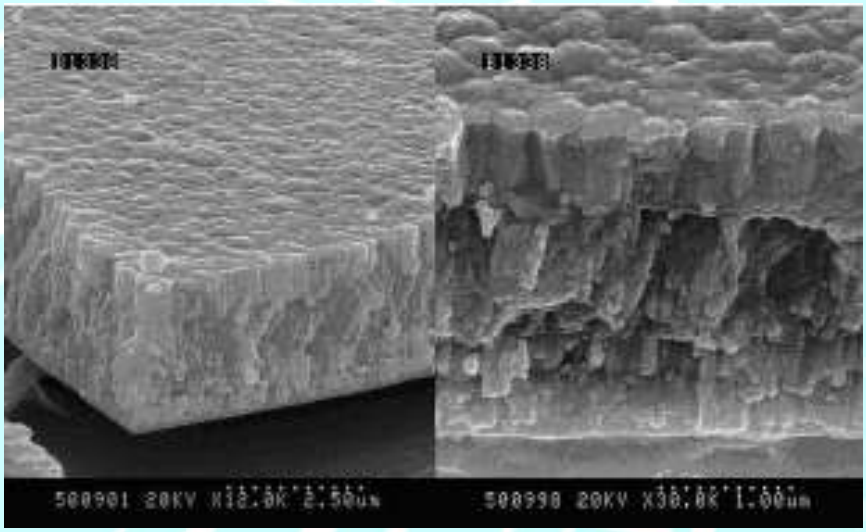
Shunday qilib, rentgen tadqiqotlari na’munalarning kristall strukturasi, fazovaty tarkibi va qalinligini ainqlashda ishlatiladi[7].

Materiallarning elektron mikroanalizi asosida tez elektronlar bilan hosil qilinuvchi xarakteristik rentgen nurlari yordamida qayd qilish va o‘lchash yotadi. U elementlar tarkibini aniqlash va miqdoriy tahlil qilish uchun ishlatiladi. Bu analizning asosini fokuslangan elektronlar oqimi yordamida na’muna sirtidagi kichik soxalarda uyg‘onishlarni qayd qilishdir. Bu uyg‘onishlar hajmi mikron tartibida bo‘ladi. Elektronlar oqimi material tarkibining gorizontal taqsimotini tasvirlashi mumkin. Turli materiallar plenkalarrining elementlar tarkibi «Cameca-MBX», «JEOL-6400» va«Stereoscan-360» rentgen mikroanalizatorlari va AN 10000 spektrometri yordamida amalga oshiriladi. (Link Analitic, Velikobritaniya), ajratish qobiliyati 1 $mkm^3$ va aniqligi 4 %. Bu usulda birlamchi rentgen nurlari yoki elektronlar oqimi na’munaga tushib, uning atomlaridagi elektronlarni siqib chiqaradi va vakansiyalar hosil qiladi. Elektronlar tomonidan hosil qilingan nurlanishlar yarimo‘tkazgichli detektorlarda elektr signallarga aylantiriladi va qayta ishlash uchun EHMga uzatiladi, u yerda esa na’munaning ximiyaviy tarkibihaqida ma’lumotlar aniqlanadi.

SEM-o‘lchashlar olib borish uchun yuzdan bir mikrongacha ajratish qobiliyatiga ega bo‘lgan elektron mikrofotolar oluvchi elektron mikroskoplar ishlatiladi.

Skanirlovchi elektron mikroskopiya plenka sirti morfologiyasi, donlar o‘lchamlari va turli qatlamlar mikrostrukturasini baholashga imkon beradi. Buni amalga oshirish uchun elektron pushka va elektromagnit yig‘uvchi linzalar yordamida elektron oqimi hosil qilinadi va tezlashtiriladi[8].


ISSN 3030-3907



**1-rasm. Mo/Cu(In,Ga)$(Se)_2$/CdS/ZnO shisha strukturasining SEM tasviri.**

Kristallar, plenkalar va qattiq eritmalarning optik xossalari yutilish soxasida yetarlicha o‘rganilgan. Optik xossalar (man qilingan zona kengligi, zonalar aro o‘tish tipi va h.k) haqida ma’lumotlar turli usullar bilan olingan va bir-birlariga qarama qarshidir. Bu plenkalarning tarkibi va olinish texnolgiyalari bilan bog‘liq. Optik xossalarni tadqiq qilishda n va k optik doimiylar dispersiyasini o‘rganish eng ishonchli usullardan biridir, bu plenkalarning zonaviy tuzilishi haqida to‘liq ma’lumotlar olishga imkon beradi.

Bu usul plenkaga tushayotgan nurlanishning interferentsiyasini o‘rganishga asoslangan. n va k optik doimiylarni aniqlash uchun o‘tkazish va qaytarish koeffisientlarini aniqlash orqali amalga oshiriladi. Bunda n va k optik doimiylarning haqiqiy va mavxum qismlari, o‘tkazish va qaytarish koeffisientlari orasidagi bog‘lanish murakkab transtsendent tenglamalarga olib keladi va ular EHMlar yordamida maxsus sonli usullar asosida yechiladi.

Polikristall ko‘p qatlamli fotovoltaik qurilmalarda donlar o‘lchami bir necha nanometrdan yuzlab msikrometrgacha boradi. Qatlamlarning qalinligi ham shu chegarada o‘zgaradi. Donalar chegaralari va o‘tish chegralari bilan bog‘liq effektlar (sirtiy rekombinatsiya, segregatsiya, interdiffuziya) yupqa plenkalarning tadqiqot diapazonini belgilaydi.

Yuqori energetik elektron zondlar yordamida mikrometrdan nanometrgacha ajratish qobiliyatiga ega bo‘lgan shulalanuvvchi elektron mikroskopiya yupqa plenkalarni tadqiq qilishda qo‘llanilgan. Energetik yo‘qotishlar spektroskopiyasi va energo dispertsion spektroskopiya qo‘shilishi bilan shulalanuvvchi elektron mikroskopiya analitik shulalanuvvchi elektron mikroskopiya polikristall ko‘p qatlamli strukturalarning tarkibi va ximiyaviy xarakteristikalarini tahlil qilishda eng ishonchli usullardan biriga aylandi.

Ma’lumki, quyosh elementlarining sifati bazaviy materialning fazoviy bir jinsliligiga sezilarli bog‘liq. Bazaviy materialda fazoviy nobirjinsliliklarning

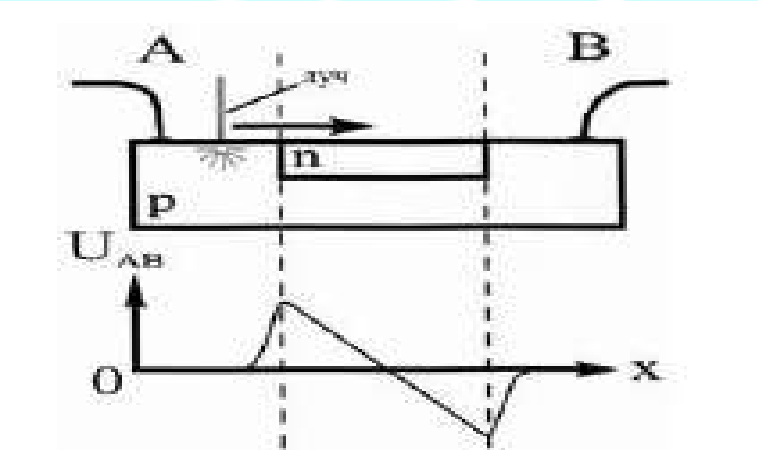


ISSN 3030-3907

(qattiq eritma tarkibida, zaryad tashuvchilar kontsentratsiyasida, nuqsonlar zichligida va h.k.) mavjudligi QE xarakteristikalarining pasayishiga, yaroqli elementlar kamayishiga olib keladi. Shuning uchun bazaviy material parametrlarini fazoviy ajrata oluvchi o‘lchashlar yuqori samarali fotoo‘zgartirgichlar yasashda juda muxim ahamiyatga ega. Skanirovchi lazer mikroskopiyasi metodining ishlash prinsipi yarimo‘tkazgich materilaning nobirjinsli qatlamini lokal yoritishda fotoEYuK yuzaga kelishiga asoslangan. Agar fotonlar energiyasi yarimo‘tkazgichning taqiqlangan zonasi kengligidan katta bo‘lsa, yoritilgan joyda elektron-kovak juftligi generatsiyalanadi.

Faraz qilaylik na’muna yupqa plenkadan, ya’ni ikki o‘lchamli modeldan iborat. Nomuvozanatli elektronlar va kovaklar yoritish joyidan barcha tomonlarga diffuziyalanadi. Faraz qilaylik, diffuziya uzunligidan kam masofalarda elektr maydon yuzaga kelsin. U xolda elektronlar va kovaklar ajraladi va butun hajmda nomuvozantli zaryad tashuvchilar taqsimotidagi radial simmetriya buziladi. Umumiy holda ixtiyoriy ikki nuqta orasidagi potentsiallar farqi noldan farqli bo‘ladi. Uning qiymati hosiol bo‘lgan elektr maydonidan o‘lchanayotgan nuqtagacha bo‘lgan yo‘nalish va zaryad qiymati bilan aniqlanadi. Bu effekt LBIC nomini olgan (Laser-Beam Induced Current). Na’munadagi harakatsiz kontaktlar va harakatdagi nurlanishlar orasidagi signalning xarakterini planar p-n-o‘tish asosida tushunish mumkin. Soddalik uchun bir o‘lchamli modelni olamiz. Faraz qilaylik, na’muna bir jinsli legirlangan r-tip materialga bir jinsli legirlangan n-tip materialdan tashkil topgan. Na’muna n-soxa chapidan yoritilganda o‘tish chegarasiga yetib borgan elektronlar n-soxa ichiga elektr maydon tomonidan tortiladi. Kovaklar o‘z yo‘lida potentsial to‘siqqa duch keladi. Fazoviy ajralgan zaryadlar A va V kontaklar orasida potentsiallar farqini yuzaga kelitiradi (2-rasm). Zaryad tashuvchilar o‘ztish chegarasiga yaqinlashgan sari potentsiallar favrqi ortib boradi va nur chegarada bo‘lganda maksimumga erishadi. Nur n-soxa markazini yoritganda elektronlar va kovaklarning fazoviy taqsimoti bir xil va ular bir-birlarini kompensatsiyalaydi, natijada LBIC signal nolga teng bo‘ladi. O‘tish chegarasiga o‘ng tomondan yaqinlashganda ham signal ortib boradi, lekin ishorasi qarama-qarshi bo‘ladi. Shunday qilib, planar p-n-o‘tishni LBIC signal bilan skanirlaganda ikki qutbli signal hosil bo‘ladi. Bu misol LBIC metodning ishlash prinsipini tushunishga imkon beradi.


ISSN 3030-3907




**2-rasm. Planar p-n-o‘tishni LBIC signal bilan skanirlaganda hosil bo‘ladigan signal profili.**

LBIC metod yarimo‘tkazgichlardagi nafaqat chiziqli, balki tangensial nobirjinsliliklarni ham qayd qilishga imkon beradi. Bundan tashqari LBIC metod asosiy bo‘lmagan zaryad tashuvchilarning yashash vaqtlari kamayishini qayd qilishga ham imkon beradi.

**XULOSA**

Bu oqim na’muna bilan o‘zaro ta’sirlashganda ikkilamchi elektronlar generatsiyalanadi va ular musbat zaryadlangan to‘rga tortilib, undan o‘tadi hamda stsintillyatorga tushadi va fotonlar nurlantirib yutiladi. Stsintillyatorda nurlangan fotonlar svetovod orqali o‘tib fotoko‘paytirgich katodiga tushadi, bu yerda ikkilamchi elektronlarda yo‘qotilgan energiya fotoelektronlarga aylanadi. Oxirgi kuchaytirilgan signal fotoko‘paytirgich anodida yig‘iladi va kuchlanish pulsatsiyalari hosil bo‘ladi. Bu pulsatsiyalar displeyda na’muna sirtining tasvirini hosil qiladi. Skanirlovchi elektron mikroskopiyaning ajratish qobiliyati yuzdan bir mikrongacha boradi.

**ADABIYOTLAR**

1. M. S. Saidov, B. M. Abdurakhmanov, and L. O. Olimov. // Applied Solar Energy 2007, vol. 43. 4, p.203÷207.

2. Саидов А.С., Лейдерман А.Ю., Маншуров Ш.Т. Особенности поликристаллического кремния, полученного пятикратной переплавкой на солнечной печи. // Гелиотехника, 2010, №2, 35-38.

3. PatentUz IAP 0561. **Termoelektrik material va uni tayyorlash usuli** 29.06.2018. Byul., № 6. B.M. Abduraxmanov, M.M. Adilov. M.X. Ashurov. va boshqalar.

4. Patent FAP20190154 25.02.2021. Granulalangan yarimo‘tkazgichli termoelektrik materiallar tayyorlash usuli Olimov L.O., Anorboev I.I., Mamirov A., Omonboev F.L., Omonboeva M.L.



ISSN 3030-3907

5. L.O. Olimov, I.I. Anarboyev. Some electrophysical properties of polycrystalline silicon obtained in a solar oven // Silicon. Springer Nature Published: 27 January 2022 volume 14, p.p 3817–3822(№11 Springer, Impact Factor 2,941 )

6. L.O. Olimov, I.I. Anarboyev. Some electrophysical properties of polycrystalline silicon obtained in a solar oven // Silicon. Springer Nature Published: 27 January 2022 volume 14, p.p 3817–3822(№11 Springer, Impact Factor 2,941 )

7. L.O. Olimov, I.I. Anarboyev, A.M. Mamirov Granullangan yarimutkazgichli termoelektrik materiallar tayyorlash usuli // Uzbekistan Respubliki Fanlar akademyasining maruzalari // 2020 y. №4, bet.20 -24. (№7)

8. L.O.Olimov, I.I.Anarboyev, Issledovaniye mikrostrukturi i elektricheskix svoystv kremniya, poluchennogo chastichnim nagrevom solnechnogo izlucheniya // Andijon Davlat Universiteti Ilmiy Xabarnoma fizika – matematika tatqiqotlari 2021. V 3.I 2 pp 43-47.(№13)



ISSN 3030-3907

# 2-SELENO-5,7-DIMETIL PIRIDO (2,3-D) PIRIMIDINON-4 NI Co(II), Ni(II) VA Cu(II) TUZLARI BILAN KOMPLEKS BIRIKMALARI SINTEZI VA TADQIQOTI

**Norqobilov Mirtemir Elboy o‘g‘li**
***Magistr, Qarshi davlat universiteti***
**Yakubov Erkin Shomuratovich**
***k.f.n., professor, Qarshi davlat universiteti***
***E-mail: erkinyakubov084@gmail.com***

**Annotatsiya:** Ushbu maqolada Co(II), Ni(II) va Cu(II) tuzlarini 2-seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 bilan kompleks birikmalarini sintez usullari hamda sintezlashning muqobil sharoitlari (spirtli muhitda, pH=9-10, T=50ºC) keltirilgan. Tadqiqot davomida esa, sintez qilingan kompleks birikmalarning elektr o‘tkazuvchanligi o‘rganilib, kam elektr o‘tkazuvchan ekanligi (14÷18 $sm^{-1}\cdot om^2\cdot mol^{-1}$) aniqlangan.

Kompleks birikmalarning tarkibini o‘rganishda elementga analiz usulidan foydalanilgan. Analiz natijasiga ko‘ra Me:L=1:2 nisbatda ekanligi ya’ni kobalt(II), nikel(II) va mis(II) tuzlarini 2–seleno–5.7–dimetil pirido [2.3-d] pirimidinon–4 bilan 1:2 tarkibli oddiy ligandli kompleks birikmalar hosil qilishi aniqlangan.

Kompleks birikmalarda ligand markaziy ion bilan to‘rt xalqali metallosikl hosil qilgan holda, uchinchi holatdagi azot va to‘rtinchi holatdagi kislorod orqali bidentant koordinatsiyaga uchrayotganligi o‘rganilgan.

Sintez qilingan $Cu(SePP)_2\cdot H_2O$ tarkibli kompleks birikma kvadratli piramida tuzilishida, $Co(SePP)_2\cdot 2H_2O$ va $Ni(SePP)_2\cdot 2H_2O$ tarkibli kompleks birikmalar esa, oktaedrik tuzilishda ekanligi kompleks birikmalarning elektr o‘tkazuvchanligini o‘rganish, elementga analiz, IQ – spektri hamda EPR - spektrlaridan olingan ma’lumotlar asosida tahlil qilingan va struktura formulalari taklif etilgan.

**Kalit so‘zlar**: 2-Seleno–5,7–dimetil pirido-[2,3-d] pirimidinon-4, ligand, kvadratli piramida, elektrodonor atom, bidentat birikish, infraqizil - spektroskopyasi, elektron paramagnit rezonansi - spektroskopyasi, oddiy ligandli kompleks birikmalar, koordinatsiya, markaziy ion, oktaedr.

**Аннотация:** В данной статье представлены методы синтеза комплексных соединений солей Co(II), Ni(II) и Cu(II) с 2-селено-5,7-диметилпиридо(2,3-d)пиримидиноном-4 и оптимальные условия синтеза (в спиртовой среде, pH=9-10, T=50ºC).

В ходе исследований изучена электропроводность синтезированных комплексных соединений и установлено, что они обладают низкой электропроводностью (14÷18 $см^{-1}\cdot ом^2\cdot моль^{-1}$). Для изучения состава комплексных соединений использовался метод элементного анализа.



ISSN 3030-3907

Результаты анализа показали, что соотношение Me:L=1:2, что означает, что соли кобальта(II), никеля(II) и меди(II) образуют комплексные соединения с 2–селено–5,7–диметилпиридо[2,3-d]пиримидиноном–4 с лигандом состава 1:2.

Изучено, что в комплексных соединениях лиганд претерпевает бидентатную координацию через азот в третьем положении и кислород в четвертом положении, образуя с центральным ионом четырехкольцевой металлоцикл. Синтезированное комплексное соединение, содержащее $Cu(SePP)_2 \bullet H_2O$, имеет квадратно-пирамидальную структуру, а комплексные соединения, содержащие $Co(SePP)_2 \bullet 2H_2O$ и $Ni(SePP)_2 \bullet 2H_2O$, имеют октаэдрическую структуру.

Изучена электропроводность комплексных соединений, проанализированы элементный анализ, данные ИК-спектров и спектров ЭПР, предложены структурные формулы.

**Ключевые слова**: 2-Селено–5,7–диметилпиридо-[2,3-d]пиримидинон-4, лиганд, квадратная пирамида, атом донора электронов, бидентатная связь, инфракрасная спектроскопия, электронный парамагнитный резонанс - спектроскопия, комплексные соединения с простыми лигандами, координация, центральный ион, октаэдр.

**Abstract:** This article presents methods for the synthesis of complex compounds of Co(II), Ni(II) and Cu(II) salts with 2-seleno-5,7-dimethylpyrido(2,3-d)pyrimidinone-4 and optimal synthesis conditions (in an alcohol medium, pH=9-10, T=50°C). During the research, the electrical conductivity of the synthesized complex compounds was studied and it was found that they have low electrical conductivity ($14 \div 18$ $cm^{-1} \cdot ohm^{2} \cdot mol^{-1}$).

To study the composition of complex compounds, the method of elemental analysis was used. The results of the analysis showed that the ratio Me:L=1:2, which means that the salts of cobalt(II), nickel(II) and copper(II) form complex compounds with 2-seleno-5,7-dimethylpyrido[2,3-d]pyrimidinone-4 with a simple ligand of the composition 1:2.

It has been studied that in complex compounds the ligand undergoes bidentate coordination through nitrogen in the third position and oxygen in the fourth position, forming a four-ring metallocycle with the central ion. The synthesized complex compound containing $Cu(SePP)_2 \bullet H_2O$ has a square-pyramidal structure, and the complex compounds containing $Co(SePP)_2 \bullet 2H_2O$ and $Ni(SePP)_2 \bullet 2H_2O$ have an octahedral structure.

The electrical conductivity of complex compounds was studied, elemental analysis, IR and EPR spectral data were analyzed, and structural formulas were proposed.



ISSN 3030-3907

**Keywords**: 2-Seleno–5,7–dimethylpyrido-[2,3-d]pyrimidinone-4, ligand, square pyramid, electron donor atom, bidentate bond, infrared spectroscopy, electron paramagnetik resonance spectroscopy, komplex compounds with simple ligands, koordination, central ion, octahedron.

**Kirish**

Ma’lumki, biologik faol bo‘lgan organik birikmalar tarkibida biometallarni kiritilishi ularni nafaqat zararli tomonlarini kamaytiribgina qolmasdan balki, ko‘pgina hollarda biolognik faolligini oshiradi yoki yangi biologik xususiyatlarni namoyon qiladi. Shuning uchun yangi, yuqori effektli biopreparatlarni sintezlash va ularni zamonaviy usullar yordamida o‘rganish hozirgi kunda dolzarb hisoblanadi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi o‘rganilmagan 2-seleno–5,7–dimetil pirido-[2,3-d] pirimidinon-4 ni Co(II), Ni(II) va Cu(II) tuzlari bilan koordinatsion birikmalarini sintezlash. Tadqiqotning vazifalari esa, sintez qilingan koordinatsion birikmalarni tarkibi va fazoviy tuzilishlarini zamonaviy usullar (elektr o‘tkazuvchanligini o‘rganish, elementga analiz, IQ – spektri hamda EPR – spektrlari)dan olingan ma’lumotlar asosida tahlil qilish va struktura formulalari taklif etishdan iborat.

**ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR**

Hozirgi kunda biologik faol bo‘lgan tuzilishi va xossalari jihatidan katta farq qiladigan, o‘zida elektrodonor atomlar tutgan hamda koordinatsion birikmalar hosil qilishga moyil bo‘lgan ko‘plab organik va noorganik ligandlar mavjud bo‘lib, ularning eng muhim sinflaridan biri xinazolon–4 va uning hosilalari hisoblanadi.

Xinazolon–4 va uning hosilalari qatorida gerbitsid, fungitsid, bakteritsid va farmakologik xususiyatlarni namayon qiluvchi ko‘plab faol birikmalar aniqlangan. Masalan, 2-metilxinazolon–4 nerv sistemasini tinchlantiruvchi, haroratni tushiruvchi preparat sifatida metakvolon va ortonal yoki motonol nomi bilan tibbiyotda ishlatilmoqda [1]. Karboksimetilaminoxinazolon–4 paxta viltiga qarshi, uning kompleks birikmalari esa bo‘g‘doy zang kasalliklariga qarshi 80%, zararli nematod chuvalchanglariga qarshi 80-100 % faol ekanligi aniqlangan [2].

Xinazolon-4 va uning hosilalarini sintezi, ularning fizik-kimyoviy hamda biologik xususiyatlari haqida bir qancha ishlar bajarilgan va jurnallarda maqolalar e’lon qilingan bo‘lsada, ularning koordinatsion birikmalari kam o‘rganilgan. Ayniqsa, xinazolon-4 ning hosilasi 2-seleno–5,7–dimetil pirido-[2,3-d] pirimidinon-4 ning koordinatsion birikmalari o‘rganilmagan. Shuning uchun 2-seleno–5,7–dimetil pirido-[2,3-d] pirimidinon-4 ni Co(II), Ni(II) va Cu(II) tuzlari bilan koordinatsion birikmalarini sintezlash hamda ularni tarkibi va tuzilishlarini zamonaviy usullarda o‘rganish katta ahamiyatga egadir.



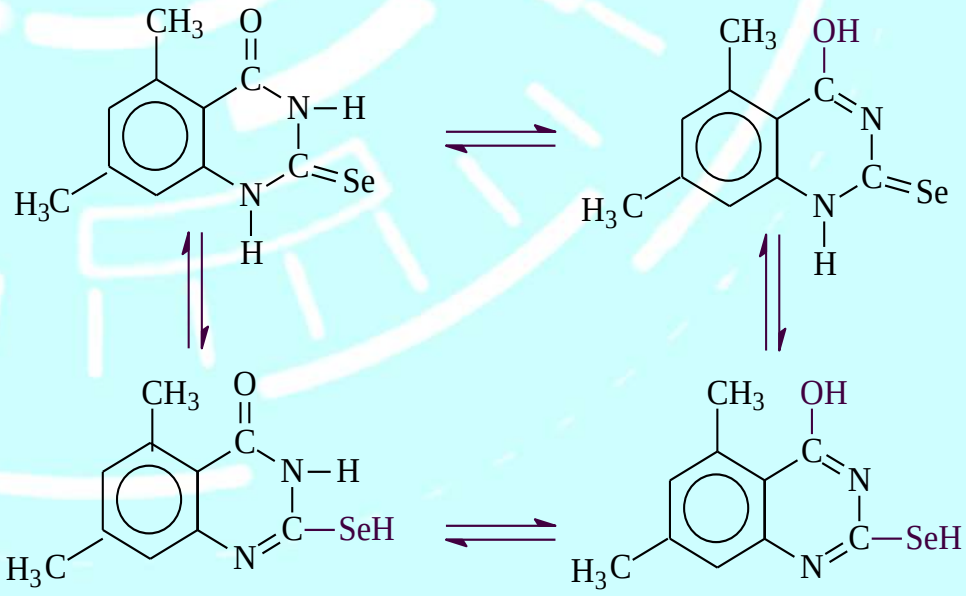
ISSN 3030-3907

2-Seleno–5,7–dimetil pirido-[2,3-d] pirimidinon-4 (SePP) tarkibida 2 ta azot, kislorod va selen tutgan, kuchli kompleks hosil qiluvchi ligand hisoblanadi. Shuning uchun 2-Seleno–5,7–dimetil pirido-[2,3-d] pirimidinon-4 ni d-metallar bilan kompleks birikmalarini sintezlash, ligand tarkibidagi qaysi donor atomlari orqali markaziy ion bilan koordinatsion bog‘ hosil qilishini aniqlash, yangi sintez qilingan kompleks birikmalarni fizik-kimyoviy xossalarini hamda biologik faolliklarini zamonaviy usullar yordamida o‘rganish katta ahamiyatga egadir.

**NATIJALAR VA MUHOKAMA**

2-Seleno–5,7–dimetil pirido-[2,3-d] pirimidinon-4 - sariq kristall modda bo‘lib, oddiy erituvchilarda qiyin eriydi. Sintez qilingan kompleks birikmalari esa, organik erituvchilarda ligandga nisbatan yaxshi eriydi.

2-Seleno–5,7–dimetil pirido-[2,3-d] pirimidinon-4 (SePP) tarkibidagi harakatchan vodorodlar hisobiga eritmada bir necha xil toutomerik holatlarda bo‘lishi mumkin [1]:



Shuning uchun SePP larni kompleks birikmalarini o‘rganish juda qiziq, chunki u metallar bilan har xil koordinatsiyaga uchrab, turli tarkibli va tuzilishli kompleks birikmalarni hosil qilishi mumkin.

