ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 7

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.

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.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika 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
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
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.

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

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.

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	Yuqori bosimli yonilg‘i nasoslarining plunjernjuftlarini qayta tiklash va mustahkamlash texnalogiyasi *Rozimamatov Ozodbek Ulug‘bek o‘g‘li* *A.A.Sattarov*	9
2	Yorug‘likning chang zarrachalarida sochilishi va uning optik o‘lchov usullarida qo‘llanishi *Maxmudov M.I.* *Nurov S.S.* *Doniyorov F.O.*	17
3	Обзор исследований получения натуральных сорбентов для очистки сточных вод промышленных предприятий *Умаров Бобурбек Носир угли* *Жураев Ахтам Хамроевич*	24
4	Барқарор ривожланиш кўрсаткичи сифатида экологогик-хўжалик ҳолатни баҳолаш *Артикова Умидахон Содиржоновна*	32
5	Mahalliy xom ashyo asosida quyi modulli sintetik seolitlar olish imkoniyatlarini baholash *Kodirov Orifjon Sharipovich* *Isakulova Muqaddas Shukurovna* *Mardiev Umid Komiljon o‘g‘li* *Nurmatova Feruza Nazir qizi*	40
6	Yarn property prediction *N.O.Odilkhonova*	47
7	Aralashmadan tola bo‘lakchalarini to‘rli silindrik sirt yuzasida qirg‘ich tasirida ajratib olish jarayonini modellashtirish *Boysariyev Asqar Boymurodovich* *Abdullayev Kamoliddin Yusupovich* *Jumayev O‘rol Saydulla o‘g‘li*	57
8	Sanoatda qo‘llaniladigan detallarni mustahkamlash uchun kimyoviy-termik ishlov berish jarayonlarining nazariy va texnologik asoslari *Boynazarov Urol Ravshanovich*	63
9	Yashil energiya tizimida vodorod yoqilg‘isining texnologik asoslari va samaradorligi *A.T.Temurxanov* *T.F.Sharipov*	74
10	Improvement of mechanisms of equipment for cleaning wool fibers from impurities and various foreign matters *Toshtemirov Kosim Abdulkhayevich*	79
11	Optika darslarida kreativ fikrlashni rivojlantirish *Avulova Zamira Tursunmurodovna* *Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi* *Begmatova Shabnam Ulug‘bek qizi* *Tursunpo‘lotova Sevinch Bekzod qizi*	93
12	Virtual laboratoriyalar orqali optikani o`rgatish *Avulova Zamira Tursunmurodovna* *Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi* *Nurmanova Marjona Elmon qizi* *Xudaynazarova Zarifa Shuhrat qizi*	100
13	Oliy ta’lim kampusida sun’iy intellekt va 3d vizualizatsiya asosida ishlab chiqilgan “aqlli yo‘l ko‘rsatkich” veb-ilovasining imkoniyatlari va istiqbollari *Xamroyeva Dilafro‘z Namozovna* *G‘ayratova Rayxona Olimjon qizi*	107
14	Polietilen ishlab chiqarish chiqindisining suyuq va qattiq fraksiyalarini iq-spektroskopiya usuli bilan tavsifi *Xayrulloyev Rizamat*	114