**$Co(SePP)_2 \cdot 2H_2O$ -** tarkibli oddiy ligandli kompleks birikmasini sintezlash uchun 1mol 2-seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 ni 10 ml spirtdagi suspenziyasining ustiga 1 mol miqdorida KOH qo‘shganimizda suspenziya erib, sariq rangli 2-seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 ni kaliyli tuzi (KSePP) hosil bo‘lguncha 50°C haroratda aralashtirgich yordamida aralashtirildi. Shu eritmaning ustiga 0,5 mol $CoCl_2$ tuzining spirtdagi eritmasidan qo‘shganimizda och qizil rangli cho‘kma hosil bo‘ldi. Cho‘kma filtrlanib, spirt bilan bir necha marta yuvildi va dastlab xona haroratida, so‘ngra 30-40°C da pechlarda massa o‘zgarmay qolgunga qadar quritildi.



ISSN 3030-3907

**$Ni(SePP)_2 \cdot 2H_2O$ -** tarkibli oddiy ligandli kompleks birikmasini sintezlash uchun 1mol 2-seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 ni 10 ml spirtdagi suspenziyasining ustiga 1 mol miqdorida KOH qo‘shganimizda suspenziya erib, sariq rangli 2-seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 ni kaliyli tuzi (KSePP) hosil bo‘lguncha 50°C haroratda aralashtirgich yordamida aralashtirildi. Shu eritmaning ustiga 0,5 mol $NiCl_2$ tuzining spirtdagi eritmasidan qo‘shganimizda och yashil rangli cho‘kma hosil bo‘ldi. Cho‘kma filtrlanib, spirt bilan bir necha marta yuvildi va dastlab xona haroratida so‘ngra 30-40°C da pechlarda massa o‘zgarmay qolgunga qadar quritildi.

**$Cu(SePP)_2 \cdot H_2O$ -** tarkibli oddiy ligandli kompleks birikmasini sintezlash uchun 1mol 2-seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 ni 10 ml metanoldagi suspenziyasining ustiga 1 mol miqdorida KOH qo‘shganimizda suspenziya erib, sariq rangli 2-seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 ni kaliyli tuzi (KSePP) hosil bo‘lguncha 50°C haroratda aralashtirgich yordamida aralashtirildi. Shu eritmaning ustiga 0,5 mol $CuCl_2$ tuzining metanoldagi eritmasidan qo‘shganimizda yashil rangli cho‘kma hosil bo‘ldi. Cho‘kma filtrlanib, spirt bilan bir necha marta yuvildi va dastlab xona haroratida so‘ngra 30-40°C da pechlarda massa o‘zgarmay qolgunga qadar quritildi.

Olingan kompleks birikmalarning element analizi natijalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

**1-Jadval**

**2-Seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 va uning kompleks birikmalarini ba’zi fizik-kimyoviy xossalari**

| № | Birikmalar | Rangi | Molekulyar massasi | Elementlarning miqdori (%) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Me | C | N | Se | H |
| 1. | 2-Seleno–5,7–dimetil pirido-[2,3-d] pirimidinon-4 | Och sariq | 253 | - | 47,43 | 11,06 | 31,22 | 3,95 |
| 2. | $Co \cdot (SePP)_2 \cdot 2H_2O$ | Och qizil | 599 | 9,849,81 | 40,06 40,08 | 9,349,36 | 26,37 26,35 | 3,67 3,68 |
| 3. | $Ni(SePP)_2 \cdot 2H_2O$ | Och yashil | 599 | 9,849,80 | 40,06 40,09 | 9,349,37 | 26,37 26,38 | 3,67 3,65 |

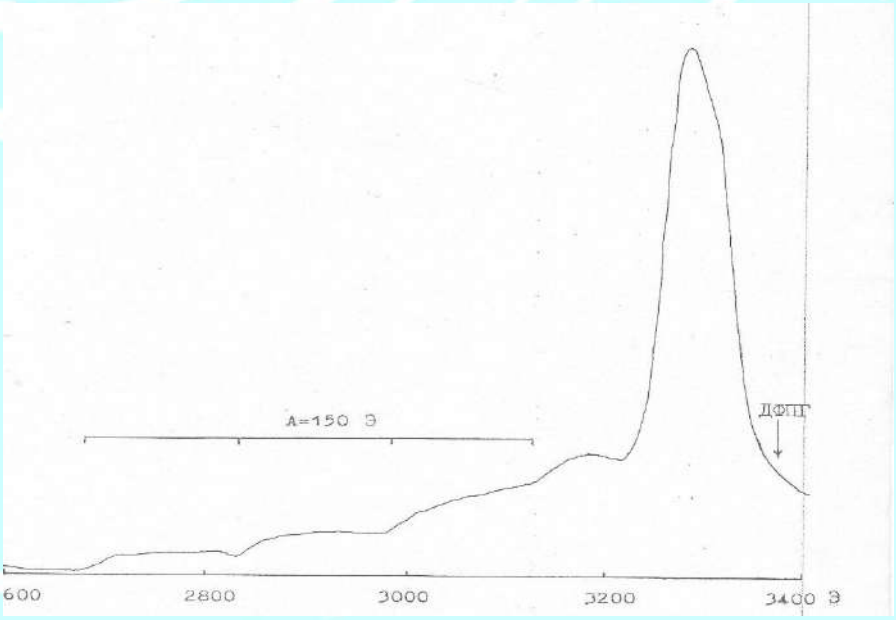


ISSN 3030-3907

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4. | $Cu(SePP)_2 \cdot H_2O$ | yashil | 586 | 10,92<br>10,94 | 40,95<br>40,93 | 9,55<br>9,58 | 26,96<br>26,93 | 3,41<br>3,38 |

2-Seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 ni infraqizil – spektrida 2 va 4 chi holatlardagi ν(C=Se) hamda ν(C=O) guruhlariga tegishli nur yutilish chiziqlarini 1675 va 1715 $sm^{-1}$ sohalarda, 1 va 3 chi holatlardagi N-H guruhlariga tegishli nur yutilish chiziqlari esa, 3200 hamda 3190 $sm^{-1}$ sohalarda namoyon bo‘lishi kuzatildi [3, 4].

**$Co(SePP)_2 \cdot 2H_2O$, $Ni(SePP)_2 \cdot 2H_2O$, $Cu(SePP)_2 \cdot H_2O$** tarkibli kompleks birikmalarini IQ-spektrlari bir-biriga juda o‘xshash bo‘lib, 2-seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 ni in-



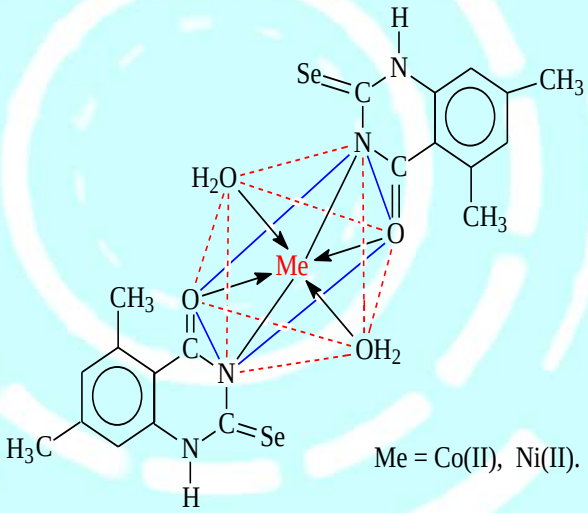

**$Cu(SePP)_2 \cdot H_2O$ kompleksini DMSO dagi EPR-spektri.**

Ifraqizil–spektrida uchinchi holatdagi N-H bog‘lariga tegishli nur yutilish chiziqlarini 3190 $sm^{-1}$ sohada kuzatilmasligi hamda ligandda 1715 $sm^{-1}$ sohada namoyon bo‘layotgan to‘rtinchi holatdagi karbonil guruhiga ν(C=O) tegishli nur yutilish chiziqlarini 1705 $sm^{-1}$ sohaga qadar pastki sohaga siljishi markaziy ionlarni 2-seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 bilan uchinchi holatdagi azot hamda to‘rtinchi holatdagi kislorod orqali bidentant birikayotganligini ko‘rsatdi [5, 6].

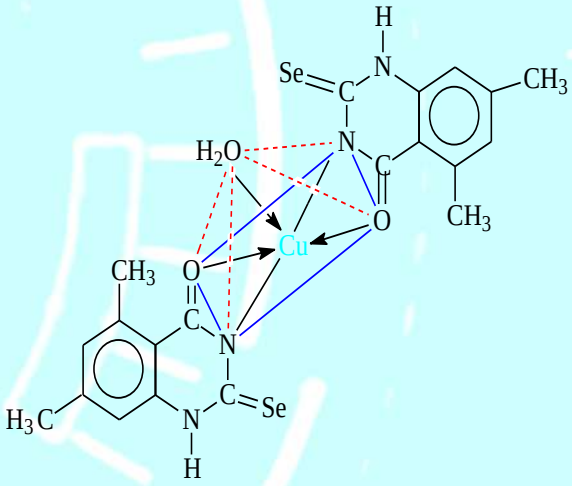
Misli kompleks birikmaning EPR- spektri o‘rganilib, hosil bo‘layotgan anizatrop parametrlari ($g_{\parallel}$=2,221, A=150 va $g_{\perp}$=2,067) aniqlandi. EPR- spektridan olingan ma’lumotlar ham 2-seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 ni markaziy ion bilan uchinchi holatdagi azot hamda to‘rtinchi holatdagi kislorod orqali bidentat birikayotganligini tasdiqladi [7, 8, 9].


ISSN 3030-3907

Olingan natijalarga asoslanib, mis(II) tuzlari 2-seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 bilan 4 xalqali metallosikl hosil qilib, kvadratli piramida tuzilishida, kobalt(II) va nikel(II) tuzlari esa, 2-seleno-5,7-dimetil pirido (2,3-d) pirimidinon-4 bilan oktaedrik tuzilishida bo‘lishi element analizi, IQ-, EPR-spektrlari yordamida o‘rganildi va quyidagi tuzilish formulalari taklif etildi:




Me = Co(II), Ni(II).




Hosil bo‘lgan kompleks birikmalarning elektr o‘tkazuvchanligi o‘rganilib, kam elektr o‘tkazuvchan ekanligi (14÷18 $sm^{-1}\cdot om^2\cdot mol^{-1}$) aniqlandi [4].

Kompleks birikmalarning infraqizil-spektrlarida ν(Me-O) va ν(Me-N) bog‘lariga tegishli yangi nur yutilish spektrlari 420 hamda 435 $sm^{-1}$ sohalarda, suv molekulasiga tegishli yutilish chiziqlari esa, 4200 $sm^{-1}$ sohada namoyon bo‘lishi kuzatildi [3, 10].

## XULOSA

- Kobalt(II), nikel(II) va mis(II) tuzlarini 2–seleno–5.7–dimetil pirido [2.3- d] pirimidinon–4 bilan oddiy ligandli kompleks birikmalarini sintezlashning muqobil sharoitlari (spirtli muhitda, pH=9-10, T=50°C) o‘rganildi va sintez qilindi.
- Kobalt(II), nikel(II) va mis(II) tuzlarini 2–seleno–5.7–dimetil pirido [2.3- d] pirimidinon–4 bilan 1:2 tarkibli oddiy ligandli kompleks birikmalar hosil qilishi aniqlandi.
- $Co(SePP)_2\cdot 2H_2O$, $Ni(SePP)_2\cdot 2H_2O$, $Cu(SePP)_2\cdot H_2O$ kompleks birikmalarining tarkibi va fazoviy tuzilishi elementga analiz, infraqizil (IQ) - spektri, electron paramagnet rezonansi (EPR) – spektrlari yordamida aniqlandi.
- Kompleks birikmalarda ligand markaziy ion bilan to‘rt xalqali metallosikl hosil qilgan holda uchinchi holatdagi azot va to‘rtinchi holatdagi kislorod orqali bidentant koordinatsiyaga uchrayotganligi o‘rganildi.
- Hosil bo‘lgan kompleks birikmalarning elektr o‘tkazuvchanligi o‘rganilib, kam elektr o‘tkazuvchan ekanligi (14÷18 $sm^{-1}\cdot om^2\cdot mol^{-1}$) aniqlandi.
- Sintez qilingan $Cu(SePP)_2\cdot H_2O$ tarkibli kompleks birikma kvadratli piramida tuzilishida ekanligi, $Co(SePP)_2\cdot 2H_2O$ va $Ni(SePP)_2\cdot 2H_2O$ tarkibli kompleks


ISSN 3030-3907

birikmalar esa, oktaedrik tuzilishda ekanligi kompleks birikmalarning elektr o‘tkazuvchanligini o‘rganish, elementga analiz, IQ – spektri hamda EPR - spektrlaridan olingan ma’lumotlar asosida tahlil qilindi va struktura formulalari taklif etildi.

## ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Х.М.Шоҳидоятов Хиназолоны-4 и их биологическая активностъ. – Ташкент: Издательство “Фан” 1988. 136 с.
2. Э.Ш.Якубов, И.Нахатов, Б.Р.Норматов Координационные соединения меди (II) с хиназолоном-4 и его производными. - Ташкент. Узбекский химический журнал. – 2019. - №4. – 44-51 с.
3. Nakamoto K. “Infrared and Raman Spektra of Inorganik and Coordinashion Compounds”, – John. Wiley and Sons, Inc., New York. – 1978/ - P. 231.
4. Якубов Э.Ш., Назаров Ф.Ф., Назаров Ф.С., Дустов Х.Б. Смещаннолигандные комплексы меди (II). – Бухара. Развитие науки и технологий. – 2019. - №5. – 117-121 с.
5. Якубов Э.Ш., Гулбоева Д.Р., Сафарова М.А., Чориев А.У. Комплексные соединения кобальта(II), меди(II) и цинка с хиназолоном-4. – Москва. Universum: Химия и биология. – 2019. 3(57). - 72-76 с.
6. Якубов Э.Ш., Махмудова Г.А., Тожиев С.М., Шокиров Ж.Н. Комплексные соединения биометаллов с 2-карбоксиметиламинохиназолоном-4. – Қарши. ҚарДУ ХАБАРЛАРИ илмий-назарий, услубий журнал. – 2021. №1. – 26-30 бетлар.
7. Якубов Э.Ш., Қурбонназаров А.Ж. Комплексные соединения Co(II), Cu(II) и Zn с 2-оксохиназолоном-4. – Қарши. ҚарДУ ХАБАРЛАРИ илмий-назарий, услубий журнал. – 2022. №3. – 81-85 бетлар.
8. Yakubov E.Sh., Boykabilova N.Sh. SPECTROPHOTOMETRIC STUDY OF COBALT(II) COMPLEX FORMATION WITH QINAZOLONE-4. American Journal Of Applied Science And Technology (ISSN – 2771-2745) VOLUME 03 ISSUE 03 Pages: 18-26. Journal Website: https://theusajournals.com/index.php/ajast. 2023.
9. Rai, B.K., Sharma, K., Singh, A.K. 7007101030;24497763200;55568510864; Synthesis and studies of Co(II), Ni(II) and Cu(II) complexes with some tridentate Schiff bases (2002) Asian Journal of Chemistry, 14 (3-4), pp. 1556-1560. Cited 5 times. **https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0036637217**& partnerID=40&md5=ceb39f1514856daf767740db527f44c0.
10. Rai, B.K., Baluni, A. 7007101030;6507024743; Coordination compounds of Co(II), Ni(II) and Cu(II) with thiosemicarbazone of a series of quinazolone derivatives: Their preparation, characterization and structural investigation. (2001) Asian Journal of Chemistry, 13 (2), pp. 725-729**.** Cited 6 times.


ISSN 3030-3907

https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0034899121&partnerID=40&md5=cebfa85e5b280ccf411c051257c40293



ISSN 3030-3907

UDK 622.785+681.518+004.89:681.51

# APPLICATION OF INTELLIGENT MEASUREMENT AND CONTROL SYSTEMS IN THE AUTOMATION AND CONTROL OF BASALT PRODUCTION PROCESSES

**Khalilov Azim Jurakulovich**

*Navoi State University of Mining and Technology PhD in technical sciences, acting Associate Professor*

**Radjabova Khursanoy Askarovna,**

*Researcher at Navoi State University of Mining and Technology*

**Abstract**. This article examines the development and implementation of intelligent control systems and measuring instruments in the automation of basalt production processes. The paper analyzes the specific features of automating the melting, forming, and cooling stages of basalt melt, as well as approaches to intelligent monitoring of parameters such as temperature, viscosity, and flow rate. Simulation results demonstrate that the implementation of intelligent systems reduces fluctuations in technological parameters by 20–25% and enhances the quality of the final product.

**Keywords**: basalt, intelligent control, automation, measuring instruments, neuro-fuzzy control, temperature control, adaptive controller.

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada bazalt ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirishda intellektual boshqaruv tizimlari va o‘lchov vositalarini ishlab chiqish hamda joriy etish masalalari ko‘rib chiqilgan. Ishda bazalt eritmasining eritish, shakllantirish va sovutish jarayonlarini avtomatlashtirishning o‘ziga xos xususiyatlari tahlil qilingan hamda harorat, yopishqoqlik va oqim tezligi parametrlarini intellektual nazorat qilish yondashuvlari bayon etilgan. Modellashtirish natijalari shuni ko‘rsatadiki, intellektual tizimlarni joriy etish texnologik parametrlarning tebranishlarini 20–25 foizga kamaytirish va yakuniy mahsulot sifatini oshirish imkonini beradi.

**Kalit so‘zlar:** bazalt, intellektual boshqarish, avtomatlashtirish, o'lchash asboblari, neyro-noravshan boshqarish, haroratni nazorat qilish, adaptiv rostlagich.

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы разработки и внедрения интеллектуальных систем управления и измерительных средств в процесс автоматизации производства базальта. В работе приведён анализ особенностей автоматизации процессов плавления, формования и охлаждения базальтового расплава, а также описаны подходы к интеллектуальному контролю параметров температуры, вязкости и скорости потока. Представлены результаты моделирования, показывающие, что внедрение интеллектуальных систем позволяет снизить колебания

технологических параметров на 20–25% и повысить качество конечного продукта.

**Ключевые слова:** базальт, интеллектуальные управления, автоматизация, измерительные приборы, нейро-нечеткое управление, контроль температуры, адаптивный регулятор.

## Introduction

Basalt fiber production has become an increasingly important sector of modern materials engineering due to the superior mechanical, chemical, and thermal properties of basalt fibers. The process involves melting natural basalt rocks at extremely high temperatures (1450–1500°C), forming fibers, and cooling them under precise control. The quality and consistency of basalt fibers depend largely on accurate regulation of process parameters such as temperature, viscosity, and fiber drawing speed.

Conventional automation systems, based on PID or static linear control strategies, often fail to ensure reliable performance in such a nonlinear and uncertain environment. These systems are sensitive to parameter variations, measurement errors, and external disturbances. As a result, maintaining optimal conditions for melting and fiber formation becomes difficult.

Recent advances in artificial intelligence (AI), fuzzy logic, and neural networks have opened new opportunities for intelligent automation of industrial processes. Intelligent control systems can learn from data, adapt to changing process conditions, and make optimal decisions in real time. Similarly, intelligent measurement instruments—equipped with self-calibration, data filtering, and communication capabilities—can significantly enhance data accuracy and stability.

The goal of this research is to design and evaluate an integrated intelligent measurement and control system for basalt production, combining adaptive sensing, neuro-fuzzy control, and predictive modeling.

## LITERATURE REVIEW

The automation and intelligent control of basalt production processes has attracted growing interest due to the stringent thermal, viscosity, and flow conditions involved. The literature can be grouped into three major strands: material and composite studies showing the sensitivity of product quality to process stability; research on intelligent measurement instrumentation, especially under harsh conditions and application of adaptive control algorithms (notably neuro-fuzzy) to nonlinear thermal systems.

First, material and composite investigations highlight how small fluctuations in process parameters degrade the quality of basalt fiber products. Liu et al. (2022) provide a comprehensive review of basalt fiber composites and their applications in energy and infrastructure, noting that production consistency and thermal



ISSN 3030-3907

resistance are essential for real-world deployment [1; 2376–2377]. Similarly, Chowdhury (2022) surveys industrial-level applications of basalt fiber reinforced composites and points out challenges in scalability and process control [2; 367–370].

Second, measurement technologies are critical enablers for closed-loop control in high-temperature, dynamic environments. Enayatollahi et al. (2021) develop a control-oriented ANFIS model for a brazed-plate evaporator, demonstrating that neuro-fuzzy models can provide accurate temperature and pressure predictions under nonlinear dynamics [3; 1535]. This kind of adaptive modelling is directly applicable to controlling basalt melt temperature and flow. Ardabili et al. (2020) compare hybrid neuro-fuzzy models in HVAC systems, showing improvements in error metrics and response speed compared to classical methods [4; 1–19]. This supports the use of hybrid adaptive controllers in thermal processing contexts like basalt melting.

Third, foundational works establish theoretical and methodological bases. Jang's original presentation of ANFIS remains a key citation for combining data-driven and fuzzy logic approaches [5; 665–685]. Zadeh's seminal *Fuzzy Sets* article lays the groundwork for modeling uncertain and imprecise phenomena, which is crucial in sensor-based control of thermal processes [6; 338–353]. Yusupbekov's and others works [7-12] provide the methodological bridge between abstract control theory and practical applications in industries.

Overall, these verified studies support the notion that integrating high-fidelity measurement, adaptive neuro-fuzzy control, and domain-specific process modeling can achieve improved stability, reduced error, and better product quality in basalt production. However, a gap remains: few works explicitly address basalt melt furnaces or fiber drawing lines using this integrated approach, particularly in industrial settings.

## MATERIALS AND METHODS

**Basalt production process overview.** The basalt production process comprises three interconnected stages:

1. Melting stage — Basalt rock is heated in an electric furnace to 1450–1500°C until it becomes a homogeneous melt.
2. Fiber formation stage — The molten basalt passes through platinum-rhodium bushings to form continuous fibers.
3. Cooling and winding stage — The fibers are cooled, sized, and wound onto spools with precise tension control.

These stages are highly interdependent: temperature fluctuations influence viscosity, which in turn affects fiber diameter and mechanical strength.


ISSN 3030-3907

**Intelligent measurement instruments.** Accurate, real-time monitoring of key parameters is essential for stable process control. The following intelligent instruments are employed (table 1).

**Table 1**

**The intelligent measurement instruments**

| Instrument | Measured variable | Intelligent function |
|---|---|---|
| Infrared pyrometer | Furnace and fiber surface temperature | Self-calibration and non-contact sensing |
| Intelligent viscosity sensor | Melt viscosity | Adaptive estimation via neural model |
| Flow and pressure transmitter | Melt feed rate and pressure | Auto-compensation for drift and noise |
| Optical fiber diameter sensor | Fiber thickness | Real-time laser measurement |
| Smart DAQ module | Multi-sensor data acquisition | Fault detection and signal fusion |

These devices communicate through industrial digital networks (Profibus, Modbus, or Ethernet/IP), ensuring reliable data transfer to the control system.

**Intelligent control system architecture.** The intelligent automation system consists of three functional layers:

- Sensor layer: Collects raw process data from intelligent measurement instruments.
- Control layer: Implements a neuro-fuzzy controller that interprets sensor data, adapts control laws, and generates actuator signals.
- Supervisory layer (SCADA): Performs real-time visualization, alarm management, and predictive maintenance analysis.

The neuro-fuzzy controller combines fuzzy logic's ability to handle uncertainty with the adaptive learning capability of neural networks. The fuzzy inference rules describe expert knowledge such as:

- If temperature is high and viscosity is low, then decrease power supply moderately.
- If fiber diameter is large and drawing speed is low, then increase pulling motor velocity.

The neural network continuously updates the membership functions and rule weights to minimize the control error.

**Mathematical modeling.** The thermal and dynamic behavior of the melting furnace can be approximated by a nonlinear differential equation:

$$C_p \frac{dT}{dt} = Q_{in} - Q_{loss} - f(T, F)$$



ISSN 3030-3907

where: $T$ – temperature of the melt (°C), $C_p$ – specific heat capacity, $Q_{in}$ – heat input, $Q_{loss}$ – heat loss due to radiation and conduction and $f(T,F)$ – nonlinear term representing energy used for melting at flow rate $F$.

The relationship between furnace temperature $T$, viscosity $\mu$, and fiber drawing velocity $v$ is nonlinear and can be modeled as:

$$\mu = ae^{\frac{b}{T}}$$

and fiber drawing velocity is given by:

$$v = k(T - T_0)$$

where: $a$, $b$, and $k$ are empirical constants.

The neuro-fuzzy controller adjusts the heat supply $Q_{in}$ based on deviations between measured and setpoint temperatures. The neuro-fuzzy system identifies parameters $f(T,F)$ online, using adaptive learning algorithms to minimize the control error:

$$E(t) = \frac{1}{2}(T_{set} - T_{meas})^2$$

through online learning of process parameters and rule weights.

**Simulation.** A dynamic model of the basalt production process was developed in MATLAB/Simulink using real industrial data. Two control strategies were compared:

1. Conventional PID controller tuned by Ziegler–Nichols method.
2. Proposed neuro-fuzzy adaptive control system with intelligent sensor feedback.

The simulation considered process disturbances such as variations in basalt composition, furnace load changes, and measurement noise.

## RESULTS AND DISCUSSION

**Simulation results.** The simulation results demonstrated significant improvements with the intelligent control system (table 2).

**Table 2**

**The simulation results**

| Performance criterion | PID control | Neuro-fuzzy control | Improvement |
|---|---|---|---|
| Temperature overshoot (%) | 11.2 | 3.5 | –68% |
| Settling time (s) | 120 | 84 | –30% |
| Steady-state error (°C) | ±5.2 | ±0.8 | –85% |
| Energy consumption reduction | — | 12% | — |
| Fiber diameter deviation | ±4.5% | ±1.2% | –73% |

The intelligent measurement instruments improved data accuracy and reliability, resulting in smoother control action and fewer oscillations (table 3).



ISSN 3030-3907

**Table 3**

**The intelligent sensor performance**

| Parameter | Conventional sensor | Intelligent sensor | Accuracy gain |
|---|---|---|---|
| Temperature noise (±°C) | 3.5 | 1.2 | 65% |
| Drift compensation | Manual | Automatic | Full |
| Fault detection | None | 98% correct detection | — |
| Communication delay (ms) | 50 | 15 | –70% |

**Visualization and monitoring.** The SCADA-based visualization module provided real-time graphs of furnace temperature, viscosity trends, and fiber diameter control. Predictive analytics detected early anomalies such as abnormal heating patterns or sensor degradation, allowing proactive maintenance.

The integration of intelligent measurement and control systems in basalt production results in superior automation performance compared to traditional systems. The main advantages include:

1. Improved accuracy: Intelligent sensors provide precise, drift-free measurements under extreme thermal and mechanical conditions.
2. Adaptive learning: The neuro-fuzzy controller automatically tunes its parameters based on process feedback, ensuring stability across varying operating modes.
3. Reduced energy consumption: Optimized heating control minimizes unnecessary energy losses.
4. Enhanced product quality: Stable control of temperature and viscosity yields uniform fiber diameter and improved mechanical properties.
5. Predictive maintenance: Intelligent instruments detect sensor faults and degradation before process failure occurs.

Furthermore, integrating the system into an Industrial IoT framework enables remote monitoring, data analytics, and cloud-based optimization. This approach transforms the basalt production line into a smart manufacturing environment consistent with Industry 4.0 standards.

## CONCLUSION

The study confirms that intelligent measurement and control systems play a vital role in the automation of basalt production processes. Through the combination of neuro-fuzzy adaptive control, intelligent sensors, and predictive analytics, the system achieves real-time optimization of temperature, viscosity, and fiber formation dynamics.

Key outcomes include: Up to 25% improvement in process stability, 12% energy savings, and significant enhancement of measurement reliability.



ISSN 3030-3907

Future work will focus on: Developing a digital twin of the basalt production system for real-time simulation and predictive control, integrating machine learning for fault prediction and optimization, extending the intelligent system to multi-furnace network control and automated fiber quality assessment.

## REFERENCES

1. Liu, H., Yu, Y., Liu, Y., Zhang, M., Li, L., Ma, L., Sun, Y., & Wang, W. (2022). *A review on basalt fiber composites and their applications in clean energy sector and power grids.* Polymers, 14(12), 2376. https://www.mdpi.com/2073-4360/14/12/2376

2. Chowdhury, I. R., Summerscales, J. (2022). *Developments and industrial applications of basalt fibre reinforced composite materials.* Fibers, 6(12), 367. https://www.mdpi.com/2504-477X/6/12/367

3. Enayatollahi, H., Sapin, P., Unamba, C. K., Fussey, P., & Markides, C. N. (2021). *A control-oriented ANFIS Model of Evaporator in a 1-kWe Organic Rankine Cycle Prototype.* Electronics, 10(13), 1535. https://www.mdpi.com/2079-9292/10/13/1535

4. Ardabili, S., Beszedes, B., Nadai, L., Mosavi, A., Szell, K., & Felde, I. (2020). *Comparative Analysis of Hybrid Neuro-Fuzzy-Based Models for an Industrial HVAC Control System.* arXiv preprint, arXiv:2002.11042, 1–19. https://arxiv.org/abs/2002.11042

5. Jang, J.-S. R. (1993). *ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System.* IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 23(3), 665–685. https://www.dca.ufrn.br/~meneghet/FTP/anfis%2093.pdf

6. Zadeh, L.A. (1965). *Fuzzy Sets.* Information and Control, 8(3), 338–353. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001999586590241X

7. Yusupbekov N.R., Aliev R.A., Aliev R.R., Yusupbekov A.N. “Intellectual management systems and decision-making”, “National Encyclopedia of Uzbekistan” State Scientific Publishing House. Tashkent – 2015. 18-32 p.118.

8. Jyh-Shing Roger Jang, Chuen-Tsai Sun. Neuro-Fuzzy Modeling and Control. / Proceedings of the IEEE, Vol. 83, No.3, 1995. P. 378-406.

9. Gulyamov Sh.M. Intelligent control technology, the reliability of the measuring information // Chemical Technology, Control and Management. №3. – 2018. – pp.128-131

10. H.Z. Igamberdiev, A.N. Yusupbekov, U.F. Mamirov, Sh.D. Tulyaganov. Regular Identification Algorithms for a Special Class of Neuro-Fuzzy Models ANFIS. / Springer Nature. Switzerland. 15th– ICAFS-2022. pp 747–753.

11. Yusupbekov N.R., Mukhidinov D.R., Sattarov O.U., Boybutayev S.B. Construction of a Neural Network Using an Approach to a Genetic Algorithm //



ISSN 3030-3907

International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, India, Vol.6, June 2019. – pp. 9837-9841.

12. Siddikov I., Khalmatov D., Khushnazarova D., Khujanazarov U. Neural network control of a nonlinear dynamic plant with a predictive model. / International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), Vol. 14, No.5, 2024: 5131-5138.



ISSN 3030-3907

# TYPES OF CLOUD TECHNOLOGIES AND THEIR APPLICATIONS

**Bobomirzayev Asadbek Alisher o‘g‘li**
*Karshi State University, Faculty of Mathematics and Computer Science, Applied Mathematics major, Group 024-32/33, 2nd-year student*
*E-mail: bobomirzayev.math@gmail.com*
**Suyunova Shohsanam Oqtam qizi**
*Karshi State University, Faculty of Mathematics and Computer Science, Applied Mathematics major, Group 024-32/33, 2nd-year student*
*E-mail: suyunovashohsanam176@gmail.com*

**Annotatsiya.** Bulutli texnologiyalar zamonaviy iqtisodiyotlarda raqamli transformatsiyaning ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Ular ma’lumotlarni saqlash, qayta ishlash va ilovalarni joylashtirishda keng ko‘lamli, moslashuvchan hamda tejamkor yechimlarni taqdim etadi. Ushbu maqolada bulutli texnologiyalarning asosiy turlari — ommaviy, xususiy, gibrid va hamjamiyat bulutlari, shuningdek, xizmat ko‘rsatishning asosiy modellari — infratuzilma sifatida xizmat (IaaS), platforma sifatida xizmat (PaaS) va dasturiy ta’minot sifatida xizmat (SaaS) tahlil qilinadi. Shuningdek, bulutli texnologiyalarning ta’lim, biznes, sog‘liqni saqlash va davlat boshqaruvi sohalarida amaliy qo‘llanilishi, ularning afzalliklari va joriy etish jarayonida uchraydigan muammolar ko‘rsatib o‘tiladi. Tadqiqot natijalari turli bulutli modellarning xususiyatlarini chuqur anglash tashkilotlarga o‘z faoliyatini samarali optimallashtirish va raqamli resurslardan xavfsiz, samarali foydalanishni ta’minlashga yordam berishini ta’kidlaydi.

**Kalit so‘zlar:** Bulutli texnologiyalar; Joylashtirish modellari; Ommaviy bulut; Xususiy bulut; Gibrid bulut; IaaS; PaaS; SaaS; Raqamli transformatsiya; Axborot texnologiyalari.

**Abstract**. Cloud technologies have become a critical component of digital transformation in modern economies. They provide scalable, flexible, and cost-efficient solutions for data storage, processing, and application deployment across various sectors. This article examines the main types of cloud technologies, including public, private, hybrid, and community clouds, as well as the primary service models such as Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS), and Software as a Service (SaaS). Furthermore, it explores their practical applications in education, business, healthcare, and government sectors, highlighting both the advantages and the challenges associated with their adoption. The findings emphasize that understanding the characteristics and functions of different cloud models enables organizations to optimize their operations and ensure secure, effective use of digital resources.



ISSN 3030-3907

**Keywords:** Cloud Computing; Deployment Models; Public Cloud; Private Cloud; Hybrid Cloud; IaaS; PaaS; SaaS; Digital Transformation; Information Technology.

**Аннотация.** Облачные технологии стали важнейшим компонентом цифровой трансформации современных экономик. Они предоставляют масштабируемые, гибкие и экономически эффективные решения для хранения данных, их обработки и развертывания приложений в различных секторах. В статье рассматриваются основные типы облачных технологий, включая публичные, частные, гибридные и коллективные облака, а также ключевые модели предоставления услуг: инфраструктура как услуга (IaaS), платформа как услуга (PaaS) и программное обеспечение как услуга (SaaS). Кроме того, анализируются практические области применения облачных технологий в образовании, бизнесе, здравоохранении и государственном управлении, а также выделяются преимущества и проблемы, связанные с их внедрением. Полученные результаты подчеркивают, что понимание характеристик и функций различных облачных моделей позволяет организациям оптимизировать свою деятельность и обеспечить безопасное и эффективное использование цифровых ресурсов.

**Ключевые слова:** Облачные вычисления; Модели развертывания; Публичное облако; Частное облако; Гибридное облако; IaaS; PaaS; SaaS; Цифровая трансформация; Информационные технологии.

## Introduction

In the era of rapid digitalization, cloud technologies have emerged as one of the most transformative innovations in the field of information and communication technology (ICT). They enable organizations, institutions, and individuals to access computing resources—such as data storage, processing power, and applications—through the internet, without the need for extensive physical infrastructure. This paradigm shift has fundamentally changed how businesses operate, how governments deliver services, and how knowledge is created and shared globally.

The significance of cloud computing lies in its ability to provide on-demand access, scalability, and cost efficiency, making it a key enabler of digital transformation strategies across industries. By shifting from capital-intensive IT systems to cloud-based solutions, organizations can focus on innovation and core activities while benefiting from enhanced operational agility. According to recent industry forecasts, global investments in cloud services continue to grow rapidly, reflecting the increasing reliance on cloud-based ecosystems to support economic growth and technological advancement.

Moreover, cloud technologies support the development of new business models, enable collaboration across borders, and facilitate data-driven decision-



ISSN 3030-3907

making processes. They also provide the technological foundation for emerging fields such as artificial intelligence (AI), the Internet of Things (IoT), and big data analytics. As a result, understanding different types of cloud technologies and their applications is essential for policymakers, researchers, and business leaders seeking to leverage digital tools effectively.

## LITERATURE REVIEW

Over the past decade, cloud technologies have evolved from simple data storage solutions into complex infrastructures supporting global digital ecosystems. Early research primarily focused on virtualization, resource sharing, and basic service models such as Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS), and Software as a Service (SaaS). In recent years, however, the scope of cloud research has expanded significantly to include hybrid and multi-cloud environments, serverless architectures, and edge-cloud integration [1], [2].

Current studies highlight the hybrid and multi-cloud approaches as dominant strategies among large enterprises. These models allow organizations to combine the flexibility of public cloud services with the control and security of private clouds, creating more resilient and cost-efficient IT ecosystems [3]. Global market analyses predict continued growth in cloud investments, with hybrid models enabling better regulatory compliance and operational flexibility [4].

From a technical perspective, modern research emphasizes cloud-native architectures, including microservices, containerization, and orchestration technologies such as Kubernetes. These tools enable organizations to develop and deploy applications more efficiently, ensuring scalability and continuous delivery [5]. Furthermore, serverless computing—also referred to as Functions as a Service (FaaS)—has gained significant attention due to its ability to simplify deployment and reduce infrastructure management. Recent surveys examine issues such as cold start latency, state management, and performance predictability in serverless environments [6], [7].

Another important trend identified in recent literature is the integration of cloud and edge computing. This convergence is particularly relevant for Internet of Things (IoT) applications, artificial intelligence workloads, and real-time analytics. Studies show that hybrid edge-cloud architectures enable low-latency processing, reduce bandwidth consumption, and improve data privacy by processing information closer to end-users [8], [9].

Security and governance remain critical topics in cloud computing research. As organizations adopt multi-cloud strategies, they face challenges related to data protection, regulatory compliance, and secure identity management. Industry reports emphasize that traditional on-premises security tools are often inadequate for hybrid environments, highlighting the need for unified cloud-native security


ISSN 3030-3907

frameworks [10]. Recent threat analyses also point to increased cyberattacks that target cloud infrastructures, making security posture management a top priority [11].

Finally, recent research points to several open challenges and opportunities for further investigation. These include automated cost-performance optimization across multi-cloud and edge environments, privacy-aware data placement strategies under different regulatory regimes, advanced orchestration methods for serverless applications, and skills development for cloud governance and security [12], [13]. Addressing these challenges will be essential to fully harness the potential of cloud technologies in both public and private sectors.

## METHODOLOGY

This study is based on a qualitative research approach that involves a systematic review and analysis of recent academic literature, industry reports, and statistical data related to cloud technologies. The research process consisted of three main stages.

First, relevant scientific publications and industry surveys from 2017 to 2024 were identified through databases such as Scopus, IEEE Xplore, ScienceDirect, and Google Scholar. Second, the collected materials were classified according to cloud deployment models (public, private, hybrid, community) and service models (IaaS, PaaS, SaaS, and serverless). Finally, the information was critically analyzed to identify key trends, current applications, and emerging challenges in cloud computing.

This methodology allows for a structured synthesis of existing knowledge and provides a clear foundation for understanding the evolution and application of cloud technologies across various sectors.

## RESULT AND DISCUSSION

The analysis of recent literature and industry data reveals that the evolution of cloud technologies is characterized by several interrelated trends, including the dominance of hybrid models, the rise of serverless computing, and the integration of edge and cloud ecosystems. These developments collectively redefine how organizations structure their IT infrastructure, manage workloads, and ensure security in distributed environments.

One of the most significant findings is the rapid global shift toward hybrid and multi-cloud deployment models. According to the 2024 HashiCorp Cloud Strategy Survey, over 80% of enterprises are implementing hybrid or multi-cloud strategies to optimize cost, improve resilience, and avoid vendor lock-in [14]. This is a marked change from earlier adoption patterns that favored single-provider public clouds.


ISSN 3030-3907

Hybrid models enable organizations to keep sensitive or regulated data within private clouds, while leveraging the elasticity and cost advantages of public clouds for less sensitive workloads. In sectors such as banking and healthcare, this dual approach helps balance regulatory compliance with operational efficiency. Moreover, multi-cloud strategies offer geopolitical flexibility and improved service continuity, especially for multinational companies operating across diverse regulatory environments [15].

The second major result relates to the widespread adoption of cloud-native architectures and serverless computing. The transition from monolithic architectures to microservices and container-based deployments has enabled organizations to build more modular, scalable, and maintainable systems [16]. Serverless computing, in particular, is gaining traction because it abstracts away infrastructure management, allowing developers to focus on application logic.

Empirical studies show that serverless platforms improve time-to-market, reduce operational overhead, and enable automatic scaling of applications in response to demand [17]. However, the research also highlights limitations, such as cold start latency, state management complexities, and performance unpredictability in multi-tenant environments. These findings indicate that while serverless is transformative, its effective use requires new design paradigms and operational strategies.

Another critical development is the increasing integration of edge computing with cloud infrastructures. This hybridization responds to the need for low-latency processing, data sovereignty, and efficient bandwidth usage in emerging domains like IoT, real-time analytics, and AI-driven applications [18]. For instance, autonomous vehicles and smart city solutions rely on edge nodes for immediate decision-making, while delegating complex computations to the cloud.

Research shows that edge-cloud architectures reduce latency by up to 70% compared to cloud-only approaches, improving service reliability and user experience [19]. However, they also introduce new coordination challenges, including data consistency, orchestration complexity, and security management across distributed layers.

Security and governance remain central to cloud technology discussions. As hybrid and multi-cloud environments expand, organizations face increased attack surfaces and diversified compliance obligations. Traditional perimeter-based security models are inadequate for distributed systems. Instead, zero-trust frameworks, identity federation, and cloud-native security platforms are emerging as key solutions [20].

For example, IBM X-Force (2023) reports that 45% of cloud breaches involve misconfigured storage or identity systems, underscoring the importance of



ISSN 3030-3907

policy automation, continuous monitoring, and cross-platform visibility. In parallel, regulatory bodies in different regions are imposing more stringent data residency and security requirements, pushing organizations to adopt geographically aware workload placement strategies.

**1-Table**

**Key Trends in Cloud Technologies and Their Implications**

| No. | Trend | Main Characteristics | Key Findings | Strategic Implications |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Hybrid & Multi-cloud | Integration of public and private cloud resources; interoperability between multiple vendors. | Widely adopted by large enterprises for flexibility, compliance, and cost optimization. | Enables regulatory alignment, vendor independence, and operational resilience. |
| 2 | Serverless Computing | Event-driven architectures; Functions as a Service (FaaS); automatic scaling; no infrastructure management required. | Accelerates development and reduces operational overhead; challenges include latency, state handling, and debugging. | Supports rapid innovation but requires new software design and monitoring strategies. |
| 3 | Cloud-Native Architectures | Microservices, containers, orchestration tools (e.g., Kubernetes); DevOps integration. | Improves modularity and scalability; enables continuous delivery and operational agility. | Allows organizations to modernize applications and respond faster to market demands. |
| 4 | Edge–Cloud Integration | Combination of cloud data centers with edge nodes for distributed processing. | Reduces latency by up to 70%; improves real-time analytics and IoT performance. | Essential for AI, IoT, and real-time services; introduces orchestration and security challenges. |



ISSN 3030-3907

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 5 | Security & Governance | Zero-trust frameworks; automated policy enforcement; regulatory compliance mechanisms. | Traditional security models are insufficient for multi-cloud; need for unified security platforms and identity federation. | Security is a strategic priority; organizations must adopt policy automation and continuous monitoring to mitigate risks. |
| 6 | Economic & Organizational Aspects | Workforce skills, governance structures, and strategic alignment between IT and business goals. | Human capital constraints and governance complexity are now major barriers to cloud transformation. | Successful adoption depends on combining technology investment with organizational capability building and strategic management. |

Presents a comprehensive analytical overview of key global trends in cloud computing technologies and their practical applications. The table systematically classifies the dominant directions of technological development — including hybrid and multi-cloud strategies, serverless architectures, cloud-native approaches, edge–cloud integration, as well as security, governance, and organizational aspects. Each trend is analyzed in terms of its core characteristics, empirical findings from recent research, and strategic implications for organizations across various sectors. The presented data indicate that cloud technologies are evolving beyond mere infrastructure services toward complex, interconnected ecosystems that enable flexibility, scalability, and operational resilience. Furthermore, the analysis underscores the increasing importance of integrating governance mechanisms, regulatory compliance, and human capital development into cloud strategies. In particular, hybrid and multi-cloud models are becoming central to large enterprises seeking vendor independence and regulatory alignment, while serverless computing and cloud-native architectures support rapid innovation cycles. Edge–cloud integration is highlighted as a key enabler of low-latency applications, especially in the fields of IoT and AI. At the same time, issues related to security, governance, and workforce skills emerge as critical challenges


ISSN 3030-3907

that determine the effectiveness of cloud adoption. Overall, the table illustrates the multifaceted nature of cloud transformation, requiring coordinated strategic, technological, and organizational actions.

**2-Table**

**Comparative Analysis of Cloud Service Models (IaaS, PaaS, SaaS, Serverless)**

| Service Model | Core Characteristics | Advantages | Limitations / Challenges | Key Use Cases |
|---|---|---|---|---|
| **IaaS** (Infrastructure as a Service) | Provides virtualized computing resources such as servers, storage, and networking over the internet. Users manage operating systems and applications. | High flexibility, cost efficiency, scalability, and control over infrastructure. | Requires technical expertise; potential security risks if misconfigured. | Hosting virtual machines, backup and recovery, high-performance computing. |
| **PaaS** (Platform as a Service) | Offers a development and deployment platform with tools, databases, and runtime environments. | Accelerates app development, reduces infrastructure management, supports collaboration. | Limited control over underlying infrastructure; possible vendor lock-in. | Web and mobile app development, API deployment, data analytics platforms. |
| **SaaS** (Software as a Service) | Delivers fully managed software applications over the internet. End users access services | Low upfront cost, easy scalability, automatic updates, user-friendly. | Limited customization; reliance on internet connectivity; data privacy concerns. | CRM systems, office suites, ERP solutions, e-learning platforms. |



ISSN 3030-3907

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | through browsers or apps. | | | |
| **Serverless Computing** | Executes code in response to events without provisioning or managing servers. Fully managed by the cloud provider. | High scalability, no server maintenance, cost efficiency for variable workloads. | Cold start latency, monitoring challenges, vendor lock-in risks. | Event-driven apps, microservices, IoT backends, chatbots. |

Table 2 provides a detailed comparative analysis of the main cloud service models—Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS), Software as a Service (SaaS), and Serverless Computing—highlighting their core characteristics, advantages, limitations, and application areas. The classification illustrates how each model serves different layers of the IT stack, enabling organizations to choose the most appropriate solution according to their strategic goals, technical capabilities, and cost considerations. IaaS provides a flexible infrastructure foundation suitable for organizations seeking control and scalability, while PaaS focuses on accelerating application development by abstracting infrastructure management. SaaS offers ready-to-use solutions for end users, facilitating rapid adoption and operational efficiency. Serverless computing represents a modern paradigm that emphasizes scalability and developer productivity, particularly for event-driven workloads. The comparison also highlights critical challenges, including vendor dependency, security issues, and customization limitations, which organizations must address to fully leverage the potential of each model. By understanding these distinctions, decision-makers can design hybrid strategies that combine multiple service models to achieve agility, cost optimization, and resilience.

The integration of these technological trends has profound strategic and economic implications. Organizations that effectively leverage hybrid, serverless, and edge-cloud technologies gain competitive advantages through improved scalability, agility, and innovation capacity. Conversely, entities that fail to modernize face higher operational costs, security vulnerabilities, and reduced market responsiveness.

The literature also indicates that successful adoption depends not only on technological investment but also on organizational capabilities, including skilled workforce development, governance frameworks, and strategic alignment of IT and business objectives. This aligns with recent surveys showing that human capital


ISSN 3030-3907

constraints and governance complexity are now as critical as technical barriers to cloud transformation.

## CONCLUSION

In conclusion, cloud computing has emerged as a strategic technological infrastructure that fundamentally transforms the way organizations design, deploy, and manage their information systems. The analysis demonstrated that the diversity of cloud deployment models (public, private, hybrid, and community) and service models (IaaS, PaaS, SaaS, and serverless) enables institutions to choose solutions that align with their operational priorities, security requirements, and financial capabilities. The findings suggest that hybrid and multi-cloud strategies are becoming dominant as they offer greater flexibility, regulatory compliance, and resilience against vendor lock-in.

Furthermore, the comparative examination of service models revealed that each type plays a complementary role within the broader digital ecosystem. IaaS provides the infrastructural backbone, PaaS accelerates innovation through development platforms, SaaS democratizes access to advanced applications, and serverless computing introduces new levels of scalability and cost efficiency.

However, the study also emphasizes several critical challenges that must be addressed to fully exploit the potential of cloud technologies. These include cybersecurity risks, data governance, vendor dependency, and the need for skilled human capital to manage complex hybrid environments. Addressing these issues requires coordinated action at technological, organizational, and policy levels.

Ultimately, cloud technologies are not merely tools for cost reduction but strategic enablers of digital transformation, innovation, and sustainable competitiveness. Their effective adoption depends on a balanced approach that integrates technical innovation with governance frameworks and human resource development. Future research should focus on sector-specific strategies, regulatory harmonization, and the integration of emerging technologies—such as AI, edge computing, and quantum computing—into cloud ecosystems to shape the next generation of intelligent digital infrastructures.

## REFERENCES

1. Armbrust, M., et al. (2010). *A View of Cloud Computing*. Communications of the ACM, 53(4), 50–58.

2. Marinescu, D. C. (2013). *Cloud Computing: Theory and Practice*. Elsevier. HashiCorp. (2024). *State of Cloud Strategy Survey*. Gartner. (2024). *Forecast: Public Cloud Services, Worldwide, 2020–2027*.

3. Google Cloud. (2023). *Top Cloud Computing Trends & Facts*. Jonas, E., Schleier-Smith, J., Sreekanti, V., et al. (2019). Cloud Programming Simplified: A Berkeley View on Serverless Computing. *University of California, Berkeley*.



ISSN 3030-3907

4. Baldini, I., Castro, P., Chang, K., et al. (2017). Serverless Computing: Current Trends and Open Problems. *Research Advances in Cloud Computing*, Springer. Andriulo, F. C., et al. (2024). Edge Computing and Cloud Computing for Internet of Things: A Review. *Sensors*, 24(2), 578.
5. Satyanarayanan, M. (2017). The Emergence of Edge Computing. *Computer*, 50(1), 30–39.
6. Gigamon. (2023). *Hybrid Cloud Security Survey*. IBM X-Force. (2023). *Cloud Threat Landscape Report*. Zissis, D., & Lekkas, D. (2012). Addressing Cloud Computing Security Issues. *Future Generation Computer Systems*, 28(3), 583–592.
7. European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). (2023). *Cloud Security and Policy Challenges in Europe*. Alharkan, I., & Aslam, N. (2022). Cloud computing security: A systematic literature review. *Journal of Cloud Computing*, 11(1), 1–28. https://doi.org/10.1186/s13677-022-00315-3
8. Buyya, R., Broberg, J., & Goscinski, A. (Eds.). (2020). *Cloud computing: Principles and paradigms* (2nd ed.). Wiley.
9. Gartner. (2023). *Forecast analysis: Public cloud services, worldwide, 4Q22 update*. Gartner Research. Retrieved from https://www.gartner.com
10. Hashizume, K., Rosado, D. G., Fernández-Medina, E., & Fernandez, E. B. (2019). An analysis of security issues for cloud computing. *Journal of Internet Services and Applications*, 10(1), 1–13. https://doi.org/10.1186/s13174-019-0100-3
11. Marinescu, D. C. (2022). *Cloud computing: Theory and practice* (3rd ed.). Morgan Kaufmann. Mell, P., & Grance, T. (2020). *The NIST definition of cloud computing*. National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce. https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-145
12. Mohammed, F., & Ibrahim, S. (2021). Cloud-native architectures: Opportunities and challenges. *IEEE Access*, 9, 102340–102359. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3096548


ISSN 3030-3907

# HUDUDLARDA KAMBAG‘ALLIKNING OLDINI OLISHDA QISHLOQ XO‘JALIGI IMKONIYATLARIDAN SAMARALI FOYDALANISH YO‘NALISHLAR

**A.Ch.Boboev.**

***Buxoro davlat texnika universiteti, “Iqtisodiyot va menejment” kafedrasi mudiri, i.f.n., professor***

**S.Islomova.**

***“Iqtisodiyot va menejment” kafedrasi stajyor o‘qituvchisi***

**Annotatsiya**: Maqolada Yangi O‘zbekiston iqtisodiyotini rivojlantirish va hududlarda kambag‘allikning oldini olishda ko‘p jihatdan qishloq xo‘jaligining rivojlanish holati samaradorligiga bog‘liqligi, qishloq xo‘jaligi iqtisodiyotning muhim tarmog‘i ekanligi, shuningdek qishloq joylarda tomorqa egalariga unumdor yerlar ajratilgani, sohada ishlab chiqarishni tashkil etish, qishloqlarda mulkdorlar sinfini vujudga keltirish, oxir oqibat mamlakatimiz hududlarida kambag‘allikning oldini olishda hamda barqaror iqtisodiy taraqqiyotni ta’minlashga xizmat qilishi o‘z aksini topgan.

**Kalit so‘zlar:** Kambag‘allikning oldini olish, qishloq xo‘jaligi, qishloq xo‘jaligini isloh qilish, bozor mexanizmlari, qishloq, o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligi, agrar siyosat, chorvachilik mahsulotlari, yer va suv resurslari.

**Аннотация:** В статье подчеркивается, что развитие экономики нового Узбекистана и предотвращение бедности в регионах во многом зависят от эффективности развития сельского хозяйства, что сельское хозяйство является важной отраслью экономики, а также от выделения плодородных земель домовладельцам в сельской местности, организации производства в отрасли, Показано, что создание класса собственников на селе в конечном итоге будет способствовать предотвращению бедности в регионах нашей страны и обеспечению устойчивого экономического развития.

**Ключевые слова:** Борьба с бедностью, сельское хозяйство, аграрная реформа, рыночные механизмы, сельское хозяйство, лесное и рыбное хозяйство, аграрная политика, продукция животноводства, земельные и водные ресурсы.

**Abstract:** The article emphasizes that the development of the economy of New Uzbekistan and the prevention of poverty in the regions largely depend on the effectiveness of the development of agriculture, that agriculture is an important sector of the economy, as well as the allocation of fertile land to household owners in rural areas, the organization of production in the sector, It has been shown that creating a class of owners in the villages will ultimately serve to prevent poverty in the regions of our country and ensure sustainable economic development.