ISSN 3030-3907

	Ostonov Firuz	
15	Yorug`lik hodisalarini ilmiylik va ko`rgazmalilik *Avulova Zamira Tursunmurodovna* *Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi* *Ergashov Shaxriyor Elmurod o`g`li* *Yunusova Sabena Eshniyoz qizi*	121
16	Значение функциональных исследований мочеполовой системы в развитии вторичного бесплодия у женщин *Юнусова Азиза Равхматиллоевна* *Рахмонова Азиза Шодияр кизи*	128
17	Prevalence and etiological characteristics of cytomegalovirus and epstein–barr virus infections in children with pharyngeal tonsil pathology *Gulnoza Rustamovna Rustamova*	135
18	Повышение эффективности солнечной теплицы за счет увеличения количества тепла, накаплив аемого в теплоаккумуляторе *Садыков Жамал Джаббарович*	140
19	Разработка процессной модели интегрированной системы менеджмента качества испытательной лаборатории и органа по сертификации *Матякубова Парахат Майлиевна* *Загидуллина Карина Рафаиловна*	149
20	Айолларда иккиламчи бепуштликни ривожланишида урогенетал тизимни функционал урганишнинг ахамияти *Юнусова Азиза Равхматиллоевна* *Омонова Ноила Баходир кизи*	163
21	Anor po‘stlog‘idan ajratib olingan pektinning non mahsulotlarini sifat va saqlanish ko‘rsatkichlariga ta‘siri *Suyundikov U.A.* *Atkhamova S.K.*	171
22	Iqtisodiyot va ta’lim o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik: ilmiy–empirik tahlil *Fayzullayeva Kamola Sayfutdin qizi*	180
23	Ornament bilan bezatilgan ayollar pidjagining sanoat namunasini tayyorlash va ishlab chiqarishga joriy qilishning iqtisodiy samaradorligi *Tursunova Shaxzoda Foziljon qizi*	185
24	Maxsus maktab-internatlari tarbiyalanuvchilariga stomatologik yordam ko‘rsatishda maxsus it-dasturlarni ishlab chiqish hamda uning samaradorligini baholash *Indiaminova Gavhar Nuriddinovna*	193
25	Prevalence and clinical features of iron deficiency anemia in children *Yusupov Mirza Murodovich*	201
26	Prevalence and clinical characteristics of allergic diseases in children a study of atopic dermatitis and bronchial asthma *Yusupov Mirza Murodovich*	209
27	Sun’iy intellekt asosidagi ko‘p bosqichli agradron monitoring va bashoratlash tizimi *Abdullayev Abdubakir* *Sobirov Ro‘ziali* *Ahmedov Shoxijahon*	216
28	Анализ процесса очистки хлопка от мелких сорных примесей с помощью пильчатого барабана с волнообразными планками. *Д. А. Джураев* *К. К. Юлдашев* *О. А. Корачаева*	228
29	Development and implementation of an electric power steering (eps) system for enhanced vehicle maneuverability: a case study of the chevrolet cobalt *O.A. Sotvoldiyev* *A.X. Yuldashev*	238

ISSN 3030-3907

30	Формирование естественнонаучной грамотности учащихся средствами биологического образования. *Миркадирова Дилноза Абдусаттор кизи*	246
31	Ta’lim samaradorligini oshirishda raqamli texnologiyalarni qo‘llashning ustuvor yo‘nalishlari *M.A.Nurova*	252
32	Rentgen tasvirlari asosida sun’iy intellekt yordamida osteoporozni aniqlash *Aziz Igamkulov* *Shixnazar Ismailov*	257
33	Analysis of oil extraction from silkworm pupae using supercritical co_2 as a control object and selection of intelligent control parameters *Xamidov Bahodir Tadjiddinovich* *Jabborov Alisher Oltiboyevich*	266
34	O‘quvchilarning qiziqishi va bilim darajasini aniqlash asosida shaxsiylashtirilgan o‘quv yo‘nalishlarini tavsiya qilish *Karimova Sarvinoz Hojiqurbonovna*	281
35	Polimer karkas detallaridan foydalanish orqali bolalar serebral falaji (dsp) uchun ortopedik poyabzalning turli darajadagi qattiqligini ta'minlash *Samiyeva Gulnoz Olimovna* *Solihev Mirfayz O‘tkir o‘g‘li*	288
36	Mahalliy xomashyolardan tayyorlangan arzon va yuqori samarali adsorbentlar asosida o‘simlik moylarini oqartirish texnologiyasini yanada takomillashtirish. *Hafizov Ulug‘bek Usmonovich* *Xodjiyev Shuhrat Mahmudovich*	295
37	Astragalus campylorrhynchus o‘simligining tarqalishi va botanik tavsifi *D.D.G‘ulomjonov* *D.R.Tojiboyev* *V.U.Xo‘jayev*	304
38	Determination of optimal operating conditions of the fractionation process and minimization of energy consumption *B.Z. Ibragimov* *R.O. Boboyorov*	313
39	Study of the characteristics of pavlovnia tree and the quality indicators of the obtained cellulose *Sayfutdinov R.S.* *Mukhitdinov U.D.* *Ziyodullayev K.I.*	319
40	Xondiza polimetall rudalaridan noyob metallarni kompleks ajratib olishning ilmiy asoslari *Qayumov Oybek Azamat o‘g‘li* *Abdisoatov Sardor Zulfiqor o‘g‘li* *Ziyayev Fozil Choriyorovich* *Ergashev Akram Xolmuminovich*	328
41	Sferik panoramalar asosida adabiy uy-muzeylar uchun virtual tur yaratish modeli *Sayfiyev Eldor Erkinovich*	338
42	Markerlashning an’anaviy usullari: bo‘sag‘alash, gradientga asoslangan va region–growing *Rayimqulov O‘ral Mavlonivich*	346
43	Oziq-ovqat xavfsizligi zamonaviy muammolar va ularni hal etish yo‘llari *Bobomurotov Nurmamat Norbodalovich* *Yo‘ldoshev Raufbek Olimjon o‘g‘li* *Ismatova Gulnora Qahhor qizi* *Mamaraimova Sabrina Qaxxor qizi*	357
44	Jahon mamlakatlari va o‘zbekiston respublikasida oziq ovqat xavsizligi siyosati *Bobomurotov Nurmamat Norbodalovich* *Yo‘ldoshev Raufbek Olimjon o‘g‘li* *Ismatova Gulnora Qahhor qizi* *Mamaraimova Sabrina Qaxxor qizi*	366