ISSN 3030-3907

**Keywords:** Poverty alleviation, agriculture, agricultural reform, market mechanisms, agriculture, forestry and fisheries, agrarian policy, livestock products, land and water resources.

**Kirish**

Yangi O‘zbekiston iqtisodiyotini rivojlantirish va hududlarda kambag‘allikning oldini olishda ko‘p jihatdan qishloq xo‘jaligining rivojlanish holati samaradorligiga bog‘liq bo‘ladi. Respublika aholisining 50 foiziga yaqini qishloq joylarda yashaydi, sanoat salohiyatining deyarli yarmi qishloq xo‘jalik mahsulotlarini qayta ishlash bilan band.

Ma’lumki, qishloq xo‘jaligi iqtisodiyotning muhim tarmog‘i bo‘lib hisoblanadi. Respublika hukumati tomonidan qishloq xo‘jaligida bozor munosabatlarini shakllantirish, mulkchilikning nodavlat shakliga o‘tish, mulkni davlat tasarrufidan chiqarish va xususiylashtirish, dehqon va fermer xo‘jaliklari faoliyati yo‘lga qo‘yilishi, xo‘jalik yuritishning, yerga egalik va undan foydalanishning yangi shakllari mujassamlanishi, boshqarish tizimining bozor munosabatlariga moslashib borishi, ekinlar strukturasining bozor talabiga qarab takomillashtirilishi, mamlakat qishloq xo‘jaligidagi barqarorlikni ta’minlashga asos bo‘lib xizmat qilmoqda.

So‘nggi yillarda qishloq xo‘jaligini isloh qilish va bozor mexanizmlarini joriy etish bo‘yicha ko‘lamli ishlar amalga oshirildi. Zero, mamlakatimiz qishloq xo‘jaligi bo‘yicha katta salohiyatga ega.

2024 yilda O‘zbekiston Respublikasi yalpi ichki mahsulot (YaIM) hajmi joriy narxlarda 1454 573,9 mlrd. so‘mni tashkil etdi va 2023 yilga nisbatan 6,5 % ga o‘sdi. Sanoat tarmog‘ining o‘sishi 6,8 % ni tashkil etib, YaIM o‘sishiga ijobiy hissasi 1,7 f.p.ni tashkil etdi.

Qishloq, o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligining o‘sishi 3,1 % ni tashkil etdi va YaIM o‘sishiga ijobiy hissasi 0,6 f.p.ni tashkil etdi. Qurilish ishlari hajmining o‘sishi 8,8 % ni tashkil etdi. Qurilish tarmog‘ining YaIM o‘sishiga ijobiy hissasi 0,6 f.p.ni tashkil etdi.

Xizmatlar ko‘rsatish sohasida o‘sish sur’ati 7,7 % ni tashkil etdi. Shundan savdo, yashash va ovqatlanish bo‘yicha xizmatlar 11,1 % ga, tashish va saqlash, axborot va aloqa 13,4 % ga hamda boshqa xizmat sohalari 4,5 % ga o‘sdi. Xizmatlar ko‘rsatish sohasining YaIM o‘sishiga ijobiy hissasi 3,3 f.p.ni tashkil qildi. Mahsulotlarga sof soliqlar hajmi 6,0 % ga o‘sdi va uning YaIM o‘sishiga ijobiy hissasi 0,3 f.p.ni tashkil etdi.

Ma’lumki, yer va suv resurslari agrar sektorning asosiy ishlab chiqarish vositalari hisoblanadi. O‘zbekistonda yerlarning 72 foizi qishloq xo‘jaligida turli yo‘nalishda foydalaniladi hamda respublika suv limitining 86 foizi agrar sektorda ishlatiladi.



ISSN 3030-3907

O‘zbekiston Respublikasida yer yuzasida sug‘oriladigan dehqonchilik hamda chorvachilikning eng qadimiy mintaqalardan hisoblandi. Uning qulay tabiiy sharoitiga muvofiq tarzda xalqimizning mehnat ko‘nikmasi tufayli O‘zbekiston paxta, pilla, qorako‘l terisi, mayiz, qovun va boshqa mahsulotlar yetishtirish bilan dunyoda o‘zining mavqeiga ega hisoblanadi.

Yaqin o‘tmishda mamlakat qishloq xo‘jaligi bir tomonlama rivojlantirilgan «O‘zbekiston - mamlakatning asosiy paxta bazasi» shiori amalda edi. Yerlarning teng yarmi sho‘rlanib ketganligi, agrotexnika tadbirlarining buzilganligi, aholini don va go‘sht mahsulotlari bilan ta’minlashdagi qiyinchiliklar paxta yakka - hokimligining asorati edi. Shuning uchun ham bozor munosabatlariga o‘tishning birinchi bosqichida qishloq xo‘jaligini isloh qilish nihoyatda murakkab kechdi.

Mamlakat mustaqilligining dastlabki yilidanoq, paxta yakka- hokimligini bartaraf etishga kirishildi va «g‘alla mustaqilligi»ni ta’minlash maqsadida dastur ishlab chiqildi.

Qishloq xo‘jaligida iqtisodiy islohotlarni o‘tkazish va bozor munosabatlarini shakllantirish bilan bog‘liq muhim huquqiy-me’yoriy asoslar yaratildi, tashkiliy-iqtisodiy yo‘nalishlar ishlab chiqildi. Bu borada mamlakat qishloq xo‘jaligini tubdan isloh qilish bilan bog‘liq qonunlar qabul qilindi.

Qishloq joylarda tomorqa egalariga unumdor yerlar ajratib berildi. Ishlab chiqarishni tashkil etish, qishloqlarda mulkdorlar sinfini vujudga keltirishning mumkin bo‘lgan shakllaridan biri sifatida mulkiy paylarni joriy etish asosida qishloq xo‘jalik korxonalarini paychilar jamiyatiga aylantirish bo‘yicha ishlar olib borilgan. Hozirgi vaqtda qishloq xo‘jaligida yetishtirilayotgan oziq-ovqat mahsulotlarining mutlaq ko‘p qismi iqtisodiyotning nodavlat sektorida ishlab chiqarilmoqda.

Qishloq xo‘jaligining moddiy-texnika ta’minotini yaxshilash maqsadida yangi texnika, o‘g‘it, yoqilg‘i va moylash materiallari yetkazib berishni yaxshilash bo‘yicha davlat dasturi ishlab chiqilgan va u bosqichma-bosqich amalga oshirilmoqda. Jumladan, chet ellardan (AQSH, Germaniya) yuqori mehnat unumdorligiga ega bo‘lgan paxta teradigan, g‘alla o‘radigan (Keys) kombaynlari keltirildi. Ularning ayrim turlari va ehtiyot qismlarini o‘zimizda ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yildi.

Respublikada olib borilayotgan agrar siyosat natijasida qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini sug‘urtalash, avanslash va to‘lov munosabatlari takomillashtirilib bormoqda.

Yangi agrar siyosatning bosqichma-bosqich amalga oshirilishi tufayli O‘zbekistonda qishloq xo‘jaligi yalpi mahsulotlarining o‘sish sur’atlari barcha MDH mamlakatlaridagiga qaraganda ancha yuqoridir.


ISSN 3030-3907

2024 yilda qishloq, o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligi mahsulot (xizmat)larining umumiy hajmi 467041,5 mlrd. so‘mni shu jumladan, dehqonchilik va chorvachilik, ovchilik va ushbu sohalarda ko‘rsatilgan xizmatlar 451019,6 mlrd. so‘mni, o‘rmon xo‘jaligi - 11 778,4 mlrd. so‘mni, baliqchilik xo‘jaligi - 4 243,5 mlrd so‘mni tashkil qildi.

Shuningdek, ushbu yilda qishloq, o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligi mahsulot (xizmat)lari hajmi o‘tgan yilning mos davriga nisbatan 103,1 % ni, shu jumladan, dehqonchilik va chorvachilik, ovchilik va ushbu sohalarda ko‘rsatilgan xizmatlar – 103,1 % ni, o‘rmon xo‘jaligi – 103,0 % ni, baliqchilik xo‘jaligi – 97,2 % ni tashkil qildi.

2024 yil hududlar kesimida qishloq, o‘rmon va baliqchilik xo‘jaligi mahsulot (xizmat) larining eng yuqori hajmi Samarqand (57 452,0 mlrd so‘m), Andijon (46 494,9 mlrd so‘m) va Toshkent (44 379,0 mlrd so‘m) viloyatlarida qayd etilib, aksincha kam hajmga ega hududlarga Sirdaryo viloyati (15 926,3 mlrd so‘m), Qoraqalpog‘iston Respublikasi (17 970,7 mlrd so‘m) va Navoiy viloyatini (21 813,1 mlrd so‘m) keltirib o‘tish mumkin.

Sezilarli darajadagi yuqori o‘sish sur’atlari Farg‘ona (104,8 %), Namangan (104,3 %), Qashqadaryo (104,2 %), Navoiy (103,9 %) viloyatlarida va Qoraqalpog‘iston Respublikasida (103,5 %) qayd etildi. Boshqa hududlarga nisbatan pastroq o‘sish sur’atlari Jizzax (101,2 %), Toshkent (101,4 %), Sirdaryo (101,6 %), Buxoro (102,7 %) va Samarqand (102,7 %) viloyatlarida kuzatildi.

2024 yilda ishlab chiqarilgan qishloq xo‘jaligi mahsulotlari hajmi 444 586,4 mlrd so‘mni yoki 2023 yilning mos davriga nisbatan 103,1 % ni, shu jumladan, dehqonchilik mahsulotlari 218 824,1 mlrd. so‘mni (102,2 %) chorvachilik mahsulotlari – 225 762,3 mlrd. so‘mni (104,0 %) tashkil qildi.

Hududlar kesimida qishloq xo‘jaligi mahsulotlarining eng yuqori hajmi Samarqand (55 225,4 mlrd so‘m), Andijon (44 374,9 mlrd so‘m) va Qashqadaryo (42 693,2 mlrd so‘m) viloyatlarida qayd etildi. Aksincha kam hajmga ega hududlarga Sirdaryo viloyati (14 517,1 mlrd so‘m) Qoraqalpog‘iston Respublikasi (16 687,0 mlrd so‘m) va Navoiy viloyati (20 206,4 mlrd so‘m)ni keltirib o‘tish mumkin.

Ishlab chiqarilgan qishloq xo‘jaligi mahsulotlari o‘sish sur’atini hududlar kesimida tahlil etar ekanmiz, yuqori o‘sish sur’atlari Farg‘ona (104,8 %), Navoiy (104,6 %), Namangan (104,3 %), Qashqadaryo (104,2 %) viloyatlarida qayd etildi. Jizzax (101,1 %), Sirdaryo (101,4 %) va Toshkent (101,6 %) viloyatlarida esa aksincha o‘sish sur’atlari pastligi kuzatildi.

Xo‘jalik toifalari bo‘yicha tahlillarga ko‘ra, qishloq xo‘jaligi mahsulotlari umumiy hajmining 63,1 % i dehqon va tomorqa xo‘jaliklariga, 29,7 % i fermer


ISSN 3030-3907

xo‘jaliklariga, 7,2 % i qishloq xo‘jaligi faoliyatini amalga oshiruvchi tashkilotlarga to‘g‘ri kelmoqda.

2024 yil yakuniga ko‘ra, yetishtirilgan qishloq xo‘jaligi mahsulotlari tarkibidagi fermer xo‘jaliklarining ulushi bo‘yicha eng yuqori ko‘rsatkich Farg‘ona viloyatida (41,0 %), dehqon va tomorqa xo‘jaliklarining yuqori ulushi Navoiy viloyatida (72,2 %), qishloq xo‘jaligi faoliyatini amalga oshiruvchi tashkilotlarning yuqori ulushi Toshkent viloyatida (18,6 %) qayd etildi. Fermer xo‘jaliklarining qishloq xo‘jaligi mahsuloti tarkibidagi ulushi bo‘yicha nisbatan past ko‘rsatkich Toshkent viloyatida (16,5 %), dehqon va tomorqa xo‘jaliklarining eng kam ulushi Sirdaryo viloyatida (51,9 %), qishloq xo‘jaligi faoliyatini amalga oshiruvchi tashkilotlarning eng kam ulushi Samarqand viloyatida (3,2 %) kuzatildi.

Shuningdek, ushbu yilda barcha toifadagi xo‘jaliklar tomonidan 8855,2 ming t. donli ekinlar (2023 yilga nisbatan 4,8 % ga ko‘p), 3 716,8 ming t. kartoshka (4,0 % ga ko‘p), 11994,8 ming t. sabzavotlar (3,8 % ga ko‘p), 2 683,6 ming t. poliz ekinlari (5,1 % ga ko‘p), 3 271,2 ming t. meva va rezavorlar (4,8 % ga ko‘p), 1 825,8 ming t. uzum (5,4 % ga ko‘p), hisobga olingan vaznda 2938,1 ming t .paxta (xom ashyosi) (20,8 % ga kam) yetishtirildi.

Respublikada jami yetishtirilgan chorvachilik mahsulotlari tarkibida eng katta ulush Qashqadaryo (11,7 %), Samarqand (11,4 %) va Toshkent (9,9 %) viloyatlariga to‘g‘ri keldi.

Albatta yuqorida keltirilgan ijobiy ko‘rsatkichlar hududlarda kambag‘allikning oldini olishda qishloq xo‘jaligi imkoniyatlaridan samarali foydalanish imkoniyati borligini ko‘rsatib turibdi.

Bu esa, nafaqat iqtisodiyotning barqarorligini ta’minlash va aholi farovonligini oshirishda qishloq xo‘jaligi tarmog‘ining o‘rni g‘oyatda muhim ekanligini, balki bevosita sohada amalga oshiriladigan islohotlarga ham bog‘liqligini ko‘rsatmoqda.

O‘z navbatida aytish lozimki, so‘nggi yillarda tobora kuchayib borayotgan iqlim o‘zgarishi, suv resurslarining tanqisligi, yerlarning melorativ holati buzilishi kabi muammolar sabab, O‘zbekistonda mazkur soha qator muammo va tahdidlar girdobida qoldi. Bundan tashqari, yillar davomida ushbu sohada to‘laqonli bozor munosabatlariga asoslangan islohotlarning amalga oshirilmaganligi, ya’ni ushbu soha davlat tomonidan eng ko‘p tartibga solinadigan soha bo‘lganligi, davlat buyurtmasi, yerdan foydalanishga bo‘lgan huquqlarning cheklanganligi va himoyalanmaganligi kabi muammolar ushbu tarmoqdagi samaradorlik, unumdorlik ko‘rsatkichlarining pasayishiga sabab bo‘ldi.

Qishloqlarda iqtisodiy islohotlarni chuqurlashtirish bo‘yicha muayyan chora-tadbirlarning amalga oshirilishi yalpi qishloq xo‘jalik mahsulotlari


ISSN 3030-3907

hajmining o‘sishini ta’minlamoqda, qishloq xo‘jalik ishlab chiqarishida sifat o‘zgarishlarga olib keldi.

O‘tkazilayotgan iqtisodiy islohotlardan ko‘zda tutilgan bosh maqsad qishloqda haqiqiy mulkdorlar sinfini, yer va mahsulotning haqiqiy egalarini shakllantirishdir. Qishloq joylarda tadbirkorlikni rivojlantirish orqali qishloq xo‘jalik korxonalarining iqtisodiy samaradorligini oshirish asosiy masalalardan hisoblanadi.

Mamlakatimizda qabul qilingan dasturiy chora-tadbirlar qishloq xo‘jaligida ishlab chiqarishning jadal rivojlanish yo‘liga o‘tilishini, respublikaning oziq-ovqat xavfsizligini va oziq-ovqat mahsulotlarining asosiy turlari bilan o‘zini o‘zi ta’minlashi kerak. Bu esa qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini eksport qilish hajmi, avvalambor, tashqi bozorda talab yuqori bo‘lgan qayta ishlangan mahsulotlar sezilarli darajada oshishiga olib keladi. Harakatlar Strategiyasida belgilab berilgan qishloq xo‘jaligini strategik rivojlantirishning asosiy yo‘nalishlaridan kelib chiqib qishloq xo‘jaligini rivojlantirish bo‘yicha uzoq muddatga mo‘ljallangan strategiyaning mavjud emasligi, yer va suv resurslaridan samarali foydalanishga, sohaga investitsiyalarni keng jalb etishga, ishlab chiqaruvchilarning yuqori daromad olishiga va mahsulotlar raqobatbardoshligini oshirishga to‘sqinlik qilayotganligini inobatga holda ishlab chiqilgan “O‘zbekiston Respublikasi qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo‘ljallangan strategiyasi” bu borada qabul qilingan huquqiy hujjat sanaladi.

Strategiyaning asosiy maqsadi - ishlab chiqarishni diversifikatsiya qilish, yer va suv munosabatlarini takomillashtirish, qulay agrobiznes muhitini va yuqori qo‘shilgan qiymat zanjirini yaratish, kooperatsiya munosabatlarini rivojlantirishni qo‘llab-quvvatlash, sohaga bozor mexanizmlarini, axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini keng joriy etish, shuningdek, ilm-fan yutuqlaridan samarali foydalanish hamda kadrlar salohiyatini oshirishga qaratildi. Strategiyada respublikamiz qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning to‘qqizta ustuvor yo‘nalishlari belgilab berildi. Ushbu ustuvor yo‘nalishlarda belgilab berilgan masalalarni izchillik bilan amalga oshirish dolzarb masala hisoblanadi va sohani rivojlantirish hamda tartibga solish uchun tegishli me’yoriy hujjatlar ishlab chiqilishi va bunga doir dasturlar qabul qilinishi lozim.

Xulosa qilib aytganda, mazkur sohada tegishli islohotlarni jadallashtirish, albatta kelgusida mamlakatimiz hududlarida kambag‘allikning oldini olishda hamda barqaror iqtisodiy taraqqiyotni ta’minlashga xizmat qiladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Vechkanov G.S. Sovremennaya ekonomicheskaya encyclopedia - St. Petersburg, - 2013, S. 880.

2. Drucker P. – The practice of management - M.: Williams, 2007. – P. 400



ISSN 3030-3907

3. Kaplan R., Norton D. System of balanced scorecard. From strategy into action - M. / Olymp-Business, 2008.,— B.320.
4. Taylor F.W. Reflections on the Relevance of the Principles of Scientific Management 100 Years Later - Journal of Business and Management – Vol. 17, No. 1, 2011. – P. 104.
5. OECD, Glossary of statistical terms: Effectiveness - https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=4775
6. What are Key Performance Indicators? https://the9000store.com/articles/iso-9001-key-performance-indicators/
7. Vyashnikova M.V., Myths and truth about KPI - M. / ISBN 978-5-4493-2111-4 / 2017, p. 274.
8. Klochkov A.K., KPI and staff motivation. A complete collection of practical tools, - M. / Eksmo / ISBN 978-5-699-37901-9 / 2010, p. 160.
9. Бобоев, А. Ч., & Рахматов, Ш. А. (2016). Эволюция теоретических взглядов о предпринимательской деятельности. Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире, (13-2), 94-98.


ISSN 3030-3907

# ДУНЁ МИНТАҚАЛАРИНИНГ ВА ҚОРАҚАЛПОҒИСТОН РЕСПУБЛИКАСИНИНГ 2030-ЙИЛГАЧА ҚАЙТА ТИКЛАНУВЧИ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИГА БЎЛГАН ЙЎЛ ХАРИТАСИ

**А.Е. Бекишев**

***Phd, Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети,***

**З. Сайимбетов**

***Доцент в.в.б, Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат университети***

**Аннотация**: Ушбу мақолада Дунё минтақаларида ва Ўзбекистон Республикасида шамол энергиясидан фойдаланишнинг ҳозирги ҳолати ва келажак истиқболлари тўғрисида, ҳалқаро IRENA (International Renewable Energy Agency) ташкилоти ҳамда Ўзбекистон Республикаси Қонунлари ва Ўзбекистон Республикаси Президенти фармон ва қарорлари асосида таҳлилий маълумотлар келтирилган. Бу ерда 2030 йилгача халқаро миқёсда дунёнинг глобал 1,50С га исишига қарши курашиш учун 2030 йилгача бажарилиши керак бўлган ишлар ҳамда бу борада Ўзбекистон Республикасининг 2026 йилга қадар қайта тикланувчи энергия манбалари улушини 25 фоизга етказиш масалалари кўриб чиқилган.

**Калит сўзлар:** International Renewable Energy Agency, глобал температура, қайта тикланадиган энергия, World Energy Transitions Outlook, Қорақалпоғистон Республикаси Қораўзак тумани ШЭС, ACWA Power

**Аннотация:** В статье представлены аналитические данные о текущем состоянии и перспективах использования ветроэнергетики в регионах мира и Республике Узбекистан на основе данных международной организации IRENA (Международное агентство по возобновляемым источникам энергии), законодательства Республики Узбекистан, указов и постановлений Президента Республики Узбекистан. В статье рассматривается работа, которую необходимо провести к 2030 году для борьбы с глобальным потеплением на 1,50°C, и в этой связи вопросы увеличения доли возобновляемых источников энергии в Республике Узбекистан до 25 процентов к 2026 году.

**Ключевые слова:** Международное агентство по возобновляемым источникам энергии, глобальная температура, возобновляемая энергетика, World Energy Transitions Outlook, Караузакская районная МГЭС Республики Каракалпакстан, ACWA Power

**Abstract:** This article presents analytical data on the current status and prospects of wind energy use in the regions of the world and the Republic of Uzbekistan, based on data from the international organization IRENA (International Renewable Energy Agency), the legislation of the Republic of Uzbekistan, and decrees and resolutions of the President of the Republic of Uzbekistan. The article examines

the work that needs to be done by 2030 to combat global warming by 1.50°C, and in this regard, the issue of increasing the share of renewable energy sources in the Republic of Uzbekistan to 25 percent by 2026.

**Keywords:** International Renewable Energy Agency, global temperature, renewable energy, World Energy Transitions Outlook, Karauzak District SHPP of the Republic of Karakalpakstan, ACWA Power

**Кириш**

Қайта тикланадиган энергия, глобал температуранинг саноатгача бўлган даражадан 1,5°C ошишига чегара қўйиш ва Барқарор Ривожланиш Мақсадларига эришишда муҳим аҳамиятга эга. Уни ҳаётий ролини Буюк Британиядаги COP28 климат анжуманида тасдиқланди, бу тарихий мос келадиган воқеа бўлиб, иштирок этган тарафлар глобал климат музокараларида янги даврга қадам қўйиб, қайта тикланадиган энергия мақсадига қўл урдилар.

Биринчи Жаҳон Ҳисоботи натижалари тарихий БАА (Бирлашган Араб Амирликлари) консенсусига олиб келди, бу глобал энергия тизимининг келажагини шакллантириш учун аниқ йўл харитасини тақдим этди. Жорий замондагидек қазиб олинадиган ёқилғиларга боғланишдан чиқиш, қайта тикланадиган энергия қувватини 2030 йилга қадар уч бараварга ошириш учун дарҳол ва аниқ ҳаракатларни талаб қилади.

Қайта тикланадиган энергия қувватини уч бараварга ошириш мақсади IRENA (International Renewable Energy Agency) ташкилотига қаратилган саъй-ҳаракатларнинг муҳим тасдиғидир, бу ташкилотнинг асосий нашри - World Energy Transitions Outlook (WETO). (WETO)дан келиб чиқади. Ушбу ҳисоботда белгиланган 1,5°C сценарийга кўра, 2030 йилгача жаҳон бўйича қайта тикланадиган энергияни ишлаб чиқаришни 11,000 гигаватт (GW) ёки 11 тераватт (TW) га ошириш учун йил давомида 1,000 гигаваттдан ортиқ энергия қуввати қўшилиши керак.

Ушбу жаҳон мажбуриятига эришиш учун кучайтирилган сиёсат чоралари, сармояларнинг оширилиши ва глобал ҳамкорликни кучайтириш талаб этилади. Бу, ўн йилнинг қолган йилларида дунёни 1,5°C йўналишига йўналтириш ва Барқарор Ривожланиш Мақсадларига эришиш учун муҳим аҳамиятга эга эканлигини таъкидлайди.

IRENA ташкилоти, ишончли агентлик сифатида, ҳар йили мақсадга эришиш учун ривожланишни кўриб чиқиш ва хато ва камчиликларни аниқлашга қатъий ишонади. Ушбу давом эттириладиган баҳолаш COP28 мажбуриятини кузатиш ва 2030 йил ва ундан кейинги даврга бориш учун ҳаракатларни давом эттириш учун муҳим аҳамиятга эга.



ISSN 3030-3907

**1-жадвал**

**Дунёнинг 2030 йилга қадар қайта тикланувчи энергия манбаларига бўлган йўл харитаси**

| Қайта тикланадиган энергеия манбалари | | |
|---|---|---|
| 2023 йил | | 2030 мақсадлари (1,5ºC сценарий) |
| Қўшимча ўрнатилган қайта тикланадиган энергия манбалари | Умумий ўрнатилган қайта тикланадиган энергия манбалари | |
| 473 ГВт | 3870 ГВт | 11174 ГВт |
| Минимум ўсиш суръати | | 16,4 % |
| Қўшимча зарур бўлган қайта тикланадиган энергия қуввати | | 1044 ГВт |
| Ўрнатилган қувватда қайта тикланадиган манбалар улуши | 43 % | 77 % |
| Қайта тикланадиган энергиянинг ишлаб чиқаришдаги улуши | 28% | 68% |
| Йиллик қўёш энергия манбалари | 346 ГВт/йил | 578 ГВт/йил |
| Йиллик шамол энергия манбалари | 116 ГВт/йил | 360 ГВт/йил |
| Йиллик гидроэнергия энергия манбалари | 7 ГВт/йил | 28 ГВт/йил |
| Йиллик биоэнергия энергия манбалари | 4 ГВт/йил | 28 ГВт/йил |
| Йиллик геотермал энергия манбалари | 0,2 ГВт/йил | 13 ГВт/йил |
| Йиллик денгиз тўлқинлари энергия манбалари | 0,0018 ГВт/йил | 10 ГВт/йил |
| Электр ва уланувчи гибрид енгил автомобилллар захираси | 40 милион | 360 милион |
| Электролиз сиғими захираси манбалари | 2,9 ГВт/йил | 428 ГВт/йил |



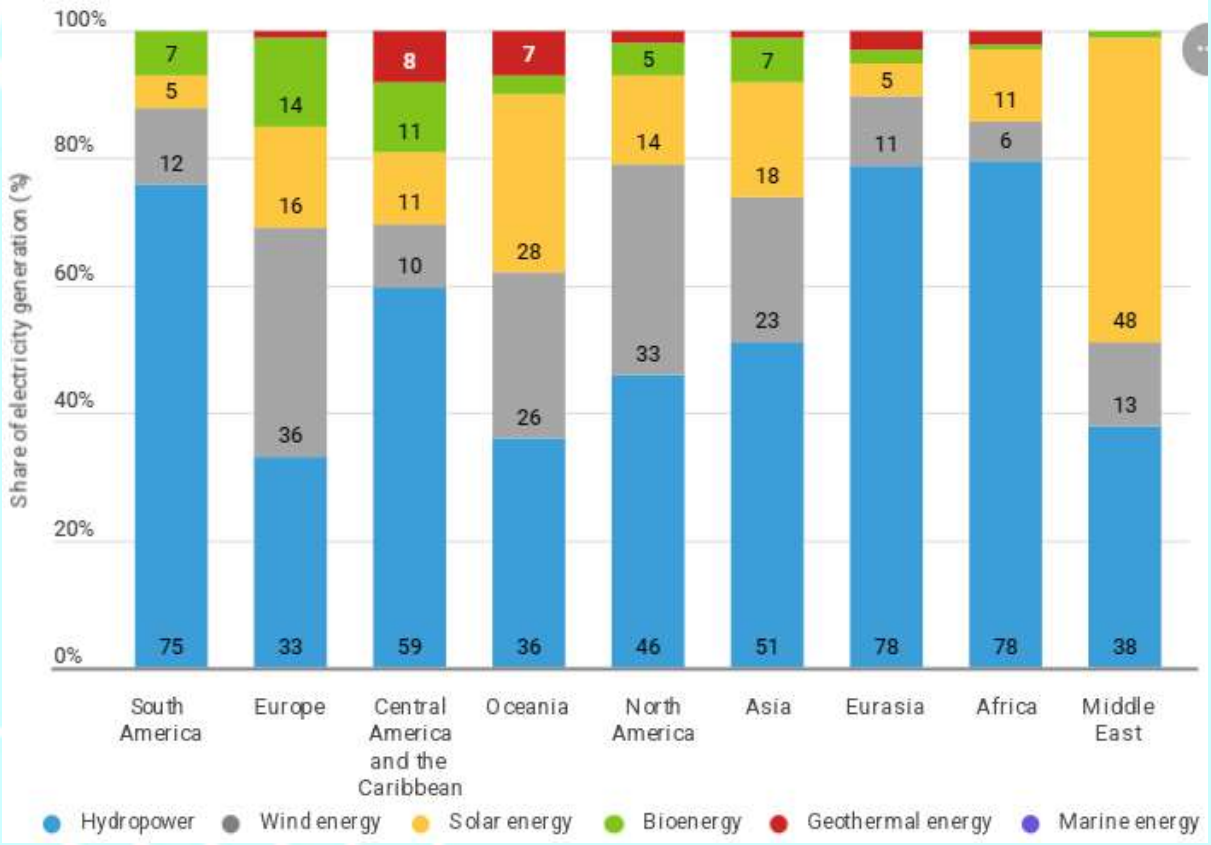
ISSN 3030-3907

| | | |
|---|---|---|
| Қайта тикланадиган энергия ишлаб чиқаришга инвестицияла | 570 млрд USD | 1550 млрд USD |
| Электр тармоқлари ва мослашувчанлик учун инвестиция эҳтиёжлари | 368 млрд USD | 720 млрд USD |

2023 йилда қайд этилган рекордли қайта тикланадиган энергия ўсишига қарамай, энергия ўтиш жараёни узлуксиз структуравий тўсқинликлар ва сармоялар камлиги сабабли ўз йўналишидан четлашган. Қайта тикланадиган энергия қувватини 2030 йилга қадар уч бараварга ошириш техник жиҳатдан имкониятга эга ва иқтисодий жиҳатдан амалга ошириш мумкин, лекин уни амалга ошириш учун қатъият, сиёсатни қўллаб-қувватлаш ва кенг кўламдаги сармоя киритилиши талаб этилади.

COP28 натижаларига кўра 2030 йилга қадар қайта тикланадиган энергия қувватини уч бараварга ошириш 2023 йилда қайта тикланадиган энергиянинг жаҳон энергия миқдорига 473 гигаватт (GW) қўшилиши билан янги рекорд ўрнатилганини таъкидлайди.

Бироқ, (IRENA)нинг қисқача хулосасига кўра, қайта тикланадиган энергия қувватини уч бараварга ошириш энергия ўтишининг тизимли ва структуравий тўсқинликларини енгишга боғлиқ.




**1-расм. Дунё минтақларидаги электр энергияси ишлаб чиқариш манбалари улуши**



ISSN 3030-3907

Сиёсатларнинг ривожланиши, геополитик ўзгаришлар ва нархларнинг пасайиши жаҳон бўйича қайта тикланадиган энергиянинг тез ўсишини ривожлантиришда муҳим роль ўйнади. Лекин, қайта тикланадиган энергия қувватини уч бараварга ошириш учун инфратузилмани, сиёсатларни ва ишчи кучини кучайтириш, сармояларни ошириш ва халқаро ҳамкорликни яқинлаштириш учун қўлланиладиган ташаббуслар керак, бунинг барчаси IRENAнинг Берлин Энергия Трансформациялари Диалогига тақдим этилган World Energy Transitions Outlook (WETO) хулосасида таъкидланган.

Қайта тикланадиган энергия ишлаб чиқаришга сармоялар 2023 йилдаги 570 миллиард АҚШ долларидан 2024 йилдан 2030 йилгача ҳар йили ўртача 1550 миллиард АҚШ долларига ошиши керак.

Қайта тикланадиган энергия қувватини уч бараварга ошириш мақсади ҳали ҳам кафолатланмаган, чунки 2030 йилга қадар керакли 11 тераватт (TW) га етиш учун қўшимча 7,2 тераватт қайта тикланадиган энергия жорий қилиниши керак. Аммо, жорий прогнозлар кўрсатишича, аниқ сиёсат чоралари кўрилмаса, бу мақсадга эришиш имкони қийин. Масалан, G20 давлатлари 2022 йилда 3 тераваттдан кам бўлган қайта тикланадиган энергия қувватини 2030 йилга қадар 9,4 тераваттга оширишлари керак, бу эса жаҳоннинг 80% дан ортиқ ҳиссасини ташкил этади.

Инфратузилма ва тизим операцияларига (масалан, электр тармоқлари, саклаш) шиддатли сармоя киритиш, сиёсат ва норматив ҳужжатларни қайта кўриб чиқиш (масалан, электр бозори тузилиши ва рухсатномаларни соддалаштириш), таъминот тўпламларини мустаҳкамлаш ва зарурий кўникмаларни ривожлантириш учун чоралар, ҳамда сармояларни сезиларли даражада ошириш - жумладан, халқаро ҳамкорлик орқали кўмакланган давлат маблағлари - муҳим аҳамиятга эга.

Қайта тикланадиган энергия имкониятларига қарамай, ривожланаётган давлатлар сармоялар бўйича норозилик билан паст даражада инвестиция олган. Энергия ўтишга оид сармоялар 2023 йилда рекордли юқори даражага етиб, 2 триллион АҚШ долларини ортди, лекин ривожланишда бўлган бозорлар ва иқтисодиётлар жаҳон сармояларининг фақат ярмини ташкил этди. 120 та ривожланаётган мамлакатлар жаҳон қайта тикланадиган энергия сармояларининг фақат 15%ини олди, Суб-Сахара Африка эса жаҳон энергетикадан кам таъминланган аҳоли кўпайган минтақаси бўлган ҳолда, қайта тикланадиган энергия сармояларининг 1,5%идан камроғини олди.

Бунга қарама-қарши, 2022 йилда қазиб олитнадиган ёқилғилар 1,3 триллион АҚШ доллари миқдоридаги субсидиялар олди, бу 2030 йилга қадар қайта тикланадиган энергия ишлаб чиқариш қувватига уч бараварга ошириш учун керак бўлган йиллик сармояга тенгдир. IRENAнинг 1,5°C сценарийи


ISSN 3030-3907

учун муҳим жиҳат шундан иборатки, қайта тикланадиган энергия ишлатилишининг ошиши қазиб олинадиган ёқилғиларга бўлган боғланишнинг камайиши билан бирга бўлиши керак. Иккала жиҳат ҳам кечикмоқда. G20 давлатлари 2022 йилда қазиб олинадиган ёқилғиларни қўллаб-қувватлаш учун рекордли 1,4 триллион АҚШ доллари миқдорида давлат маблағларини сарф қилдилар, бу COP28да қазиб олинадиган ёқилғилардан чиқишга бўлган мажбуриятга тўғридан-тўғри зиддият ҳисобланади.

Халқаро ҳамкорликни кучайтириш жуда муҳим бўлади, чунки глобал жанубга молиявий оқимларни таъминлаш ва уч бараварга ошириш мажбуриятини амалга ошириш зарур. Суб-Сахара Африка мамлакатлари дунёдаги энг юқори молиявий харажатларга дуч келмоқда, бу эса халқаро ҳамкорликни кучайтириш зарурлигини кўрсатади.

Давлат молиясини стратегик тарзда фойдаланиш кенг кўламда сармоя жалб қилиш ва барча учун ижтимоий-иқтисодий фойда келтирадиган инклюзив энергия ўтишини амалга ошириш учун муҳимдир. Бу, ривожланишдаги мамлакатларда энергия ўтишини самарали қўллаб-қувватлаш учун кўптаёнилашган молиявий механизмларда структуравий ислоҳотларни талаб қилади.

Ҳозирги кунгача Ўзбекистонда асосан гидроэлектростанциялар ишлаб чиқараётган қайта тикланувчи энергия манбалари ҳиссасига мамлакатда ишлаб чиқарилаётган электр энергияси умумий ҳажмининг атиги ўн фоизи тўғри келган. Ниҳоятда катта салоҳият мавжуд бўлишига қарамасдан, қуёш ва шамол сингари қайта тикланувчи энергия манбаларининг имкониятларидан тўлиқ даражада фойдаланилмаяпти.

Шу муносабат билан, иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологиялар ва қайта тикланувчи энергия манбаларини кенг жорий этиш давлат сиёсатининг ҳозирги босқичдаги долзарб йўналишларидан бири бўлиб қолиши лозим.

Илғор хорижий тажрибани инобатга олиб, мавжуд ресурсларни ва ишга солинмаган салоҳиятни жалб этиш орқали энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологиялар ва қайта тикланувчи энергия манбаларини кенг жорий этиш, иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия сарфи ҳажмини кескин камайтириш борасидаги ишларни комплекс ташкил этиш, шунингдек, ёқилғи-энергетика ресурсларидан оқилона ва самарали фойдаланишни таъминлаш белгиланган.

Ўзбекистон Республикасининг, 21.05.2019 йилдаги, ЎРҚ-539-сон «Қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш тўғрисида» Қонуни, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 22 августдаги ПҚ-


ISSN 3030-3907

4422-сон «Иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологияларни жорий этиш ва қайта тикланувчи энергия манбаларини ривожлантиришнинг тезкор чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорини, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022 - 2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 8 июлдаги ПҚ-314-сон « Қайта тикланувчи энергия манбаларини ривожлантириш учун зарур ер майдонларини ажратиш мақсадида Ўзбекистон Республикаси Президентининг айрим ҳужжатларига ўзгартириш ва қўшимчалар киритиш тўғрисида»ги қарорини, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2023 йил 16 февралдаги ПҚ-57-сон «2023 йилда қайта тикланувчи энергия манбаларини ва энергия тежовчи технологияларни жорий этишни жадаллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида» қарорини, Ўзбекистон Республикаси Маҳкамасининг 2022 йил 5 октябрдаги 568-сон “Аҳолининг маҳаллий ишлаб чиқарувчилар томонидан ишлаб чиқарилган қайта тикланувчи энергия манбаларининг қурилмаларини харид қилиш харажатларининг бир қисмини компенсация қилиш ёки бўлиб-бўлиб тўлаган ҳолда сотиб олиш тартиби тўғрисидаги низомни тасдиқлаш ҳақида”ги қарорини 2020-2030 йилларда Ўзбекистон Республикасини электр энергияси билан таъминлаш концепцияси ҳамда ушбу йўналишга тегишли барча меъёрий хужжатларда келтирилган мақсад ва вазифаларни бажаришда ҳамда юқоридаги муаммоларни ечишда, фаза роторли асинхрон генераторларни ўзгарувчан шамол энергиясидан электр энергиясини олишда қўллаш орқали шамол электр станцияларининг электр энергетика тизимига бераётган электр энергиясининг сифатига таъсир этувчи юқори гармоникаларни камайтириш имкониятини кўзда тутувчи ушбу Шамол энергиясини электр энергиясига ўзгартиришда фаза роторли асинхрон генераторни қўллаш мавзуси муҳим ахамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022 - 2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги фармонининг 24 мақсадида, иқтисодиётни электр энергияси билан узлуксиз таъминлаш ҳамда «Яшил иқтисодиёт» технологияларини барча соҳаларга фаол жорий этиш, иқтисодиётнинг энергия самарадорлигини 20 фоизга ошириш белгиланган. Ушбу мақсадни амалга ошириш учун, қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланишни кенгайтириш ва қўллаб-қувватлаш дастурини ишлаб чиқиш кўзда тутилган. Бунда, Қораузак туманида 3 та (1,1 ГВт), 2025-2026 йилларда


ISSN 3030-3907

Қорақалпоғистон Республикасида камида 4 та (2,4 ГВт) ШЭСни ишга тушириш кўзда тутилган.

Қуйидаги 2-жадвалда, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 22 августдаги ПҚ-4422-сон қарорининг 1-иловасида қайта тикланувчи энергия манбаларини янада ривожлантиришнинг мақсадли параметрлари келтирилган бўлиб, бу параметрлар асосида энергетика вазирлиги ўзининг қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланишнинг стратегик йўналишини белгилайди.

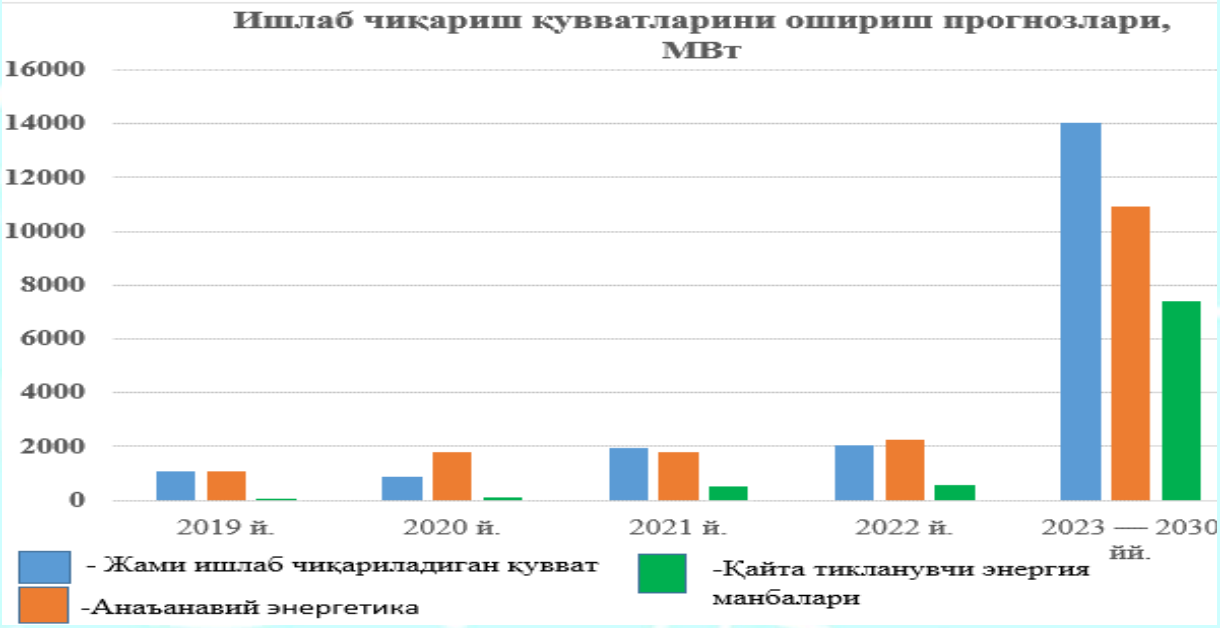
**2-жадвал**

| **Т/р** | **Кўрсаткичлар номи** | **Ишлаб чиқариш қувватларини ошириш прогнозлари, МВт** | | | | | **Электр энергияси ишлаб чиқариш улуши, фоиз** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2019 й. | 2020 й. | 2021 й. | 2022 й. | 2023 — 2030 йй. | 2018 й. | 2030 й. |
| **Жами** | | 1074,1 | 886,8 | 1961,5 | 2061,6 | 14017,8 | 100 | 100 |
| 1. | Анъанавий энергетика | 1 050 | 1807 | 1777 | 2259,4 | 10910,2 | 90 | 75 |
| | *Шу жумладан, қувватларни фойдаланишдан чиқариш* | - | 1060 | 320 | 740 | 4280 | - | - |
| 2. | Қайта тикланувчи энергия манбалари | 24,1 | 119,8 | 504,5 | 542,2 | 7387,6 | 10 | 25 |
| | шундан: | | | | | | | |
| 2.1. | Гидроэнергетика | 24,1 | 119,8 | 204,5 | 420,2 | 1487,6 | 10 | 11,2 |
| 2.2. | Қуёш энергетикаси | - | - | 300 | 400 | 4300 | - | 8,8 |
| 2.3. | Шамол энергетикаси | - | - | - | 100 | 1600 | - | 5 |

2018 йилда Ўзбекистон электр энергетикаси, ишлаб чиқарилган жами қувватнинг 90 % ни анъанавий турдаги яъни табий газ ва кўмир ёқиш эвазига олинган бўлса, 2030 йига бориб бу кўрсаткич, қайта тикланувчан энергия манбаларини ишга туширишнинг эвазига 75 % га туширилиши режалаштирилган.



ISSN 3030-3907




**2-расм. Ишлаб чиқариш қувватларини ошириш прогнозлари**

2030 йига бориб, қайта тикланувчан энергия манбалари улушини 25 % га етказиш учун, гидроэнергетика улушини 11 % га, қуёш энергетикаси улушини 8,8 % га, шамол энергетикаси улушини 5 % га ошириш кўзда тутилган.




**3-расм. Қайта тикланувчи энергия манбаларидан қувват ишлаб чиқариш прогнозлари**

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2023 йил 16 февралдаги ПҚ-57-сон «2023 йилда қайта тикланувчи энергия манбаларини ва энергия тежовчи технологияларни жорий этишни жадаллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарори асосида Қорақалпоғистон Республикаси Қораўзак туманида жорий йилда қуйидаги ишлар амалга оширилмоқда.



ISSN 3030-3907

**3-жадвал**

| Т/р | Станция жойлашуви | Инвесторлар | Ишга тушириш муддати (йил, ой) | Лойиха қиймати (млн долл.) | Станция қуввати, (МВт) | | Йиллик ишлаб чиқариш ҳажми (млн кВт/соат) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | жами | шундан, 2023 йилда ишга туширилади иган | жами | шундан, 2023 йилда |
| 4. | Қорақалпоғистон Республикаси Қораўзак тумани ШЭС | ACWA Power (Саудия Арабистони) | 1 навбати — 2025 йил май; тўлиқ — 2026 йил август | 107 | 100 | | 350 | |

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 22 августдаги ПҚ-4422-сон қарори ижросини таъминлаш мақсадида 2030 йига бориб, шамол энергетикаси улушини 5 % га етказиш мақсадида Бирлашган Араб Амирлиги нинг Masda компанияси билан, жами қиймати 600 млн АҚШ доллари миқдоридаги 1 та лойиха, Саудия Арабистонининг ACWA Power компанияси билан, жами қиймати 1307 млн АҚШ доллари миқдоридаги 3 та лойиха имзоланган.

**Хулоса**

Дунё минтақаларида 2030 йилга қадар қайта тикланувчи энергия манбалари улушини 3 баробарга ошириш эвазига глобал исиш эффектини камайтиришга эришилади. Ўзбекистон республикасида 2030 йилга қадар қайта тикланувчи энергия манбалари улушиги 25 фоизга етказилади, ҳамда бунинг эвазига йилига қарийб 3 млрд куб метр табиий газни тежаш кўзда тутилган.

## ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Ўзбекистон Республикасининг, 21.05.2019 йилдаги, ЎРҚ-539-сон «Қайта тикланувчи энергия манбаларидан фойдаланиш тўғрисида» Қонуни.



ISSN 3030-3907

2. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 22 августдаги ПҚ-4422-сон «Иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳанинг энергия самарадорлигини ошириш, энергия тежовчи технологияларни жорий этиш ва қайта тикланувчи энергия манбаларини ривожлантиришнинг тезкор чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарори.
3. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022 - 2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги фармони.
4. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 8 июлдаги ПҚ-314-сон « Қайта тикланувчи энергия манбаларини ривожлантириш учун зарур ер майдонларини ажратиш мақсадида Ўзбекистон Республикаси Президентининг айрим ҳужжатларига ўзгартириш ва қўшимчалар киритиш тўғрисида»ги қарори.
5. International Renewable Energy Agency (IRENA) ташкилотиниг 2030 йилга қадар қайта тикланадиган глобал энергия қуввати мақсадли кўрсаткичлари. Targeted global renewable power capacity by 2030. https://www.irena.org/Energy-Transition/Outlook/Tracking-progress#key-data.


ISSN 3030-3907

УДК 677.21.03.004.4

# УСЛОВИЯ И СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ ХЛОПКА И ЕГО КОМПОНЕНТОВ К ХРАНЕНИЮ

**Х.К. Рахмонов.**
***Бухарский государственний технический университет, г. Бухара, Узбекистан***
***E-mail: raxmon@mail.ru***
**М.Ф. Хамидова**
***Бухарский государственний технический университет, г. Бухара, Узбекистан***

**Аннотация.** В данной статье рассматривается регламентирование технологического процесса подготовке технических семян до отправки на маслозаводы. Приведен регламент применяемых меры по сохранности качества технических семян на хлопко- маслозаводах. Виявлено важнейшие физико-механические характеристики микротвердости кожуры. Приведено результаты теоретических исследование вопросов тепло и массообмена с целью анализа возможности интенсификации равномерности нагрева и сушки компонентов хлопка-сырца.

**Ключевые слова:** Хлопок, волокна, полиэстер, влажность, семена, масло, сушильный барабан, кожура, ядро, микротвердость, термообработка.

**Annotation:** This article discusses the regulation of the process of technical preparation of seeds to send oil mills. Shows technical measures applied to the seed quality preservation at the cotton and oil mills. It contains important physical and mechanical properties microhardness peel.

**Key words:** Cotton fibers, polyester, moisture, seeds, oil, drum dryer, peel, core, debris, and thermal treatments.

**Annotatsiya**. Ushbu maqola yog ' zavodlariga yuborishdan oldin texnik urug'larni tayyorlash uchun texnologik jarayonni tartibga solishni ko'rib chiqadi. Paxta va qaymoq zavodlarida texnik urug'larning sifatini saqlash bo'yicha qo'llaniladigan chora - tadbirlar reglamenti keltirilgan. Terining mikro qattiqligining eng muhim fizik-mexanik xususiyatlari. Paxta xom ashyosining tarkibiy qismlarini isitish va quritishning bir xilligini kuchaytirish imkoniyatini tahlil qilish uchun issiqlik va massa almashinuvi masalalarini nazariy o'rganish natijalari keltirilgan.

**Kalit so'zlar:** paxta, tolalar, poliester, namlik, urug'lar, yog', quritish baraban, qobiq, yadro, mikro qattiqlik, issiqlik bilan ishlov berish.

**Введение.**

Как всем давно известно, что хлопок является самой экологичной продукций в мире. Она дышащая, гипоаллергенная, приятная на ощупь, комфортная к телу, довольно теплая, хорошо впитывает влагу, легко



ISSN 3030-3907

отбеливается, не электризуется. Иногда в состав добавляют и искусственные волокна, например, полиэстер или лайкру.

Четыре вида (Gossypium arboreum, Gossypium barbadense, Gossypium herbaceum, хлопчатник обыкновенный) хлопчатника начали скорее всего независимо использовать для изготовления текстиля. В целом, с начала XX века происходило падение уровня занятости в хлопковой промышленности в силу развития механизации. Анализ рынка хлопка показывает, что -рынок хлопка вырастет на 2,68% в годовом исчислении с 2022 по 2023 год (рис.1)

Сегодня хлопок остаётся главным экспортным товаром во многих государствах и большую часть ежегодного урожая хлопка составляет длинноволокнистый хлопок [2].

В том числе хлопок в Узбекистане является экспортной культурой и одним из главных в стране стратегических ресурсов и основным источником твердой валюты для государства. Узбекистан является шестым по величине в мире производителем хлопка и четвертым по экспорту волокна, что составляет 5 процентов от мирового производства хлопкового волокна. Узбекистан экспортирует около




**Рис.1 Приозводста хлопка**

Одного миллиона тонн хлопкового волокна в год. Для сохранения природных качества получаемого после переработки волокна необходимо соблюдать некоторые технические регламенты и условия хранения, которые является основным ключевым фактором [3].

Практика показывает, что значительная часть хлопка, вырабатываемого на хлопкоочистительных заводах, отличается повышенной влажностью. В соответствии с регламентированным технологическим процессом хлопок до переработки временно хранится в основном на площадках. При этом волокна и семена подвергаются дополнительному увлажнению в результате выпадения атмосферных осадков. Такие семена и


ISSN 3030-3907

волокно соответственно требуют изменения технологических условий хранения и переработки на масложировых и текстильных предприятиях.

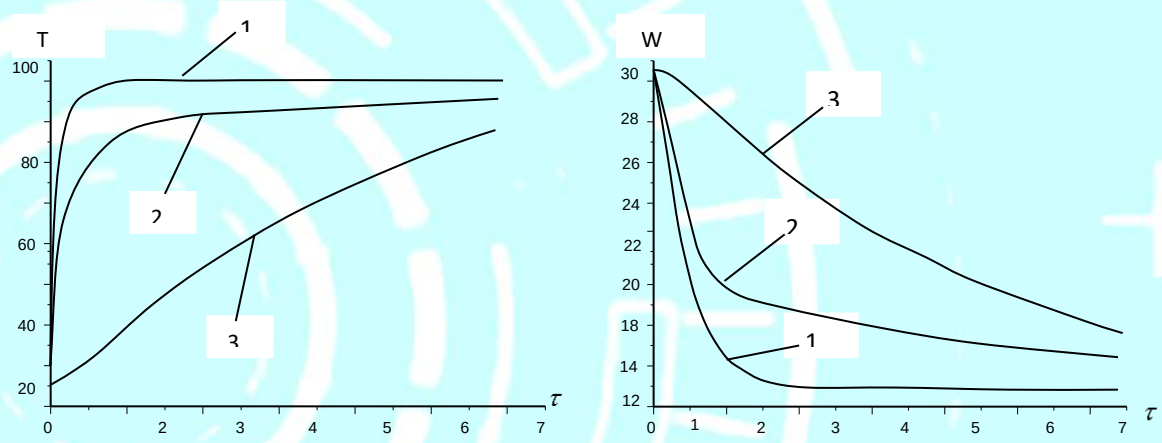
Повышенная влажность и содержание сорных примесей вызывают нарушения в технологическом процессе их переработки. Надо отметит, что применяемые меры по сохранности природных качеств технических семян и волокна на хлопко и маслозаводах малоэффективны. Известно, что хлопок-сырец с повышенной влажностью подвергается сушке в СОЦе хлопкоперерабатывающих заводов, чтобы при переработке влажность его находилась в пределах 8-9 % [4]. Тем не менее, в большинстве случаев семена выходят с повышенной влажностью, поскольку время пребывания хлопка-сырца в сушильном барабане ограничено и семена не просушиваются, т.к. по своему строению они не однородны и состоят из трех основных компонентов: волокно, кожура и ядро семени. Химический состав компонентов различен и поэтому различны их влагосорбционные свойства. С изменением влажности хлопковых семян изменятся и его физико-механические свойства, от которых зависит технологический процесс обработки материала и свойства получаемой продукции.