ISSN 3030-3907

45	Qoziqli baraban aylanish tezligi va qoziqcha geometriyasining paxtani mayda iflosliklardan tozalash samaradorligiga ta’siri *Aliyev Olimjon Oribjon o‘g‘li* *Jamolov Abdurahmon Solijonovich*	374
46	Paxta tozalash mashinasida qoziqli baraban diametri va aylanish tezligining tozalash samaradorligiga ta’sirini tadqiq etish *Aliyev Olimjon Oribjon o‘g‘li* *Isaxanov Xamidulla* *Jamolov Abdurahmon Solijonovich*	381
47	Sabzi urug‘larini elektr maydonida saralash parametrlarining unuvchanlikka ta’siri *Toyirov Normuxammad Sultonali o‘g‘li* *Najmiddinov Zikirillo Zuhriddin o‘g‘li*	388
48	Chigitni pushtali ekish texnologiyasi *Igamberdiev Anvarjon Uktamovich*	396
49	Formal grammars and their application to turkic languages *Norov Abdisait Muradovich*	403
50	Buxoro shahrida tarixiy me’moriy merosni asrash va zamonaviy qurilish o‘rtasidagi muvozanat muammolari *Nabiyev Hamidjon Mirzo o‘g‘li* *Murodova Malika Olimovna*	411
51	Respublikamiz tog‘ va tog‘ oldi hududlariga mini - geslarni rivojlantirishning afzalligi va kamchiliklarini ko‘rib chiqish. *Rahmonov Shahobiddin Safaraliyevich* *Raximov Asror Akram o‘g‘li* *Abdullayeva Zulxumor Fahriddin qizi*	417
52	Fazaviy o‘tuvchi materiallar integratsiyalangan quyosh havosi isitgichlarining energetik samaradorligini tahlil qilish *Temirov Sohib Amonovich*	424
53	Pavlovnia daraxti chiqindilari asosida faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning funksional xususiyatlarini tadqiq etish *Jumayeva D.J.* *Axrorova R.O.* *Raxmatullayeva N.T.* *Zaripbayev K.Sh.* *Haydarov B.H.*	430
54	Pavlovniya tomentoza xomashyo chiqindilari asosida faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning strukturaviy va mikrotuzilish xususiyatlari *Jumayeva D.J.* *Axrorova R.O.* *Barnoyeva S.B.* *Abduraximov A.X* *Hamroqulova K.H.*	440
55	Misni eritmalardan kukun holatda ajratib olish *Eraliyev Xusniddin Muhammadali o‘g‘li*	452

ISSN 3030-3907

YUQORI BOSIMLI YONILG‘I NASOSLARINING PLUNJERNJUFTLARINI QAYTA TIKLASH VA MUSTAHKAMLASH TEXNALOGIYASI

Rozimamatov Ozodbek Ulug‘bek o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti “Avtomobilsozlik va transport” kafedrasi magistranti
E-mail: rozimamatovozodbek1025@gmail.com
A.A.Sattarov
Andijon davlat texnika instituti "Avtomobilsozlik va transport" kafedrasi t.f.f.d.(PhD), dotsent
E-mail: as4774411@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada dizel dvigatellarining yuqori bosimli yonilg‘i nasoslari (YUBYN) plunjer juftlarining ish jarayonidagi yeyilish sabablari va ularni qayta tiklash hamda sirt qattiqligini mustahkamlash texnologiyalari tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida an’anaviy mexanik ishlov berish, galvanik xromlash hamda zamonaviy PVD (ion-plazmali purkash) usullarining samaradorligi qiyosiy tahlil qilingan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, plunjer yuzasiga titan nitrid (TiN) qoplamasini berish mikrotirqishlarning gidravlik zichligini tiklaydi va detalning xizmat muddatini 1.8–2.0 barobargacha oshiradi. Maqolada keltirilgan tavsiyalar avtotransport va qishloq xo‘jaligi texnikalarini ta’mirlash korxonalarida qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: yuqori bosimli yonilg‘i nasosi, plunjer juftligi, yeyilish, qayta tiklash, mustahkamlash, PVD qoplama, titan nitrid, mikrotirqish, resurs.

Аннотация. В данной статье исследованы причины износа плунжерных пар топливных насосов высокого давления (ТНВД) дизельных двигателей в процессе эксплуатации, а также технологии их восстановления и упрочнения поверхностной твердости. В ходе исследования проведен сравнительный анализ эффективности традиционной механической обработки, гальванического хромирования и современных методов PVD (ионно-плазменного напыления). Результаты показывают, что нанесение покрытия нитрида титана (TiN) на поверхность плунжера восстанавливает гидравлическую плотность микрозазоров и увеличивает срок службы детали в 1.8–2.0 раза. Приведенные в статье рекомендации могут быть использованы на предприятиях по ремонту автомобильной и сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: топливный насос высокого давления, плунжерная пара, износ, восстановление, упрочнение, PVD-покрытие, нитрид титана, микрозазор, ресурс.

Abstract. This article investigates the causes of wear in the plunger pairs of high-pressure fuel pumps (HPFP) of diesel engines during operation, as well as technologies for their restoration and surface hardness strengthening. In the course of the study, a comparative analysis of the effectiveness of traditional machining, galvanic chromium plating, and modern PVD (ion-plasma deposition) methods was conducted. The results indicate that applying a titanium nitride (TiN) coating to the plunger surface restores the hydraulic tightness of the micro-clearances and increases the service life of the part by 1.8–2.0 times. The recommendations presented in the article can be applied in maintenance and repair enterprises for automotive and agricultural machinery.

Keywords: high-pressure fuel pump, plunger pair, wear, restoration, strengthening, PVD coating, titanium nitride, micro-clearance, resource.

KIRISH.

Hozirgi kunda global miqyosda ichki yonuv dvigatellari, xususan, dizel dvigatellarining samaradorligini oshirish, yonilg‘i tejamkorligiga erishish va atmosferaga tashlanayotgan zararli gazlar miqdorini kamaytirish eng dolzarb muammolardan biri bo‘lib qolmoqda. Dizel dvigatellarining ishonchli va barqaror ishlashi ko‘p jihatdan uning yuqori bosimli yonilg‘i nasoslari (YUBYN) hamda yonilg‘i purkash apparaturasining texnik holatiga bog‘liq [1].

YUBYN tizimidagi eng mas’uliyatli, yuklama ostida ishlovchi va yuqori aniqlikni talab qiluvchi uzel — bu plunjer juftligidir (plunjer va vtulka). Ushbu juftlik elementlari o‘rtasidagi texnologik tirqish (zazor) o‘ta kichik bo‘lib,

odatda 1.5 - 2.5μm oralig‘ida bo‘ladi. Mazkur tirqishning bunday aniqlikda bo‘lishi yonilg‘ini 30 - 150 {MPa} (va undan yuqori) bosim ostida silindrlarga haydash imkonini beradi [2].

Biroq, ekspluatatsiya jarayonida plunjer juftlari doimiy ravishda ekstremal sharoitlarda ishlaydi. Ularning yeyilishiga va ishdan chiqishiga quyidagi asosiy omillar sabab bo‘ladi:

- Gidroabraziv yeyilish: Yonilg‘i tarkibidagi mikroskopik qattiq zarrachalar va mexanik aralashmalarning yuqori bosim ostida tirqishga kirishi.
- Korroziya va kavitatsiya: Yonilg‘i tarkibida namlikning (suvning) mavjudligi va gidravlik zarbalar natijasida metall sirtining yemirilishi [3].
- Kimyoviy yeyilish: Sifatsiz yoki oltingugurt miqdori yuqori bo‘lgan yonilg‘idan foydalanish.

Plunjer va vtulka sirtlarining yeyilishi natijasida ular orasidagi tirqish o‘lchami ruxsat etilgan me’yordan (4 - 6 μm dan) ortib ketadi. Bu esa yonilg‘ining qayta sizib o‘tishiga (utechka), haydash bosimining pasayishiga, yonilg‘i sarfining 8-12% gacha ortishiga hamda dvigatel quvvatining sezilarli darajada kamayishiga olib keladi [4].