**Методы и материалы**

Важнейшим из физико-механических характеристик является микротвердость кожуры. В процессе переработки под воздействием механических нагрузок кожура семени повреждается, образуя при этом кожицу с волокном и битое семя. Степень повреждения в большей мере зависит от прочности кожуры семян, которая в свою очередь взаимосвязана с ее влажностью. Поэтому, для установления влияния этих факторов на качественные показатели семян проведены исследования в лабораторных условиях на хлопковых семенах разновидности С-6524 и Бухора-6 влажностью 7,0 и 15 %. При влажности 7,8 % микротвердость кожуры семян для селекции С-6524 и Бухора-6 равнялась соответственно 205,8 и 191,7 н/мм$^2$. С увеличением влажности семян до 12 % микротвердость кожуры снизились до 132,5 и 128,2 н/мм$^2$. В то время, с ростом, влажности с 12 % до 15 % микротвердость кожуры снизилась всего лишь на 14 н/мм$^2$. Наиболее слабым участком семени, способным к разрушению и образованию пороков, является овалная часть. Поэтому при переработке семян с влажностью ниже 7,0 % увеличивается битое семя, выше 9,0 % увеличивается кожица с волокном. [5,6,7]. Предполагалось, что путем управления температурных режимов удается создать благоприятное условия , которые приведет к снижению степень повреждения и обеспечивают равномерное и интенсивное удаление влаги из поверхности компонентов хлопка-сырца. Для определения температуры и влаги на поверхностях, вдоль которых происходит


ISSN 3030-3907

теплообмен с контактирующими другими поверхностями, нами были использованы нестационарные уравнения




**а)** **б)**

**Рис. 2. Зависимость температуры (а) и влажности (б) волокна-1, кожура-2, ядра-3 от времени** $\tau$ *(мин)*.

$$u_{20} = u_2(r_1,\tau) = u_h - (u_h - u_k)\overline{W}(\tau), \quad u_0 = u_h - (u_h - u_k)p_n^{(0)}\overline{T}_0(\tau), \ (1)$$

Тепломассообмена, удовлетворяющие условиям поглощения тепла и отбора влаги при переходе через эти поверхности. Полагая, что на внешней и внутренней поверхности температура, а также влажность одинаковая и равна можно написать следующие уравнение

$$T_2 = T_{20}(t) = T_к + (T_в - T_я)Q(t), \qquad u_2 = u_н - (u_н - u_k)W(t). \qquad (2)$$

Влажность на поверхности кожуры и ядре семян вычисляются по формулам

$T_0$ - начальные значения температуры и влаги какой -либо компоненты (например, воздуха) хлопка- сырца.

$\rho$, $\rho_1$ - плотности кожуры, воздушной прослойки и ядра

$c$ и $c_1$ - теплоемкость кожуры и ядра

$\overline{T}_k$, $T_в$ и $\overline{T}_я$ - соответственно приведенные температуры кожуры, воздушной прослойки и ядро семян

По результатам численно-экспериментального исследования получено зависимости температуры и влажности хлопкового волокна, кожура и ядра семени от времени рис.2. Из них видно, что перепад температуры между волокнами и кожурой, а также ядро семени через 30 секунд составляет 47 $^0$C и 59 $^0$C, а перепад влажности при этом составляет 1,6 % и 9,6 %. [8]

**Результаты и обсуждения.**

Получение результаты показывают пересмотр применения высокой темпера-туры для сушки хлопка-сырца и трудности обеспечения равномерности уда-ления влаги из компонентов хлопка-сырца



ISSN 3030-3907

Дальнейшие проведенные исследования показали, что при хранении влажных семян выше 10 % без профилактических мероприятий, привело их к самосогреванию. Интенсивность этого процесса зависит от влажности и температуры окружающего воздуха. Так, в семенах влажностью 12-15 % самосогревание начинается на третьи сутки, выше 20 % - на вторые.

При хранении хлопковых семян с влажностью 14,7 % изменилась его масличность – данные на первые сутки I сорта 22,4 %, через 7 суток 21,6 %, на 21 сутки 18,2 % и на 35 сутки 17,3 % [9-11].

Увеличение влажности и засоренности технических семян приводят к созданию благоприятных условий для развития грибков и биологических процессов, что приводит к качественному изменению и снижает их масличность.

Чтобы пресечь эти процессы предлагается обработка хлопковых семян различными способами: химические, термические, биохимические, электрически и т.д. Каждый из способов имеет свои особенности, преимущества и недостатки. Однако с учетом процесса хранения хлопковых семян они трудно применимы в промышленности.

Одним из основных способов предотвращения процесса разрушения хлопковых семян является термообработка с использованием тепломассообменных и гидродинамических процессов. Этот метод может быть использован при обработке хлопковых семян перед складированием или при интенсификации технологических процессов его переработки [12].

Анализ известных условий и способов подготовки хлопковых семян к переработке и хранению показал, что имеется возможность предотвращения самосогревания, а также изменения их природных свойств.

В основу изучения процесса самосогревания заложен не только фактор влажности хлопковых семян, но и биохимические биологические процессы, которые регистрируются по изменению скорости всхожести и масличности семян.

**Вывод**

На основе вышеприведенных анализов и исследование разработано и предложены новые способы подготовки хлопковых семян к хранению с использованием тепломассообмена и гидродинамических процессов, которые являются новыми технологиями.

## ЛЫТЕРАТУРА

1. Statistical data of top cotton producers.( https://www.yahoo.com/ lifestyle/cotton-market-grow-2-68-233000256.html)

2. Khayridin Rakhmonov, Sirojiddin Fayziev, Khakimboy Rakhimov, Dilfuza Kazakova 2021 Relative speed and temperature effect investigation of the of the



ISSN 3030-3907

drying agent on the moisture content of cotton *E3S Web Conf* **264** 04008
3. Рахманов Х.К. Разработка эффективных конструкций и методов расчёта системы подготовки, загрузки и складирования хлопка в модуле: Дис... док. техн. наук. – Ташкент, 2012. С. 34
4. Rakhmonov Kh. K., Fayziev S. Kh 2019 International journal of advanced research in science, engineering and technology Volume 6, Issue 5 p9496-9500
5. Fayziev S., Rakhmonov Kh., Rakhimov Kh., Ibodullaev O., Mirzoyeva S 2021 Theoretical, practical and experimental research on the creation of an energy-saving universal screw in a new design of the transfer line of the drying drum of raw cotton Scientific journal “Archivarius” 7(1) p 42-49
6. Rakhmonov Kh.K., Fayziev S.Kh., Qodirova D.Kh 2020 FAP 01544
7. Fayziev S.Kh., Rakhmonov Kh.K., Rakhimov Kh.K., Toyirova G.T., Mirzayeva S.S 2021 Screw mixer-feeder for drying drum Scientific electronic journal "Matrix of scientific cognition" 1(2) p 68-73
8. Ibodullayev, O. O., Rasulov, E. N., & Muxidinova, S. N. THE ROLE OF OPTICAL SENSORS IN OPTIMIZING THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF COTTON CLEANING MACHINES SH Fayziyev Buxoro davlat texnika universiteti.
9. Rakhmonov Kh.K., Fayziev S.Kh 2021 Influence of temperature and humidity on the process of cleaning and cleaning cotton Development of science and technologies scientific and technical journal 5 p 262-266
10. Fayziyev, S. H., Ibodullayev, O. O., Rasulov, E. N., & Muxidinova, S. N. ENERGY-EFFICIENT CLEANING TECHNOLOGY OF COTTON RAW MATERIAL USING A VIBRATING MESH SURFACE.
11. Rakhmonov Kh.K., Shodiev Z.O., Fayziev S.Kh 2018 Theory and practice of priority scientific research IV p 62-63
12. Fayziev, S. H., Fatullayeva, S. I., & Nazhmiddinov, I. P. (2023). Influence of density and temperature on the rate of moisture release during drying of cotton raw materials. In Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы (pp. 135-140).


ISSN 3030-3907

UO‘T 687.157.796.41/.03.017.427

# AYOLLAR USTKI TRIKOTAJ KIYIMLARIGA BO‘LGAN EHTIYOJNI O‘RGANISH UCHUN MARKETING TADQIQOTLARI TAHLILI

**Ergasheva Rashida Abdug‘aniyevna**
*Namangan davlat texnika universiteti PhD.*

**Annotatsiya**: Ushbu maqolada ayollar ustki kiyimida trikotaj matolaridan foydalanish va buning uchun 2 qavatli trikotaj matosining xossalarini bashoratlash asosida uning ekspluatasion xossalarini ta'minlash bo‘yicha tadqiqot natijasi keltirilgan. Shuningdek, marketing tadqiqotlari o‘tkazish orqali respondentlarning ayollar ustki trikotaj kiyimlariga bo‘lgan ehtiyojni o‘rganilgan. Tavsiyalar asosida yangi modellar tavsiya etilgan.

**Kalit so‘zlar:** trikotaj, model, ayol, ustki, rang, so‘rovnoma.

**Аннотация**: В данной статье представлены результаты исследования применения трикотажных полотен в женской верхней одежде и обеспечения эксплуатационных свойств на основе прогнозирования свойств двухслойного трикотажного полотна. Также с помощью маркетингового исследования были изучены потребности респондентов в женской верхней одежде. На основе полученных предложений были рекомендованы новые модели.

**Ключевые слова:** трикотаж, модель, женщина, верх, цвет, анкета.

**Abstract:** This article presents the results of a study on the use of knitted fabrics in women's outerwear and the provision of performance properties based on predicting the properties of double-layer knitted fabric. Marketing research was also used to assess respondents' needs for women's outerwear. Based on the recommendations received, new models were recommended.

**Keywords:** knitwear, model, woman, outerwear, color, questionnaire.

**Kirish.**

Jahonda xomashyoni xususiyatlarini inobatga olgan holda texnologiyani avtomatlashtirish, raqobatbardosh hamda eksportbop tikuv-trikotaj mahsulotlarining yangi assortimentini yaratish va ayollar ustki trikotaj kiyimlarini loyihalash muhim ilmiy-amaliy masalalar qatoriga kiradi [1].

Trikotaj sanoatida juda ko‘p turdagi to‘qimalar mavjud bo‘lib, ich kiyim, yengil kiyim va ustki kiyim mahsulotlari uchun asosan jakkard, press, aralash va ikki qatlamli trikotaj to‘qimalari qo‘llaniladi. Trikotaj to‘qimalarini ishlab chiqarishni yangi texnologiyalarini ishlab chiqish, yangi tarkib va tuzilishli trikotaj to‘qimalarini ishlab chiqarish, assortiment turlarini kengaytirish va xomashyo sarfini kamaytirish maqsadida so‘nggi yillarda ko‘plab ilmiy tadqiqot ishlari bajarilmoqda.

Sifat ko‘rsatkichlari yuqori bo‘lgan trikotaj to‘qimalarini olish vazifasi trikotaj sohasini rivojlantirishning asosiy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Barchamizga ma’lumki kiyim ishlab chiqarish jarayonida ranglar va ularning kompozitsiyasining ahamiyati katta.



ISSN 3030-3907

Har yili “Spring-summer” modular xaftaligini o‘tishidan avval yoz mavsumida “Pantone” instetuti tomonidan bahor-yoz mavsumining dolzarb ranglar palitrasini aniqlashga kirishadi. Unga institutning mutaxassislari jahonning dolzard siyosiy muhitiga tayanadilar. An’anaviy ravishda Pantone Fashion Color Trend Report 10 ta rangdan 5 ta neytral-klassik ranglarga e’tibor qaratadi. Unga ko‘ra bahor-yoz mavsumi uchun yorqin ranglar urfga kirishi aniqlandi [2].

Usullari: Hozirgi kunda trikotaj matolari erkaklar va ayollar gardirobidan keng o‘rin olgan. Bugungi kunda trikotajdan jemper, ko‘ylak, ishton va uy kiyimlari ishlab chiqarilmoqda.

Ikki qatlamli trikotaj-xalqali asosda ikki qatlamli to‘qilgani uchun elastikligi nisbatan yuqori. Elastikligi yuqoriligiga qaramay shaklini yaxshi saqlaydi. Ikki qatlamli trikotajdan tayyorlangan kiyimlarni kiyish jarayonida va yuvilganidan keyin deformatsiyasi kamayadi. Yana bir ijobiy tomoni ikki qatlamli trikotaj ikki tomonlama ustki ko‘rinishga ega. Bugungi kunda ikki tomonlama trikotajdan issiq svitshot yoki keng bichimli ishtonlar loyihalash urfga kiradi.

Matoni ishlab chiqarish texnologiyasi yuqori va sifatli qilib tayyorlashga olib keladi. Kiyim tayyorlashda turli rang nomer va tekstdagi iplardan foydalaniladi.

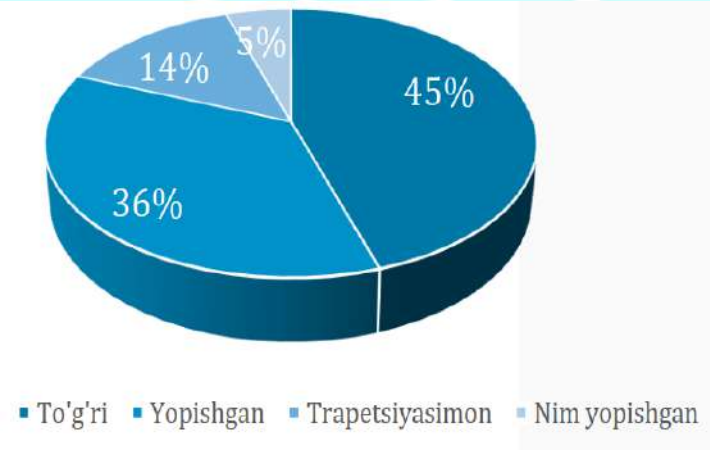
Iste’molchilardan o‘tkazilgan ranglar tanlovida bugungi kunda oq bilan pushi rang doirasida 16 yoshdan 28 yoshgacha bo‘lgan qiz va ayollar rang tanlash so‘rovnomasi olib borilganda mazkur rangga talab 76 % ni tashkil etdi [3].

O‘rta yoshli ayollar o‘rtasida o‘tkazilgan rang tanlovida zangor oq rangga bo‘lgan talab 80 % ni tashkil etdi.

O‘rta yoshli ayollar o‘rtasida o‘tkazilgan rang tanlovida kulrang oq rangga bo‘lgan talab 86 % ni tashkil etdi.

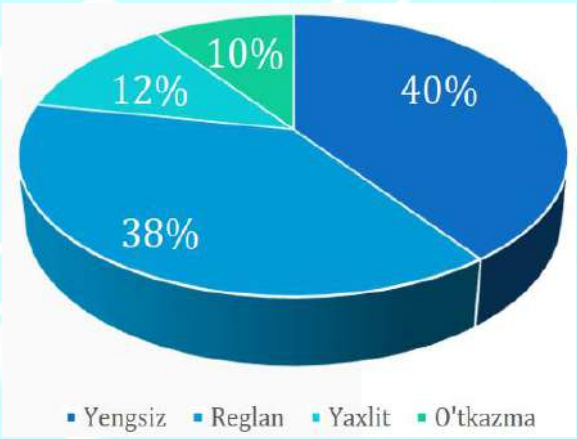
Ilmiy tadqiqot ishida iste’molchilar talablari o‘rganildi. Iste’molchilar talablarini o‘rganish maqsadida 450 nafar talaba, o‘qituvchi va tarbiyachilar orasida test so‘rovnomasi o‘tkazildi. O‘tkazilgan so‘rovnoma tahlillari shuni ko‘rsatdi. O‘smir yoshdagi qizlar va ayollar o‘rtasida o‘tkazilgan so‘rovnoma natijasining eng yuqori foizini to‘g‘ri bichimli kiyim ko‘rsatgichi 45%, nim yopishgan siluetdagi 5%, yopishgan siluetdagi 36%, trapetsiyasimon siluetdagi 14% ni tashkil etdi (1-rasm).


ISSN 3030-3907




**1-rasm. Ayollar ikki qatlamli trikotaj kiyimi qanday bo‘lishini hohlaysiz tanlovi natijasi**

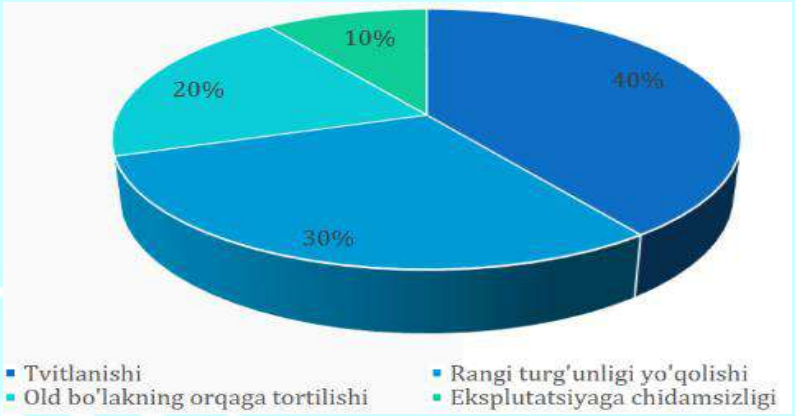
Ustki kiyimlarida yengga turlari bo‘yicha reglan yeng 38%, o‘tkazma yeng. 10%, yengsiz 40%, yaxlit. 12% ni tashkil etdi (2-rasm).




**2-rasm. Ustki kiyimlarda yeng turlarini o‘rganish bo‘yicha o‘tkazilgan so‘rovnoma natijasi**

Respodentlarni talablariga ko‘ra kul rang 35%, pushti 25%, yashil 28%, qora 12% ni tashkil qildi.

Ustki kiymlardagi qaysi noqulayliklar dilingizni xira qiladi so‘rovida, matoning pilliglanishi 40%, old bo‘lakning orqaga tortilishi 20%, rangning tez xiralashishi 30% ga ega bo‘ldi (3-rasm).




**3-rasm. Ustki kiymlardagi qaysi noqulayliklar dilingizni xira qiladi tanlovida**



ISSN 3030-3907

Ayollar ikki qatlamli ustki trikotaj kiyimiga mato tanlash bo‘yicha olib borilgan tahlillarda charmdan 7%, mo‘ynadan 3%, drapdan 35%, trikotajdan 55% ni tashkil etdi.

Respodentlardan ikki qatlamli trikotaj kiyimlarida qirqma, qoplama, chok davomidagi cho‘ntak, yoki cho‘ntak bo‘lishini xoxlamaysizmi so‘rovnomasida 48% bilan cho‘ntaksiz bo‘lishini hohlashdi.

Bo‘ksagacha uzunlikda 50%, tizzagacha uzunlikda 16%, bo‘ksani yopsin 24%, farqi yo‘q 10% ni tashkil qildi.

Respodentlarni talablariga ko’ra qizil, ko‘k, moviy ranglar 40% ni tashkil qildi.

Taqilma turi molniya taqilmali 20%, tugmali 18%, yaxlit taqilmasiz 56%, pistonli 6% ni tashkil qildi.

Matoning pilliglanishi 40%, old bo‘lakning orqaga tortilishi 20%, rangning tez xiralashishi 30% ga ega bo‘ldi.

Natijalar: Quyida keltirilgan 4-rasmda 1-tavsiya model uchun asosiy matoning rangi zangori kataklar chizig‘i esa oq rangda berilgan. Asos uchun tavsiya etilgan moviy yashildan hosil bo‘lgan zangorirang tinchlantirish xususiyatiga ega bo‘lganligi sabab o‘rta yoshdagi ayollar uchun sarafani sifatida tavsiya etiladi. Ikki qatlamli geometrik romb shaklidagi akril tolali, naqshli trikotaj to‘qima matolar tavsiya etiladi. Sarafanning teskari tomonidan asosi oq, kataklar chizig‘i esa zangori iplardan to‘qiladi.



**a) 1- tavsiya model ko‘rinishi**



**b) 2- tavsiya model ko‘rinishi**



**v) 3- tavsiya model ko‘rinishi**



ISSN 3030-3907



**g) 4- tavsiya model ko‘rinishi**



**d) 5- tavsiya model ko‘rinishi**



**j) 6- tavsiya model ko‘rinishi**

**4-rasm. Olingan to‘qimalarga tafsiya etiladigan modellar**

Muhokama (Tahlil)lar: a) 4-rasm, 2-tavsiya model eskizi uchun asosiga romb naqsh chetiga esa oq rang tavsiya etildi. Asos uchun tavsiya etilgan binafsha qizildan hosil bo‘lgan pushti rang nazokat va nafislik belgisi bo‘lib o‘rta yoshli ayollar uchun tavsiya etiladi. Mazkur model ichki tomondan asosi uchun oq rangli akril ipi, romb chetiga qizil rang tavsiya etiladi [4].

Hozirgi kunda o‘smiq yoshdagi qizlar va o‘rta yoshli ayollar uchun zamonaviy keng va trapetsiyasimon bichim urfga aylangan. Shu munosabat bilan mazkur eskiz model uchun Over SAYNS uslubidagi reglan keng yengli tonika tavsiya etiladi.

b) 4-rasm, 3-tavsiya yangi dizayn ko‘rinishdagi model eskizi uchun oq va kulrang kombinatsiyasida ikki qatlamli trikotaj to‘qima matolar tavsiya etildi;

g) 4-rasm, 4-tavsiya model eskizi uchun tavsiya etilayotgan model qora rangda, yubka yeng va kopyushon pushti rangdagi g‘ovakli ikki qatlamli trikotaj matosidan ayollar uchun nimcha tavsiya etildi;

d) 4-rasm, 5-tavsiya model eskizi uchun tavsiya etilayotgan o‘smir qizlar to‘plami tunikasimon bichimli bo‘lib, ikki qatlamli g‘ovak gulli to‘qima asosida ishlab chiqarish tavsiya etiladi;

j) 4-rasm, 6- tavsiya etilayotgan so‘nggi model jigarrang bo‘lib mazkur rang kishi harakatlarini normallashtiradi o‘rta yoshli ayollarga juda yarashadi. Mazkur



ISSN 3030-3907

rang atrofdagilar uchun ko‘rimsiz rang sifatida baholanib, xizmat yuzasidan o‘tkaziladigan tadbirlarga mos keladi.

**Xulosa(lar):** Avvaldan bashoratlash asosida ikki qatlamli naqshli ustki trikotaj matolarini ishlab chiqarish uchun ayollar zamonaviy keng, trepetsiyasimon, Over SAYNS uslubidagi reglan keng yengli kiyim na‘munalari yaratildi.

Respublikamizda ishlab chiqarilayotgan ustki trikotaj matolari hamda ularning tahlillari asosida Wonderfull rusumli (Xitoy)yassi ignadonli trikotaj to‘quv mashinasining imkoniyatlaridan foydalanib poliakrilnitril xomashyo tarkibidan ikki qatlamli ustki trikotaj 6 xil yangi naqshli na’munalari ishlab chiqildi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. https://artich.ekz.com//urti.de
2. https://aurayarns.ru/tpost/72yntxn6m1-tsveta-pryazhi-dlya-vyazaniya-ottenki-se
3. Shogofurov Sh. Sh., Uralov L. S. Analiz podrebitelskogo sprosa na jenskuyu domashnyuyu odejdu //Ekonomika i sosium. – 2020. – №. 2 (69). – S. 471-474.
4. R.A.Ergasheva, D.X.Rayimberdiyeva “Ranglarning kiyimga ta`sir etuvchi kompozitsion yechimi va koloristik qatorini tuzish” Pedagogika sciences and teaching methods international conference Vol.2No.21 14.04.2023


ISSN 3030-3907

# INVESTIGATION OF METHODS OF PREPARATION OF COTTON AND ITS COMPONENTS FOR STORAGE

**Khamidova Manzura Farmanovna**
***Bukhara State technical university.***
**Rakhmanov Khayridin Kodirovich**
***Bukhara State technical university.***
***E-mail: raxmon@mail.ru***

**Abstract:** This article discusses the regulation of the process of technical preparation of seeds to send oil mills. Regulations is applicable technical measures for the preservation of quality of seeds on the cotton oil mills. There is expressed the most important physical-mechanical properties of microhardness peel. The results of theoretical study on heat and mass transfer in order to analyze the possibility of an intensification of the uniformity of the heating and drying of raw cotton components.

**Keywords:** Cotton fibers, polyester, moisture, seeds, oil, drum dryer, peel, core, micro-hardness, heat treatment.

**Annotatsiya**: ushbu maqolada neft tegirmonlarini yuborish uchun urug'larni texnik tayyorlash jarayonini tartibga solish muhokama qilinadi. Nizom paxta yog'i tegirmonda urug'lik sifatini saqlab qolish uchun amaldagi texnik chora-tadbirlar hisoblanadi. Microhardness qobig'ining eng muhim fizik-mexanik xususiyatlari mavjud. Paxta xom ashyosini isitish va quritishning bir xilligini kuchaytirish imkoniyatlarini tahlil qilish maqsadida issiqlik va massa uzatish bo'yicha nazariy tadqiqotlar natijalari.

**Kalit so'zlar:** paxta tolalari, poliester, namlik, urug'lar, yog', baraban quritgich, qobig'i, yadrosi, mikro qattiqlik, issiqlik bilan ishlov berish.

**Аннотация**: В данной статье рассматривается регламент процесса технической подготовки семян к отправке на маслобойни. В регламенте приведены применяемые технические мероприятия по сохранению качества семян на хлопкоочистительных маслобойнях. В нем выражены важнейшие физико-механические свойства кожуры - микротвердость. Представлены результаты теоретического исследования тепло- и массообмена с целью анализа возможности повышения равномерности нагрева и сушки компонентов хлопка-сырца.

**Ключевые слова:** хлопковые волокна, полиэфир, влага, семена, масло, барабанная сушка, кожура, сердцевина, микротвердость, термообработка.

## Introduction

As everyone knows that cotton is the most useful products in the world. It is breathable, hypoallergenic, soft to touch, comfortable for body, rather warm,



ISSN 3030-3907

absorbs moisture, easily bleached, not electrified. Sometimes as an addition it is added an artificial fibers, such as polyester or lycra [1,4].

Four species (Gossypiumarboreum, Gossypiumbarbadense, Gossypiumherbaceum, Gossypiumhirsutum)of cotton began independently used for textile production. In general, since the beginning of the XX century took place in employment drop in the cotton industry due to the development of mechanization. Today, cotton remains as one of major export goods in many countries (Table 1) and a large part of the annual cotton harvest is long staple cotton [2].

Including cotton in Uzbekistan is an export crop and one of the main strategic resources of the country and the main source of hard currency for the country. Uzbekistan is the sixth largest producer of cotton in the world and the fourth largest exporter of fiber, which is 5 percent of the world production of cotton fiber. Uzbekistan exports about one million tons of cotton fiber per year. In order to preserve the natural quality of the produced fiber it is necessary to comply with certain technical regulations and the conditions of storage, which is the main key.