ISSN 3030-3907

Iqtisodiy va ekologik nuqtai nazardan, eskirgan plunjer juftlarini butunlay yangisiga almashtirish har doim ham o‘zini oqlamaydi. Ayniqsa, zamonaviy xorijiy texnikalar uchun butlovchi qismlar sotib olish yuqori xarajatlarni talab etadi. Shu sababli, eskirgan plunjer juftlarining geometrik o‘lchamlarini qayta tiklash va ularning ishchi yuzalarini innovatsion usullar bilan mustahkamlash orqali resursini uzaytirish bugungi kun mashinasozligi va ta’mirlash ishlab chiqarishining muhim ilmiy-amaliy vazifasi hisoblanadi.

TADQIQOTNING MAQSADI. Yuqori bosimli yonilg‘i nasoslari plunjer juftlarining yeyilgan sirtlarini mexanik va kimyoviy-termik ishlov berish orqali qayta tiklash hamda zamonaviy PVD nano-qoplamalarini qo‘llash orqali ularning xizmat muddatini (resursini) oshirish texnologiyasini ishlab chiqish va samaradorligini baholashdan iborat.

Yuqori bosimli yonilg‘i nasoslari dizel dvigatellarining eng muhim agregatlaridan biri hisoblanib, uning ishlash ishonchliligi ko‘p jihatdan plunjer juftlarining texnik holatiga bog‘liq. Plunjer juftlari yuqori bosim ostida ishlashi, ishqalanish jarayonlari va abraziv zarrachalarning ta’siri natijasida intensiv yeyilishga uchraydi. Natijada yonilg‘i uzatish aniqligi pasayadi, yonilg‘i sarfi ortadi hamda dvigatelning quvvat ko‘rsatkichlari yomonlashadi.

Ko‘plab olimlar tomonidan yonilg‘i apparaturasi detallarining yeyilish qonuniyatlari va ularni qayta tiklash usullari bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatadiki, plunjer juftlarining ishlash qobiliyatini tiklashning eng samarali yo‘nalishlaridan biri ularning sirt qatlamiga kimyoviy-termik ishlov berish hisoblanadi.

A.I. Boldin, V.A. Zorin, A.G. Rixter va boshqa olimlarning tadqiqotlarida qishloq xo‘jaligi texnikalari detallarini qayta tiklashning texnologik usullari tahlil qilingan bo‘lib, yeyilgan detallarni tiklash yangi detal ishlab chiqarishga nisbatan 50–70 foizgacha iqtisodiy samara berishi qayd etilgan. Mualliflar tomonidan metall qoplash, xromlash, metallizatsiya va termik ishlov berish usullarining afzalliklari hamda kamchiliklari o‘rganilgan.

N.P. Korobeynikov va V.I. Chernoivanovlarning ilmiy ishlarida dizel yonilg‘i apparaturalari elementlarining yeyilish sabablari chuqur tahlil qilingan. Ularning fikriga ko‘ra, plunjer juftlaridagi nosozliklarning asosiy qismi abraziv yeyilish va gidroabraziv ta’sir natijasida yuzaga keladi. Shu sababli detal sirtining qattiqligini oshirish va mikrogeometrik tuzilishini yaxshilash muhim ahamiyatga ega.

So‘nggi yillarda plunjer juftlarini qayta tiklashda galvanik qoplamalar, xromlash, plazmali purkash va lazerli ishlov berish texnologiyalaridan foydalanish bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan. Biroq ushbu usullarning ayrimlari

ISSN 3030-3907

yuqori energiya sarfi, qimmat uskunalar talab qilishi yoki qoplama qatlamining ko‘chib tushish xavfi mavjudligi bilan tavsiflanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Kimyoviy-termik ishlov berish usullari, xususan sementatsiya, azotlash va nitrosementlash texnologiyalari detallar sirtining fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilashda keng qo‘llanilmoqda. Nitrosementlash jarayonida detal sirt qatlamiga bir vaqtning o‘zida azot va uglerod atomlarining diffuziyalanishi natijasida yuqori qattiqlikka ega bo‘lgan mustahkam qatlam hosil bo‘ladi. Bu esa yeyilishga chidamlilikni oshirish bilan birga kontakt charchashiga qarshilikni ham kuchaytiradi.