Top 10 Cotton Producing Countries (in metric tonnes)

| Rank | Country | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | China | 5,970,000 | 6,281,000 | 6,532,000 |
| 2 | India | 5,683,000 | 6,071,000 | 6,423,000 |
| 3 | United States | 3,941,700 | 3,412,550 | 3,553,000 |
| 4 | Pakistan | 1,869,000 | 2,312,000 | 2,308,000 |
| 5 | Brazil | 973,449 | 1,673,337 | 1,524,103 |
| 6 | Uzbekistan | 1,136,120 | 983,400 | 849,000 |
| 7 | Turkey | 816,705 | 754,600 | 697,000 |
| 8 | Australia | 386,800 | 473,497 | 501,000 |
| 9 | Turkmenistan | 230,000 | 295,000 | 210,000 |
| 10 | Mexico | 225,000 | 195,000 | 198,000 |

Source: Statistical data of top cotton producers.

Experience shows that a significant portion of the cotton produced in the ginning factories, has high humidity. In accordance with the process regulated cotton temporarily stored before being processed mainly at the sites. The fibers and seeds are subjected to additional moisture due to rainfall. Such seeds and fiber, respectively, require a change in processing conditions of storage and processing in oil and fat, and textile mills.

Excessive moisture content and trash cause disturbances in the process of their processing. It should be noted that the measures applied to preserve the natural


ISSN 3030-3907

qualities of technical seeds and fibers and cotton oil mills are ineffective. It is known that the raw cotton is subjected to humid drying DCR ginning factories to processing at its humidity was within 8-9%. However, in most cases, the seeds go high humidity, because the residence time of raw cotton is limited to a drying drum and the seeds are dried because they are not uniform in their structure and are composed of three main components: fiber, peel and seed core. The chemical composition of the components is different and therefore different humidity their properties. With the change in the humidity of cotton seeds and change its physical and mechanical properties which depend on the process of processing the material and properties of the resulting products.[3]

Importance and the physic-mechanical characteristics isconsideredhardness of peel. During processing under the influence of mechanical stress seed peel is damaged seed, thereby forming a skin with a fiber and broken seed. The degree of damage depends more on the strength of the peel of seeds, which in turn is interconnected with its humidity. Therefore, to determine the influence of these factors on seed quality parameters studied in laboratory species in cotton seeds and S-6524, and Bukhgara-6 and humidity 7-15%. When humidity is 7.8% microhardnessof seeds for breeding. C-6524 and Bukhara-6 were respectively is 205.8 and 191.7 N / mm2. With an increase of seed moisture content to 12% microhardness decreased to 132.5 and 128.2 N / mm2. At that time, with the growth, humidity of 12% to 15% microhardness decreased by only 14 N / mm2. The weakest section of the seed capable of destruction and the formation of defects is oval part. Therefore, the processing of seeds with moisture content below 7.0% broken seed increases above 9.0% increases skin with fiber. It was assumed that by controlling the temperature conditions can not create favorable conditions that will reduce the extent of the damage and provide a uniform and intensive removal of moisture from the surface of the cotton component. To determine the temperature and moisture on the surface along which heat transfer occurs in contact with other surfaces, contact unsteady equations were used heat-change satisfying conditions and selection of heat absorption of moisture when passing through these surfaces. Assuming that is outer and inner surface temperature as well as humidity and the same, it is possible to write the following equation [4].

$$T_2 = T_{20}(t) = T_к + (T_в - T_я)Q(t),\ u_2 = u_н - (u_н - u_k)W(t). \quad (1)$$

Moisture on the surface of the skin and core seeds are calculated according to the formulas

$$u_{20} = u_2(r_1,\tau) = u_h - (u_h - u_k)\overline{W}(\tau), \quad u_0 = u_h - (u_h - u_k)p_n^{(0)}\overline{T}_0(\tau), \quad (2)$$

$T_0$ - initial values of temperature and moisture-or some components (eg, air) of raw cotton.

$\rho$, $\rho_1$ - the density of the skin, the air layer and the core



ISSN 3030-3907

$c$ , $c_1$ - peel and core the heat capacity

$\bar{T}_k$, $T_в$ and $\bar{T}_я$ - respectively given skin temperature, air gap and seed kernel

According to the results of numerical and experimental studies obtained of temperature and humidity of the cotton fiber, peel and seed core of ( Fig.1) time. They show that the temperature differential between the fibers and the peel and seed kernel after 30 seconds is 47 $^0$C and 59 $^0$C, a moisture gradient in this case is 1.6% and 9.6%.

These results suggest reviewing the application of the high temperature for drying cotton and difficulties to ensure uniformity deletion of moisture from the cotton component [5-6].

Further studies have shown that the storage of moist seed is higher than 10% without preventive measures, leading them to self-warming. The intensity of this process depends on the humidity and ambient temperature. Thus, the humidity in the seeds starts self-warming 12-15% on the third day, above 20% - in the second.

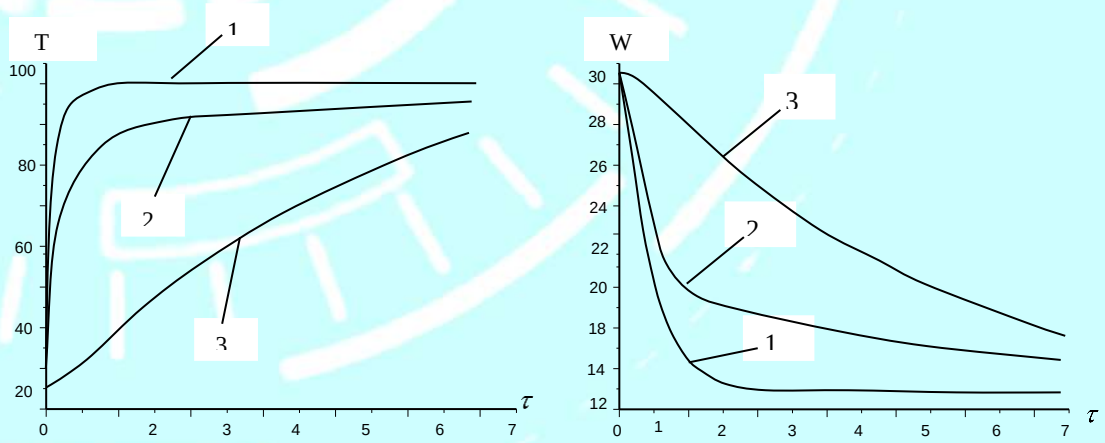



**Fig.1. Temperature dependence of (a) and humidity (b) 1-fibers, 2-peel, cores 3 times.**

When stored cotton seeds with a moisture content of 14.7% of its oil content has changed - the data on the first day I grade 22.4% after 7 days, in 21.6% at 21 days and 18.2% in 35 hours 17.3%.

Increased humidity and weed seed technology led to the creation of favorable conditions for the development of fungus end biological processes, which leads to a qualitative change and reducing their oil content [7-9].

To prevent these processes proposed treatment of cotton seeds in various ways: chemical, thermal, biochemical, electrical, etc. Each of the methods has its own characteristics, advantages and disadvantages. However, given storage cotton seed process is difficult to apply in industry.

One of the main ways to prevent the process of destruction of cotton seeds is heat treatment using heat and mass transfer and hydrodynamic processes. This


ISSN 3030-3907

method can be used in the processing of cotton seeds before storage or an intensification of technological processes of its processing.

Analysis of the known conditions and methods for the preparation of cotton seeds to the processing and storage has shown that it is possible to prevent the self-warming, and change their natural properties [10].

The basis of the study of self-warming process is settled down not only humidity factor of cotton seeds, but also biochemical and biological processes, which are recorded by changing the speed of germination and seed oil.

**Conclusion:** Based on the above analysis and research to develop and offer new ways of preparing cotton seeds for storage using the heat and mass transfer, hydrodynamic processes are new technologies.

## REFERENCES:

1. RakhmanovKH.K. "Development of effective structures and methods of preparation of the system of calculation, loading and storage of cotton in the module",: Dis ... Doc. The.n. Sciences. - Tashkent, 2012.
2. Statistical data of top cotton producers.
3. H.K.Rakhmanov. The theoretical study of stress-strain state of free-bulk raw cotton layer to a limited extent. "Mechanical problems". Uzbekistan journal. 2005 -46s.
4. KH.K.Rakhmanov. Primary treatment of textile raw materials textbooks. Bukhara: Muallif-2014
5. Fayziev, S. H., Fatullayeva, S. I., & Nazhmiddinov, I. P. (2023). Influence of density and temperature on the rate of moisture release during drying of cotton raw materials. In Фундаментальные и прикладные научные исследования в области инклюзивного дизайна и технологий: опыт, практика и перспективы (pp. 135-140).
6. Ibodullayev, O. O., Rasulov, E. N., & Muxidinova, S. N. THE ROLE OF OPTICAL SENSORS IN OPTIMIZING THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF COTTON CLEANING MACHINES SH Fayziyev Buxoro davlat texnika universiteti.
7. Rakhmonov Kh.K., Fayziev S.Kh 2021 Influence of temperature and humidity on the process of cleaning and cleaning cotton Development of science and technologies scientific and technical journal 5 p 262-266
8. Fayziyev, S. H., Ibodullayev, O. O., Rasulov, E. N., & Muxidinova, S. N. ENERGY-EFFICIENT CLEANING TECHNOLOGY OF COTTON RAW MATERIAL USING A VIBRATING MESH SURFACE.
9. Rakhmonov Kh.K., Shodiev Z.O., Fayziev S.Kh 2018 Theory and practice of priority scientific research IV p 62-63



ISSN 3030-3907

10. Fayziev S., Rakhmonov Kh., Rakhimov Kh., Ibodullaev O., Mirzoyeva S 2021 Theoretical, practical and experimental research on the creation of an energy-saving universal screw in a new design of the transfer line of the drying drum of raw cotton Scientific journal “Archivarius” 7(1) p 42-49



ISSN 3030-3907

# МЕТОДЫ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТЕНДА ДЛЯ ПОВЕРКИ ДАТЧИКОВ ОБЪЁМА ТОПЛИВНЫХ БАКОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**Миралиева Азиза Каюмовна**

***И.о. доцент кафедры "Метрология, стандартизация и сертификация" Совместного Белорусско-Узбекского межотраслевого института прикладных технических квалификаций.***

***E-mail: aziza.miraliyeva5927@gmail.com***

**Аннотация.** В работе представлены методы усовершенствования стенда для поверки и калибровки датчиков объёма топливных баков транспортных средств в диапазоне 5–200 л. Предложены конструктивные и метрологические решения, направленные на повышение точности, автоматизацию измерительного процесса и обеспечение безопасности при работе с горючими жидкостями. Основное внимание уделено модернизации эталонной измерительной системы, внедрению температурной и плотностной коррекции, использованию микроконтроллерного управления, а также расширению функциональных возможностей установки. Приведены рекомендации по внедрению системы регистрации и обработки данных в соответствии с требованиями ISO/IEC 17025 и GUM/ISO 5168. Реализация предложенных мер позволяет снизить комбинированную неопределённость до 0,3 %, обеспечить прослеживаемость к национальным эталонам и повысить воспроизводимость поверочных операций.

**Ключевые слова:** поверка, калибровка, датчик объёма топлива, эталонный расходомер, метрология, точность 0,5 %, автоматизация.

**Annotation**. The paper presents methods for improving the bench for checking and calibrating sensors for the volume of fuel tanks of vehicles in the range of 5-200 liters. Constructive and metrological solutions aimed at improving accuracy, automating the measuring process and ensuring safety when working with flammable liquids are proposed. The main attention is paid to the modernization of the reference measuring system, the introduction of temperature and density correction, the use of microcontroller control, as well as the expansion of the installation's functionality. Recommendations are given for the implementation of a data registration and processing system in accordance with the requirements of ISO/IEC 17025 and GUM/ISO 5168. The implementation of the proposed measures makes it possible to reduce the combined uncertainty to 0.3%, ensure traceability to national standards and increase the reproducibility of verification operations.

**Keywords:** verification, calibration, fuel volume sensor, reference flow meter, metrology, accuracy 0.5%, automation.



*ISSN 3030-3907*

**Annotatsiya**. Ishda 5-200 litr oralig'ida transport vositalarining yonilg'i tanklari hajmi sensorlarini tekshirish va kalibrlash uchun stendni takomillashtirish usullari keltirilgan.aniqlikni oshirish, o'lchash jarayonini avtomatlashtirish va yonuvchan suyuqliklar bilan ishlashda xavfsizlikni ta'minlashga qaratilgan konstruktiv va metrologik echimlar taklif etiladi. Asosiy e'tibor mos yozuvlar o'lchash tizimini modernizatsiya qilish, harorat va zichlikni tuzatishni joriy etish, mikrokontroller boshqaruvidan foydalanish, shuningdek o'rnatishning funktsional imkoniyatlarini kengaytirishga qaratilgan. Iso/IEC 17025 va gum/ISO 5168 talablariga muvofiq ma'lumotlarni ro'yxatga olish va qayta ishlash tizimini joriy etish bo'yicha tavsiyalar berilgan. Taklif etilayotgan chora-tadbirlarni amalga oshirish qo'shma noaniqlikni 0,3% gacha kamaytirishga, milliy standartlarga muvofiq kuzatilishini ta'minlashga va tekshirish operatsiyalarining takrorlanuvchanligini oshirishga imkon beradi.

**Kalit so'zlar:** tekshirish, kalibrlash, yonilg'i hajmi sensori, mos yozuvlar oqim o'lchagich, metrologiya, aniqlik 0,5%, avtomatlashtirish.

**Введение**

Современные транспортные средства оснащаются различными типами датчиков измерения объёма и уровня топлива — ёмкостными, поплавковыми, ультразвуковыми и др. От точности их показаний зависит корректность учёта расхода топлива, оценка энергоэффективности и надёжность систем мониторинга.
В связи с этим возникает необходимость проведения регулярной поверки или калибровки данных устройств в лабораторных и производственных условиях с использованием специализированных установок.

Существующие поверочные стенды обеспечивают дозированную подачу жидкости, но зачастую не учитывают влияние температуры, плотности, колебаний давления и не позволяют автоматизировать процесс регистрации данных. Это приводит к увеличению погрешности и снижению воспроизводимости измерений.

Актуальной задачей является разработка и совершенствование установки, обеспечивающей проведение поверки в диапазоне 5–200 л с допустимой относительной погрешностью не более ±0,5 %, соответствующей требованиям стандартов O‘zDSt 3410:2019, ISO/IEC 17025:2017 и ГОСТ 8.586–2005.

Цель работы — модернизация существующей калибровочной установки для обеспечения высокой метрологической точности, автоматизации процесса и повышения безопасности при работе с топливами различного типа.

**1. Анализ существующей конструкции**



ISSN 3030-3907

Рассматриваемая калибровочная установка (рис.1) включает два эталонных резервуара, систему подачи жидкости с перистальтическим насосом, электронно и вручную управляемые клапаны, а также калибровочные весы. Данная система обеспечивает дозированную подачу жидкости и контроль объёма в диапазоне до 200 литров. Конструкция ориентирована на проведение калибровки или поверки измерительных устройств, работающих с жидкостями различной плотности.

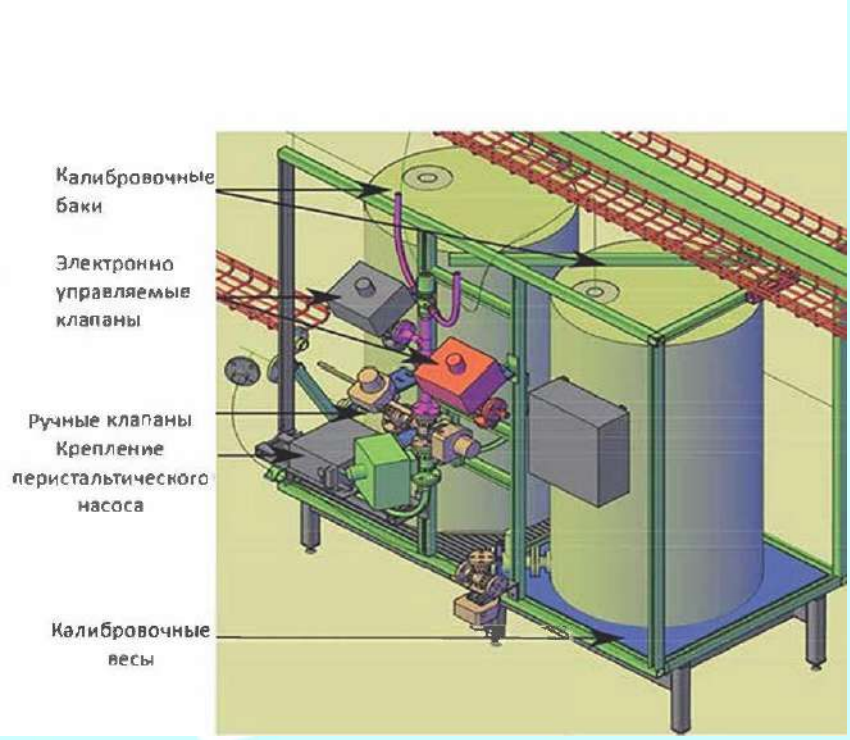



**Рис.1.Стенд для поверки датчиков объёма топливных баков транспортных средств.**

На схеме показана калибровочная установка жидкостного типа, состоящая из следующих элементов:

- эталонные калибровочные резервуары, служащие для создания известных объёмов жидкости;
- управляемые электромагнитные клапаны для дозированной подачи жидкости;
- ручные клапаны для регулировки потоков;
- насос перистальтического типа, обеспечивающий равномерную подачу или откачку жидкости;
- весы или измерительная система, фиксирующая массу (и, следовательно, объём) подаваемой жидкости.

По конструкции она подходит для дозирования и измерения объёмов жидкости в диапазоне от нескольких литров до сотен литров, что соответствует диапазону 5–200 л, характерному для топливных баков легковых и грузовых автомобилей.


ISSN 3030-3907

Датчики объёма топлива (например, ёмкостные, ультразвуковые, поплавковые) требуют точного задания известного объёма жидкости и регистрации показаний датчика при разных уровнях заполнения.

Для этого установка должна обеспечивать:

1. Пошаговое дозирование жидкости с известным объёмом (например, 5, 10, 20 л и т.д.);
2. Измерение фактического объёма или массы поданной жидкости (через калибровочные резервуары и весы);
3. Стабильность температуры и плотности жидкости, если требуется высокая точность;
4. Интерфейс для подключения датчика и регистрации его выходных сигналов (напряжение, частота, цифровой код и т.д.).

В исходном варианте установка не имеет специализированного интерфейса для подключения датчиков объёма топлива, отсутствует термокоррекция и не обеспечена регистрация данных в автоматическом режиме, что ограничивает метрологическую точность и воспроизводимость результатов.

## 2. Цели усовершенствования

Целью усовершенствования является приспособление установки для проведения поверки датчиков объёма топливных баков транспортных средств в диапазоне 5–200 л с обеспечением допускаемой относительной погрешности не более ±0,5 % в соответствии с требованиями:

- O`zDSt 3410:2019 – «Метрология. Термины и определения»;
- ISO/IEC 17025:2017 – «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий»;
- ГОСТ 8.586-2005 – «ГСИ. Измерения расхода и количества жидкостей и газов. Методы и средства поверки».

## 3. Предлагаемые направления модернизации

### 3.1. Эталонная измерительная система

Для обеспечения высокой точности целесообразно ввести прецизионный расходомер класса 0,2 (например, корелисового типа) или мерник II разряда на 200 л, прошедший государственную поверку. Это позволит фиксировать реальный объём жидкости с прослеживаемостью к национальному эталону.

### 3.2. Контроль температуры и плотности топлива

Температурное влияние является одним из ключевых факторов неопределённости. Для его компенсации рекомендуется внедрение датчиков температуры Pt100 и денсиметра, что позволит корректировать измеренный объём к стандартной температуре +20 °C по формулам ISO 91-1:1992.



ISSN 3030-3907

### 3.3. Автоматизация и регистрация данных

Для повышения повторяемости измерений установка должна быть оснащена микроконтроллером (PLC или Arduino), управляющим электронными клапанами и насосом. Данные с датчиков объёма и эталонных расходомеров следует регистрировать через USB-интерфейс или модуль RS-485 с записью в базу данных. Это обеспечит формирование отчётов поверки и автоматическое построение калибровочных характеристик.

### 3.4. Обеспечение взрывобезопасности

Так как поверка проводится с использованием горючих жидкостей (дизель, бензин, керосин), установка должна иметь искробезопасное исполнение, соответствующее ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011), а все элементы питания и коммутации следует располагать вне зоны возможного испарения топлива.

### 3.5. Расширение диапазона и универсализация

Рекомендуется обеспечить возможность замены эталонных резервуаров и настройки программного диапазона 0–500 л, что позволит проводить калибровку не только автомобильных, но и стационарных промышленных датчиков уровня.

## 4. Методика проведения поверки

Поверка проводится поэтапно при заполнении резервуара на фиксированные объёмы (5, 25, 50, 100, 150, 200 л). На каждом шаге фиксируются:

- показания эталонного расходомера $V_{эт}$;
- показания датчика объёма топлива $V_{датч}$;
- температура и плотность жидкости.

Рассчитывается относительная погрешность:

$$\delta = \frac{V_{датч} - V_{эт}}{V_{эт}} \times 100\%$$

Результаты поверки оформляются протоколом, включающим таблицу зависимостей $V_{датч} = f(V_{эт})$, график калибровочной характеристики и расчёт комбинированной неопределённости в соответствии с GUM / ISO 5168.

## 5. Ожидаемые результаты

Модернизация установки позволит:

- снизить общую неопределённость измерений до 0,3 % (при допустимой ±0,5 %);
- обеспечить прослеживаемость результатов к национальным эталонам;
- повысить скорость и безопасность процедур поверки;
- автоматизировать обработку и хранение данных.



ISSN 3030-3907

Таким образом, установка станет универсальным стендом для поверки и калибровки датчиков объёма топлива различных типов (ёмкостных, ультразвуковых, поплавковых) в лабораторных и промышленных условиях.

**6.Рекомендации**

Рекомендации по усовершенствованию стенда направлены на обеспечение метрологической точности, автоматизации процессов и повышения безопасности проведения поверки датчиков объёма топлива. Прежде всего, для обеспечения прослеживаемости измерений рекомендуется использование эталонного расходомера класса 0,2 или мерника II разряда объёмом 200 л, прошедшего государственную поверку в аккредитованной лаборатории. Это позволит повысить достоверность результатов и обеспечить их соответствие требованиям национальных эталонов. Важным направлением является компенсация влияющих факторов, таких как температура и плотность топлива. Для этого целесообразно внедрить измерители температуры Pt100 и денсиметр, а также реализовать автоматическую коррекцию измеренного объёма к стандартной температуре +20 °C в соответствии с требованиями ISO 91-1:1992.

Для повышения стабильности, повторяемости и воспроизводимости результатов поверки рекомендуется внедрение микроконтроллерной системы управления (PLC, Arduino или Raspberry Pi), обеспечивающей программное управление насосом, электромагнитными и ручными клапанами. Это решение позволит исключить человеческий фактор и обеспечить точное дозирование объёма жидкости на каждом этапе измерений. Дополнительно следует предусмотреть систему автоматической регистрации данных, реализованную через интерфейсы RS-485 или USB для связи с персональным компьютером. Такая система позволит автоматически формировать протоколы поверки, таблицы зависимости $V_{\text{датч}} = f(V_{\text{эт}})$и строить калибровочные графики, что значительно упростит анализ полученных результатов и повысит точность вычислений.

Особое внимание необходимо уделить вопросам безопасности, так как работы выполняются с горючими жидкостями. Электрическая часть стенда должна быть выполнена во взрывозащищённом исполнении в соответствии с требованиями ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011), а рабочая зона оборудована системой вентиляции и средствами пожарной защиты. Это обеспечит безопасность обслуживающего персонала и предотвратит риск возгорания или взрыва паров топлива.

Наконец, для повышения универсальности установки рекомендуется предусмотреть возможность замены эталонных резервуаров и расширение диапазона измерений до 500 л. Это позволит использовать



ISSN 3030-3907

модернизированный стенд не только для автомобильных, но и для промышленных датчиков уровня топлива, тем самым расширив область его применения в метрологических и производственных лабораториях.

**Заключение**

Проведённый анализ показал, что существующие стенды для поверки датчиков объёма топлива не в полной мере удовлетворяют современным метрологическим требованиям, особенно в части автоматизации и учёта влияющих факторов.

Предложенные направления модернизации — введение эталонного расходомера, температурной и плотностной коррекции, микроконтроллерного управления и системы автоматической регистрации данных — позволяют существенно повысить точность и надёжность измерений.

Модернизированный стенд обеспечивает достижение относительной погрешности не более ±0,3 %, что соответствует классу 0,5, повышает безопасность и сокращает трудоёмкость процедуры поверки. Разработанная установка может применяться в метрологических и испытательных лабораториях, на предприятиях автотранспорта и в энергетических системах мониторинга расхода топлива.

Таким образом, усовершенствованный стенд представляет собой универсальную, безопасную и технологичную платформу для поверки и калибровки датчиков объёма топлива различного типа, соответствующую международным стандартам и требованиям аккредитации испытательных лабораторий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 8.908-2015. Средства измерений объемного расхода нефти и нефтепродуктов.
2. ГОСТ 8.346-2000. Резервуары стальные горизонтальные цилиндрические. Методика поверки.
3. ISO 8222:2020. Petroleum measurement systems — Volumetric measures, proving tanks and field measures.
4. UNIDO. Guidelines on Calibration of Flow Meters, Vienna, 2019.
5. МИ 1864-88. Методика поверки топливораздаточных колонок.



ISSN 3030-3907

# ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В ЖИЛОМ СЕКТОРЕ ГОРОДА ЧУСТ НАМАНГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

**Исаков Ботиржон Умарович**

***Старший преподаватель кафедры "Метрология, стандартизация и сертификация" Совместного Белорусско-Узбекского межотраслевого института прикладных технических квалификаций.***

***E-mail: bizaak@mail.ru***

**Рустамбоева Мадинабону Аваз кизи**

***Магистрант группы 2М-ОК-25 Совместного Белорусско-Узбекского межотраслевого института прикладных технических квалификаций***

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты комплексного исследования эффективности применения солнечных коллекторов для горячего водоснабжения жилых домов в городе Чуст Наманганской области Узбекистана. Проанализированы климатические условия региона, характеризующиеся высокой солнечной инсоляцией (от 151 до 808 МДж/м² в зависимости от сезона), выполнены расчеты тепловой отдачи при различных конфигурациях систем, проведена оценка экономической эффективности и экологических преимуществ. Установлено, что срок окупаемости солнечной водонагревательной системы составляет около 7 лет при годовой экономии 400-500 м³ газа или 800-1000 кВт·ч электроэнергии. Разработаны практические рекомендации по проектированию и эксплуатации гелиосистем для региона.