A.N. Minkevich, Yu.M. Lakhtin va boshqa tadqiqotchilar nitrosementlash jarayonining mashina detallari ekspluatatsion xususiyatlariga ta’sirini o‘rganib, ushbu usul yordamida sirt qattiqligini 58–65 HRC gacha oshirish mumkinligini aniqlaganlar. Shuningdek, ishlov berilgan detallarning xizmat muddati oddiy termik ishlov berilgan detallarga nisbatan 1,5–2,5 barobar ortishi qayd etilgan.

Mahalliy olimlar tomonidan ham transport va qishloq xo‘jaligi texnikalarining yeyilgan detallarini qayta tiklash bo‘yicha qator ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilgan. Tadqiqotlarda energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni qo‘llash, ta’mirlash xarajatlarini kamaytirish hamda agregatlarning xizmat muddatini uzaytirish masalalariga alohida e’tibor qaratilgan.

Tahlil qilingan adabiyotlar shuni ko‘rsatadiki, yuqori bosimli yonilg‘i nasoslari plunjer juftlarini qayta tiklash va mustahkamlashda nitrosementlash usulidan foydalanish istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Biroq nitrosementlash rejimlarini optimallashtirish, qayta tiklangan detallar sirt qatlamining xossalarini chuqur o‘rganish hamda texnologiyaning iqtisodiy samaradorligini baholash bo‘yicha qo‘shimcha tadqiqotlar olib borish zarur.

METODOLOGIYA.

Tadqiqot doirasida yuqori bosimli yonilg‘i nasoslari plunjer juftlarini qayta tiklash va ularning ishchi yuzalarini mustahkamlash jarayoni kompleks texnologik sxema asosida amalga oshirildi. Eksperimental tadqiqotlar bir necha bosqichdan iborat bo‘ldi.

1. Defektoskopiya va detal sirtini tayyorlash

Dastlab, ekspluatatsiyadan chiqqan YUBYN plunjer juftlarining texnik holati va yeyilish darajasi tahlil qilindi. Plunjer va vtulka sirtlaridagi geometrik shakl xatoliklari (oval va konuslik) yuqori aniqlikdagi pnevmatik uzunlik o‘lchagichlar (passametrlar) va mikroskoplar yordamida aniqlandi.

Mexanik ishlov berish bosqichida vtulkaning ichki yuzasi maxsus xonlash (silliqlash) dastgohlarida jilvirlandi va undagi mikronuanslar yo‘qotilib, geometrik

ISSN 3030-3907

shakli ideal silindr holatiga keltirildi. Plunjer sirtidagi eskirgan qatlam esa 4 - 6 μm chuqurlikda silliqlandi [5].

2. Sirtni mustahkamlash texnologiyalari

Plunjerning dastlabki nominal o‘lchamini tiklash va uning abraziv yeyilishga chidamliligini oshirish uchun uch xil usul qo‘llanildi va o‘zaro qiyoslandi:

- A usuli (An’anaviy termik ishlov): Detal 930–950°C haroratda sementlanib, so‘ngra moyda chiniqtirildi va past haroratli toblandi. Bu usul nazorat varianti sifatida olindi.
- B usuli (Galvanik xromlash): Elektrolitik vannada (CrO_3 va H_2SO_4 eritmasida) plunjer yuzasiga qalinligi 15 - 20 μm bo‘lgan qattiq xrom qatlami cho‘ktirildi. So‘ngra detal yakuniy o‘lchamga keltirish uchun yana bir bor silliqlandi.
- C usuli (PVD ion-plazmali purkash): Silliqlangan plunjerlar vakuum kamerasiga joylashtirildi. Kamera ichi 10^{-3} Pa bosimgacha bo‘shatilib, detallar sirti ionlar bilan bombardimon qilindi (tozalandi). So‘ngra 450 – 500 ℃ haroratda, azot (N_2) muhitida titan (Ti) nishonini katodli bug‘latish orqali plunjer yuzasiga qalinligi 2 - 4 μm bo‘lgan o‘ta qattiq titan nitrid (TiN) nano-qoplamasi yugurtirildi [6].

3.Sinov va o‘lchov uslubiyoti

Qayta tiklangan va mustahkamlangan sirtlarning sifati quyidagi parametrlarga ko‘ra baholandi:

1. Mikroqattiqlik: PMT-3 markali mikrotverdometr yordamida (Vikkers usulida, 100 g yuklama ostida) sirt qattiqligi (HV) o‘lchandi.
2. Gidravlik zichlik: Tiklangan juftliklar maxsus KI-759 stendida dizel yonilg‘isi yordamida yuqori bosim ostida sinab ko‘rildi (vaqt birligi ichida sizib o‘tgan yonilg‘i miqdori hisoblandi).
3. Gidroabraziv yeyilish testi: Sun’iy ravishda tarkibiga 0.1% kvars zarrachalari qo‘shilgan yonilg‘i muhitida plunjer juftlarining 100 soatlik tezlashtirilgan laboratoriya sinovlari o‘tkazildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

O‘tkazilgan laboratoriya tadqiqotlari va stend sinovlari natijasida plunjer juftlarini qayta tiklash va mustahkamlashning turli usullari bo‘yicha muhim ilmiy ma’lumotlar olindi.

1. Sirt mikroqattiqligi tahlili

PMT-3 mikrotverdometri yordamida olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, sirtni mustahkamlash usuli detalning mexanik xossalariga tubdan ta’sir ko‘rsatadi. An’anaviy sementlash va chiniqtirish usulida (A usuli) sirt qattiqligi 750 - 800 HV

ISSN 3030-3907

oralig‘ida bo‘lgan bo‘lsa, galvanik xromlash (B usuli) bu ko‘rsatkichni 950 - 1000 HV gacha oshirdi.

Eng yuqori ko‘rsatkich PVD usulida titan nitrid (TiN) nano-qoplamasi berilgan namunalarda (C usuli) qayd etildi — 1800 - 2100 HV. Bu oddiy chiniqtirilgan metall qattiqligidan qariyb 2.5 barobar yuqoridir. Bu holat plunjer yuzasida o‘ta zich va mikrokristallik tuzilishga ega bo‘lgan nitrid qatlamining shakllanishi bilan izohlanadi.

2. Gidravlik zichlik va resurscentlik sinovlari

KI-759 stendida o‘tkazilgan gidravlik zichlik sinovlari plunjer va vtulka orasidagi tirqish sifati tiklanganligini tasdiqladi. Barcha tiklangan detallar boshlang‘ich ekspluatatsiya bosimini (30 - 40 MPa) barqaror ushlab turishga erishdi.

Abrasiv zarrachalar bilan jihozlangan muhitdagi 100 soatlik tezlashtirilgan yeyilish sinovlari natijasida detallarning chiziqli yeyilish miqdori (mikronlarda) quyidagicha taqsimlandi:

1-jadval

Namuna turi / Usul	Dastlabki tirqish (μm)	100 soatdan keyingi tirqish (μm)	Yeyilish tezligi (μm/soat)
A usuli (Sementlash)	2.0	5.2	0.032
B usuli (Galvanik xrom)	2.0	3.8	0.018
C usuli (PVD - TiN qoplama)	2.0	2.6	0.006

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, PVD texnologiyasi bilan qoplangan plunjerlarning yeyilish tezligi an’anaviy usulga nisbatan 5.3 barobar, galvanik xromlashga nisbatan esa 3 barobar past bo‘lgan.

3. Mikrotuzilma va eskirish mexanizmi muhokamasi

Qoplamalarning yeyilish mexanizmini tushunish uchun plunjer sirtlarining mikroskopik tasvirlari o‘rganildi.

Galvanik xromlash usulida qoplamaning qalinligi yuqori (15 - 20 μm) bo‘lgani sababli, mikroskop ostida unda mayda darzliklar (mikrotreshinalar) kuzatildi. Bu darzliklar ekspluatatsiya jarayonida yonilg‘i bosimi ostida qoplamaning ko‘chib tushishiga (otsloyeniyaga) sabab bo‘lishi mumkin.

PVD usulida olingan titan nitrid qoplamasi esa o‘ta yupqa (2 - 4 μm) bo‘lishiga qaramasdan, asosiy metall bilan atomar darajada mustahkam bog‘lanadi (yuqori adgeziya). Unda hech qanday mikrodarzliklar kuzatilmadi, bu esa gidroabraziv zarrachalarning metall ichiga kirib borishini butunlay to‘sadi.

ISSN 3030-3907

XULOSA.

O‘tkazilgan ilmiy-tadqiqot ishlari va qiyosiy eksperimental sinovlar natijasida yuqori bosimli yonilg‘i nasoslari plunjer juftlarini qayta tiklash va mustahkamlash bo‘yicha quyidagi muhim xulosalarga kelindi:

1. Yeyilish omillari: YUBYN plunjer juftlarining muddatidan oldin ishdan chiqishiga asosiy sabab — yonilg‘i tarkibidagi mikroskopik mexanik aralashmalar ta’sirida yuzaga keladigan gidroabraziv yeyilish va mikrotirqishning geometrik o‘lchamlari o‘zgarishi (4 - 6 µm dan ortishi) ekanligi aniqlandi.