**Ключевые слова:** солнечные коллекторы, возобновляемая энергия, энергоэффективность, Ферганская долина, горячее водоснабжение, экономическая эффективность.

**Annotatsiya**. Ushbu maqolada O'zbekistonning Namangan viloyati Chust shahridagi turar-joy binolarini issiq suv bilan ta'minlash uchun quyosh kollektorlaridan foydalanish samaradorligini har tomonlama o'rganish natijalari keltirilgan. Yuqori quyosh insolyatsiyasi bilan tavsiflangan mintaqaning iqlim sharoiti tahlil qilindi (mavsumga qarab 151 dan 808 MJ/m2 gacha), turli xil tizim konfiguratsiyalarida issiqlik rentabelligi hisob-kitoblari amalga oshirildi, iqtisodiy samaradorlik va ekologik foyda baholandi. Quyosh suv isitish tizimining to'lov muddati taxminan 7 yilni tashkil etadi, yillik tejash 400-500 m3 gaz yoki 800-1000 kVt / soat elektr energiyasi. Mintaqa uchun geliosistemalarni loyihalash va ishlatish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

**Kalit so'zlar:** quyosh kollektorlari, qayta tiklanadigan energiya, energiya samaradorligi, Farg'ona vodiysi, issiq suv ta'minoti, iqtisodiy samaradorlik.

**Annotation**. This article presents the results of a comprehensive study of the effectiveness of solar collectors for hot water supply in residential buildings in the city of Chust in the Namangan region of Uzbekistan. The climatic conditions of the region, characterized by high solar insolation (from 151 to 808 MJ/m2, depending on the season), were analyzed, calculations of heat output for various configurations of systems were performed, and an assessment of economic efficiency and environmental advantages was carried out. It has been established that the payback period of a solar water heating system is about 7 years with annual savings of 400-500 m3 of gas or 800-1000 kWh of electricity. Practical recommendations on the design and operation of solar systems for the region have been developed.

**Keywords**: solar collectors, renewable energy, energy efficiency, Ferghana Valley, hot water supply, economic efficiency.

## 1. Введение

Проблема устойчивого энергопотребления и снижения углеродного следа приобретает все большую актуальность в условиях глобального изменения климата [10]. Применение возобновляемых источников энергии, в частности солнечной энергии, рассматривается международным сообществом как ключевое направление для достижения климатических целей и обеспечения энергетической безопасности. Одним из наиболее перспективных и экономически обоснованных решений для частных домохозяйств является использование солнечных коллекторов для горячего водоснабжения и частичного покрытия тепловых нагрузок зданий [8].

Город Чуст Наманганской области, расположенный в северной части Ферганской долины (широта ~40° с.ш.), обладает значительным потенциалом для использования солнечной тепловой энергии благодаря высокой солнечной инсоляции и продолжительному солнечному дню в течение года. Согласно климатическим данным, суммарная солнечная радиация на горизонтальную поверхность в регионе Ферганы варьируется от 151 МДж/м² в декабре до 808 МДж/м² в июле, что создает благоприятные условия для круглогодичной эксплуатации солнечных установок.

Вместе с тем, существуют определенные барьеры для широкого внедрения данной технологии: значительные сезонные колебания температуры (от -20...-25°C зимой до +40...+43°C летом), потери тепла в холодный период, необходимость оптимизации конфигурации системы, а также вопросы экономической целесообразности инвестиций для конечных потребителей.

**Цель исследования** — провести системное исследование эффективности солнечных коллекторов в жилых домах города Чуст,



ISSN 3030-3907

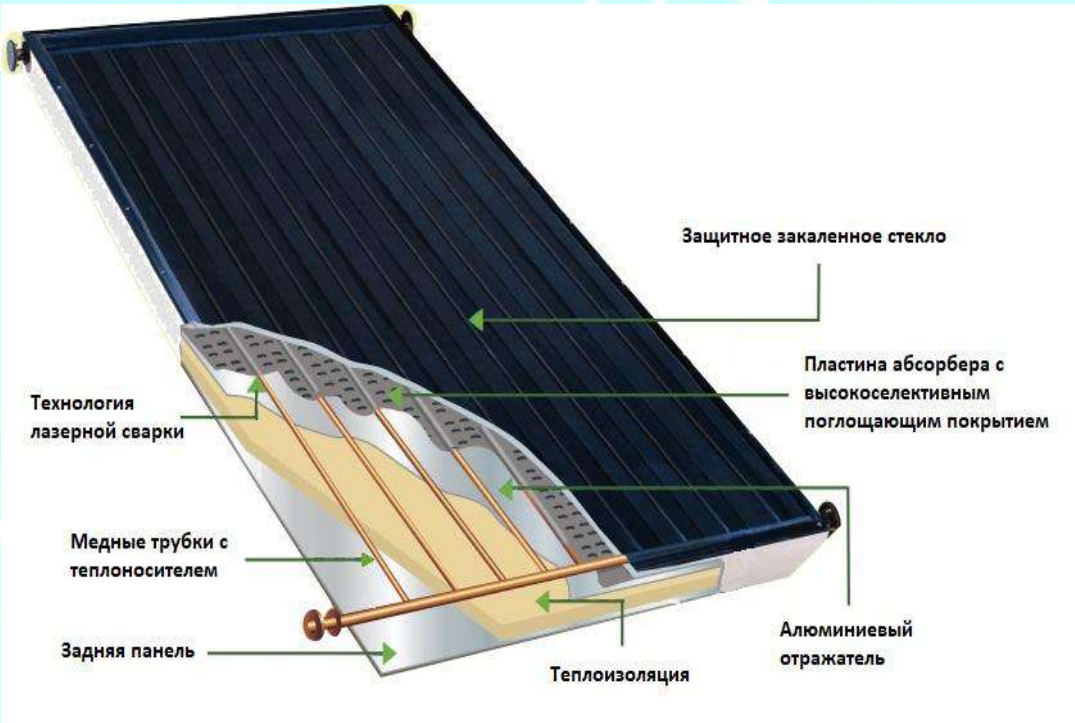
определить ключевые факторы, влияющие на их производительность, оценить экономическую и экологическую целесообразность внедрения, а также разработать практические рекомендации по оптимальной конфигурации и эксплуатации таких систем в условиях континентального климата Ферганской долины.

## 2. Обзор литературы и технологий

### 2.1. Типы солнечных коллекторов и их конструктивные особенности

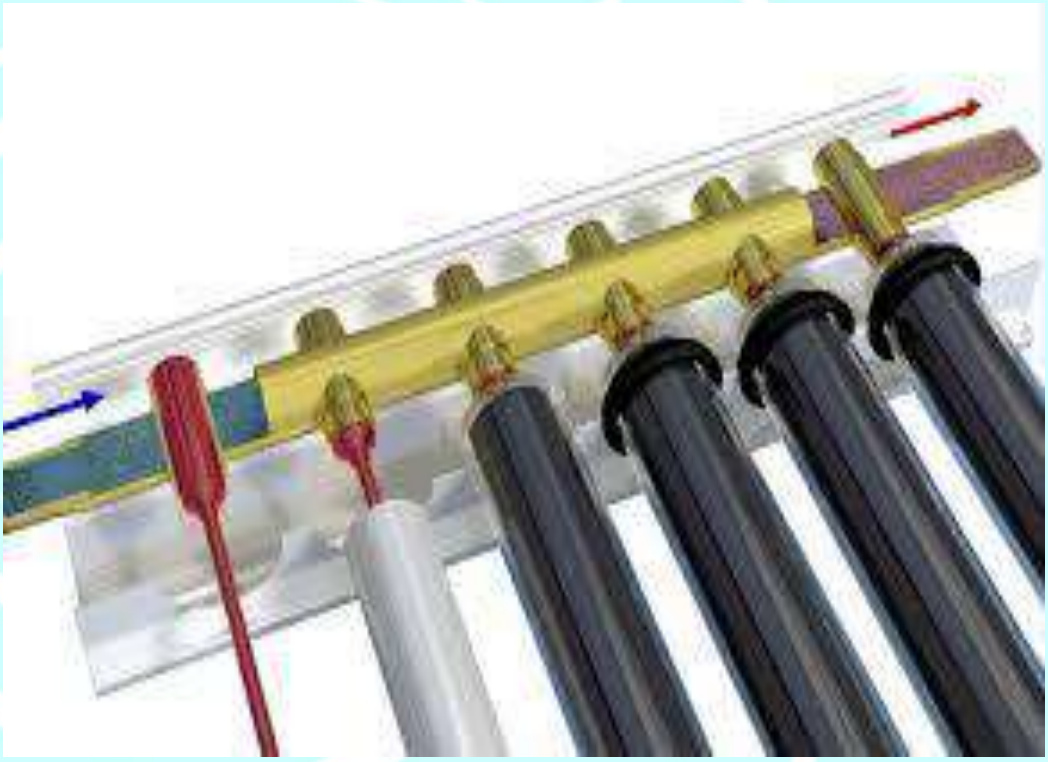
Современные солнечные коллекторы для бытового применения подразделяются на два основных типа: плоские и вакуумные трубчатые.

**Плоские коллекторы** состоят из абсорбера с селективным покрытием [7], защитного прозрачного стекла с низким содержанием металлов и теплоизоляции задней части. Их конструктивная простота обеспечивает относительно низкую стоимость производства и надежность в эксплуатации.




**Вакуумные трубчатые коллекторы** представляют собой более сложную конструкцию, где внутренняя трубка с селективным покрытием помещена в вакуумированное пространство внутри боросиликатной стеклянной оболочки. Различные геометрические формы труб (U-образные, многогранные) позволяют увеличить общую поверхность абсорбции и улучшить теплопередачу.


ISSN 3030-3907



**2.2. Сравнительный анализ эффективности**

Согласно исследованию Cristofari et al. [1], годовая эффективность вакуумных трубчатых коллекторов с тепловыми трубками превышает показатели плоских при одинаковых условиях эксплуатации в средиземноморском климате, особенно в холодный период. Вакуумная изоляция значительно снижает конвективные и радиационные потери, что критично важно для климатических условий с существенными перепадами температур.

Работа Kumar и Rosen [2] показывает, что в диапазоне небольших температурных перепадов плоские коллекторы могут давать большую тепловую отдачу, однако их тепловые потери значительно выше. Экономико-экологическое сравнение, представленное Kalogirou [3], демонстрирует, что вакуумные трубки обеспечивают большую полезную энергию, но их начальные расходы выше, и экологический эффект компенсируется в течение жизненного цикла.

Плоские коллекторы демонстрируют более высокую оптическую эффективность при нормальных условиях освещения и умеренных температурах окружающей среды. Кроме того, они характеризуются меньшей стоимостью, простотой обслуживания и меньшей чувствительностью к механическим повреждениям.

**2.3. Методы повышения эффективности**

Современные исследования показывают эффективность следующих подходов:



ISSN 3030-3907

- Применение гибридных нанофлюидов в качестве теплоносителей с улучшенными термофизическими свойствами [4, 5]
- Оптимизация геометрии поверхности абсорбера (рифленая, микроструктурированная) [6]
- Повышение турбулентности потока теплоносителя для интенсификации теплообмена [6]
- Использование высокоселективных покрытий с коэффициентом поглощения $\alpha \approx 0{,}90\text{-}0{,}95$ и излучательной способностью $\varepsilon \approx 0{,}10\text{-}0{,}20$ [7]
- Оптимизация угла наклона и ориентации панелей в зависимости от географической широты и сезона [8]

## 3. Климатические условия региона и их влияние на работу солнечных коллекторов

### 3.1. Характеристика климата Ферганской долины

Ферганская долина характеризуется континентальным сухим климатом с жарким летом и умеренно холодной зимой. Средняя температура июля составляет +26...+28°C с максимальными значениями до +40...+43°C, в январе температура опускается до -0,9...-3°C со случаями морозов до -20...-25°C. Годовое количество осадков невелико — 100-150 мм в центральной котловине, что обеспечивает высокую прозрачность атмосферы и большую долю прямой солнечной радиации.

### 3.2. Анализ солнечной инсоляции

Данные по солнечной радиации для города Ферганы [9] показывают устойчиво положительные значения в течение всего года:

- Летний период (июнь-июль): 792-808 МДж/м²
- Весенне-осенний период (апрель-май, сентябрь-октябрь): 517-706 МДж/м²
- Зимний период (декабрь-январь): 151-193 МДж/м²

Эти показатели свидетельствуют о высоком потенциале региона для применения солнечных тепловых технологий круглогодично.

### 3.3. Факторы, влияющие на тепловые потоки и потери

В условиях Ферганской долины ключевыми факторами, определяющими эффективность солнечных коллекторов, являются:

**Положительные факторы:**

- Высокая инсоляция в летний период обеспечивает значительный приток солнечной энергии
- Сухой воздух и малая облачность снижают атмосферное рассеивание
- Умеренная влажность уменьшает коррозионные процессы

**Негативные факторы:**


ISSN 3030-3907

- Значительный температурный градиент зимой (до 50-70°C между коллектором и окружающей средой) увеличивает конвективные и радиационные потери
- Ночные температурные падения требуют качественной теплоизоляции накопительных баков
- Ветровой режим усиливает конвективный теплообмен с окружающей средой

## 4. Расчет тепловой отдачи солнечных коллекторов

### 4.1. Методика расчета

Полезная тепловая мощность солнечного коллектора определяется по формуле [8]:

$$Q_{полезное} = G \times A \times \alpha \times \cos(\theta) - Q_{потерь}$$

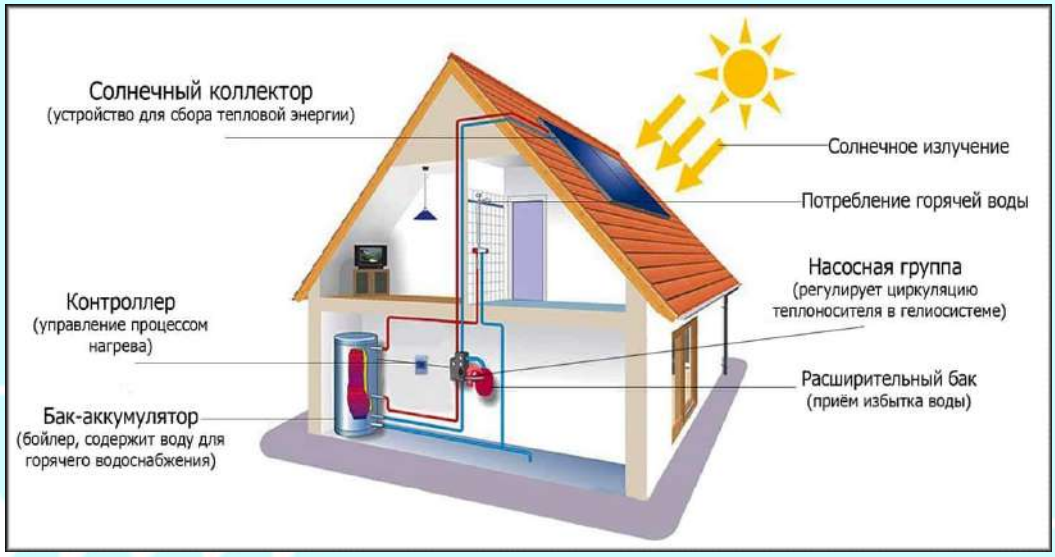
где G — солнечная радиация (Вт/м²), A — площадь коллектора (м²), α — коэффициент поглощения, θ — угол между солнечными лучами и нормалью к поверхности, Q_потерь — тепловые потери.

### 4.2. Результаты расчетов для летних условий

Для типового коллектора площадью 2 м² с селективным покрытием (α = 0,92, ε = 0,12) при летних условиях (G = 900 Вт/м², температура воздуха +35°C, температура теплоносителя +60°C) получены следующие результаты:

| Угол наклона | Полезная мощность (Вт) | КПД (%) |
|---|---|---|
| 20° | 731 | 46,9 |
| 30° | 617 | 42,8 |
| 40° | 465 | 36,0 |
| 60° | 3 | 0,4 |

Анализ результатов показывает, что оптимальный угол наклона для летнего периода составляет 20-30°, обеспечивая максимальную тепловую отдачу.




### 4.3. Влияние объема теплоносителя


ISSN 3030-3907

Объем накопительного бака влияет на динамику нагрева системы:

- При объеме 50 литров и полезной мощности 731 Вт за 4 часа работы температура повышается на ~5°C
- При объеме 100 литров аналогичная система обеспечивает нагрев на ~2,5°C

Больший объем обеспечивает более стабильную температуру и меньшие ночные потери, но требует большего времени на нагрев.

## 5. Экономическая оценка эффективности

### 5.1. Исходные данные

Для экономического анализа использованы следующие тарифы (по состоянию на 2025 год):

- Электроэнергия: 600 сум/кВт·ч (до 200 кВт·ч/мес)
- Природный газ: ~1000 сум/м³ (базовый тариф)
- Стоимость солнечного водонагревателя (500 л): 3 200 000 сум
- Годовые эксплуатационные расходы: ~150 000 сум

### 5.2. Расчет экономии

Типовая система обеспечивает годовую экономию:

- Электроэнергии: 1000 кВт·ч/год → 600 000 сум/год
- Или природного газа: 400-500 м³/год → 400 000-500 000 сум/год

Чистая годовая экономия с учетом эксплуатационных расходов составляет: 600 000 - 150 000 = 450 000 сум/год

### 5.3. Срок окупаемости

Срок окупаемости = 3 200 000 / 450 000 ≈ **7,1 года**

Этот показатель является приемлемым для долгосрочных инвестиций в энергосберегающие технологии, учитывая расчетный срок службы качественных солнечных коллекторов 20-25 лет.

## 6. Экологический аспект

### 6.1. Снижение выбросов парниковых газов

Использование солнечной тепловой энергии обеспечивает значительное сокращение выбросов $CO_2$ [10]:

- 1 МВт·ч электроэнергии от угольной электростанции → 900-1000 кг $CO_2$
- 1 МВт·ч от солнечной установки → 0 кг $CO_2$ (в процессе эксплуатации)

Типовая система мощностью 50 МВт способна сократить выбросы на 80-90 тысяч тонн $CO_2$ в год.

### 6.2. Снижение загрязнения воздуха

При использовании солнечных коллекторов полностью исключаются выбросы:

- Оксидов азота ($NO_x$) и серы ($SO_2$), вызывающих кислотные дожди
- Угарного газа (CO)
- Твердых частиц (пыль, сажа)


ISSN 3030-3907

- Ртути и тяжелых металлов

### 6.3. Жизненный цикл и углеродный след

Полный жизненный цикл солнечных тепловых установок, включая производство, транспортировку и утилизацию, имеет углеродный след в 10-30 раз меньший по сравнению с установками на ископаемом топливе [3, 11]. Энергетическая окупаемость (Energy Payback Time) для солнечных коллекторов составляет 1-3 года, что значительно меньше их расчетного срока службы 20-25 лет [12].

## 7. Практические рекомендации

### 7.1. Оптимальная конфигурация для жилого дома

Для типовой квартиры в городе Чуст рекомендуется следующая конфигурация:

**Технические параметры:**

- Тип коллектора: плоские или вакуумные трубчатые
- Площадь: 2-3 м² на семью из 4 человек
- Бак-накопитель: 300 литров с встроенным ТЭНом (резервное питание)
- Угол наклона: 35-40° (оптимальный для круглогодичной работы)
- Ориентация: строго южная

**Состав системы:**

- Солнечные коллекторы
- Циркуляционный насос с автоматическим контроллером
- Расширительный бак (8 л)
- Предохранительный клапан
- Антифриз (пропиленгликоль, 20-25 л)
- Теплоизолированные трубопроводы

### 7.2. Требования к монтажу

**Расположение:**

- Южная сторона крыши без затенений
- Открытое пространство с максимальным доступом солнечного света
- Прочное анкерное крепление к конструкции крыши

**Изоляция:**

- Морозостойкая теплоизоляция трубопроводов (вспененный каучук)
- Размещение накопительного бака в отапливаемом помещении

### 7.3. График технического обслуживания

| Операция | Периодичность |
|---|---|
| Осмотр соединений и труб | Каждые 6 месяцев |
| Очистка поверхности коллекторов | 2-3 раза в год |
| Замена антифриза | Каждые 2-3 года |
| Проверка контроллера и насоса | Ежегодно |



ISSN 3030-3907

### 7.4. Ориентировочная стоимость

Для типовой системы на одну квартиру:

| Компонент | Стоимость (USD) |
|---|---|
| Коллекторы (6 м²) | 300 |
| Бак-накопитель 300 л | 100 |
| Насос, контроллер, арматура | 150 |
| Монтаж и материалы | 200 |
| **Итого** | **~750** |

## 8. Выводы

1. **Климатический потенциал.** Город Чуст Наманганской области обладает высоким потенциалом для применения солнечных коллекторов благодаря интенсивной солнечной радиации в течение всего года (от 151 до 808 МДж/м² в зависимости от сезона).

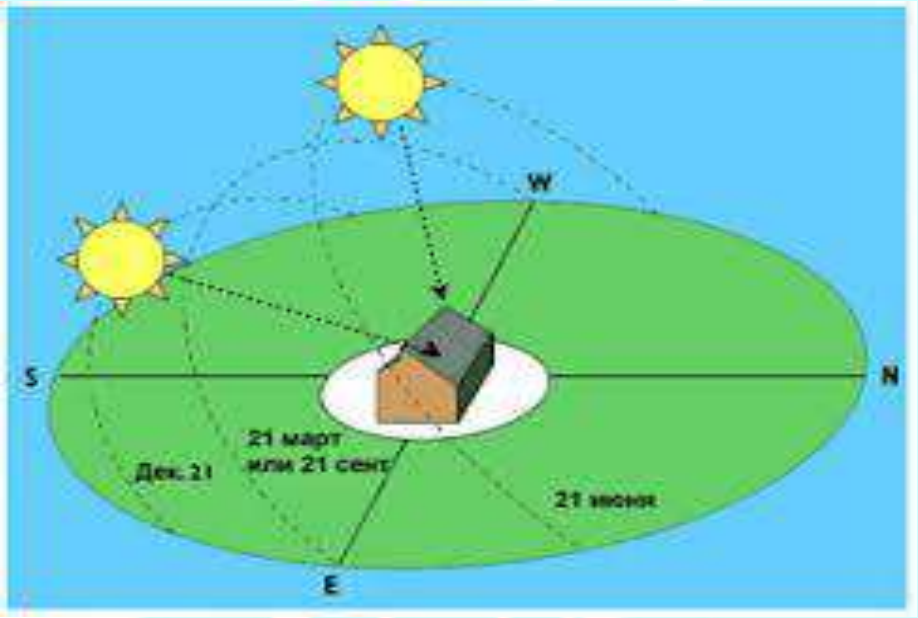
2. **Техническая эффективность.** Оптимальный угол наклона коллекторов для региона составляет 35-40° при южной ориентации, что обеспечивает КПД до 47% в летний период. Площадь коллектора 2-3 м² достаточна для обеспечения горячим водоснабжением семьи из 4 человек.

3. **Экономическая целесообразность.** Срок окупаемости системы составляет около 7 лет при текущих тарифах на энергоносители, что является приемлемым показателем. Годовая экономия составляет 400-500 м³ газа или 800-1000 кВт·ч электроэнергии.

4. **Экологические преимущества.** Использование солнечных коллекторов обеспечивает нулевые выбросы $CO_2$ в процессе эксплуатации и значительно улучшает качество воздуха за счет исключения продуктов сгорания ископаемого топлива.

5. **Рекомендации по внедрению.** Для успешного внедрения технологии необходимы государственная поддержка в виде субсидий или льготного кредитования, информационные кампании для населения, а также подготовка квалифицированных специалистов по монтажу и обслуживанию систем.


ISSN 3030-3907




**Заключение**

Результаты исследования убедительно демонстрируют высокую перспективность внедрения солнечных коллекторов в жилом секторе города Чуст. Благоприятные климатические условия Ферганской долины в сочетании с растущими тарифами на традиционные энергоносители создают экономические предпосылки для массового перехода на возобновляемые источники энергии. Развитие солнечной энергетики в Узбекистане поддерживается на государственном уровне соответствующими законодательными актами [13, 14], что создает благоприятные условия для инвестиций в данную сферу.

При этом технология обеспечивает не только экономическую выгоду для потребителей, но и значительный экологический эффект, способствуя снижению углеродного следа региона.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на оптимизацию систем для зимнего периода, разработку гибридных решений с интеграцией тепловых насосов, а также изучение возможностей применения солнечной энергии для кондиционирования воздуха в летний период.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Cristofari C., Notton G., Poggi P., Louche A. Modelling and performance of a copolymer solar water heating collector // Solar Energy. 2002. Vol. 72, No. 2. P. 99-112. DOI: 10.1016/S0038-092X(01)00092-6

2. Kumar R., Rosen M.A. Comparative Studies on the Efficiency of Solar Flat Plate Collector and Evacuated Tube Collector // International Journal of Energy and Environment. 2010. Vol. 1, No. 5. P. 805-812.

3. Kalogirou S.A. Economic and environmental comparison between flat plate and evacuated tube solar collectors // Global NEST Journal. 2009. Vol. 11, No. 2. P. 235-243.



ISSN 3030-3907

4. Said Z., Saidur R., Rahim N.A. Optical properties of metal oxides based nanofluids // International Communications in Heat and Mass Transfer. 2014. Vol. 59. P. 46-54. DOI: 10.1016/j.icheatmasstransfer.2014.10.010
5. Ahmadi A., Ganji D.D., Jafarkazemi F. Analysis of utilizing Graphene nanoplatelets to enhance thermal performance of flat plate solar collectors // Energy Conversion and Management. 2016. Vol. 126. P. 1-11. DOI: 10.1016/j.enconman.2016.07.061
6. Choudhury C., Garg H.P. Evaluation of a jet plate solar water heater // Solar Energy. 1991. Vol. 46, No. 4. P. 199-209. DOI: 10.1016/0038-092X(91)90066-4
7. Kennedy C.E. Review of Mid- to High-Temperature Solar Selective Absorber Materials // Technical Report NREL/TP-520-31267. National Renewable Energy Laboratory, 2002. 58 p.
8. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. 4th ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013. 910 p.
9. Узгидромет. Справочник по климату Узбекистана. Солнечная радиация. Ташкент: Центр гидрометеорологической службы при Кабинете Министров Республики Узбекистан, 2019. 156 с.
10. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Masson-Delmotte V., Zhai P., Pirani A. et al. (eds.). Cambridge University Press, 2021. 2391 p.
11. Ardente F., Beccali G., Cellura M., Lo Brano V. Life cycle assessment of a solar thermal collector: sensitivity analysis, energy and environmental balances // Renewable Energy. 2005. Vol. 30, No. 2. P. 109-130. DOI: 10.1016/j.renene.2004.05.006
12. Crawford R.H., Treloar G.J. Net energy analysis of solar and conventional domestic hot water systems in Melbourne, Australia // Solar Energy. 2004. Vol. 76, No. 1-3. P. 159-163. DOI: 10.1016/j.solener.2003.07.030
13. Закон Республики Узбекистан «Об использовании возобновляемых источников энергии» от 21.05.2019 г. № ЗРУ-539.
14. Постановление Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему развитию альтернативной энергетики» от 02.04.2019 г. № ПП-4255.


ISSN 3030-3907