2. Sirt qattiqligi: PVD (Physical Vapor Deposition) usulida titan nitrid (TiN) nano-qoplamasini qo‘llash plunjer ishchi yuzasining mikroqattiqligini 1800 - 2100 HV gacha oshirish imkonini berdi. Bu ko‘rsatkich an’anaviy sementlab-chiniqtirish usuliga nisbatan 2.5 barobar, galvanik xromlashga nisbatan esa 2 barobar yuqoridir.

3. Resursning ortishi: Tezlashtirilgan laboratoriya sinovlari titan nitrid qoplamali plunjerlarning yeyilish tezligi eng past ($0.006 µm/soat) bo‘lishini ko‘rsatdi. Bu esa qayta tiklangan plunjer juftlarining resursini yangi (zavod) detallariga nisbatan 1.8 – 2.0 barobargacha oshirish imkonini beradi.

4. Iqtisodiy samaradorlik: Plunjer juftlarini innovatsion vakuum-plazmali purkash texnologiyasi yordamida qayta tiklash yangi detal sotib olish xarajatlarini 40-50% gacha tejaydi va transport korxonalarida import o‘rnini bosuvchi texnologiyalarni joriy etishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Aliyev, A. A., & Karimov, B. R. (2022). *Dizel dvigatellarining yonilg‘i apparaturalari va ularning ishonchliligi*. Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti, 145-152 b.
2. Ivanov, I. I. (2020). *Технология ремонта и восстановления деталей автомобилей*. Москва: Машиностроение, с. 88-94.
3. Smith, J., & Taylor, R. (2021). Wear Mechanisms in High-Pressure Fuel Injection Pumps. *Journal of Mechanical Engineering and Tribology*, 14(3), 212-219.
4. Xalilov, SH. A. (2023). Yuqori bosimli yonilg‘i nasoslari plunjer juftlarining gidroabraziv yemirilishi tahlili. *Texnika va texnologiya muammolari*, №2, 45-51.
5. Petrov, V. P., & Sidorov, N. I. (2019). Применение ПВД-покрытий для упрочнения прецизионных деталей. *Упрочняющие технологии и покрытия*, 15(7), 310-315.
6. Brown, M. (2024). Advanced Titanium Nitride (TiN) Coatings for Diesel Fuel Systems. *International Journal of Surface Engineering*, 33(1), 74-82.
7. Черноиванов В.И., Лялякин В.П. Ремонт машин. – Москва: КолосС, 2010. – 488 с.

ISSN 3030-3907

8. Черноиванов В.И., Бледных В.В. Восстановление деталей машин. – Москва: Агропромиздат, 1987. – 304 с.
9. Болдин А.И., Власов А.И., Ремонт машин и оборудования. – Москва: Академия, 2013. – 352 с.
10. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем. – Москва: Академия, 2009. – 208 с.
11. Крагельский И.В. Трение и износ. – Москва: Машиностроение, 1978. – 480 с.
12. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. – Москва: Машиностроение, 2005. – 528 с.

ISSN 3030-3907

YORUG‘LIKNING CHANG ZARRACHALARIDA SOCHILISHI VA UNING OPTIK O‘LCHOV USULLARIDA QO‘LLANISHI

Maxmudov M.I.
Buxoro davlat texnika universiteti
Nurov S.S.
Buxoro davlat texnika universiteti
Doniyorov F.O.
Buxoro davlat texnika universiteti

Annotasiya. Mazkur maqolada yorug‘likning chang zarrachalarida sochilish qonuniyatlari hamda ularning optik o‘lchov tizimlarida qo‘llanilishi ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Chang zarrachalarining o‘lchami, konsentratsiyasi va optik xossalarining sochilgan nurlanish intensivligiga ta’siri Rayleigh va Mi nazariyalari asosida o‘rganilgan. Shuningdek, lazer nurlanishi va fotoqabul qiluvchi sensorlar asosida ishlovchi optik o‘lchov usullarining ishlash prinsipi hamda atmosfera havosining changlanganlik darajasini aniqlashdagi samaradorligi yoritilgan.

Kalit so‘zlar: yorug‘lik sochilishi, chang zarrachalari, Mi sochilishi, optik o‘lchov, aerosol, lazer nurlanishi, fotodiod.

Аннотация. В данной статье проводится научный анализ законов рассеяния света пылевыми частицами и их применение в оптических измерительных системах. На основе теорий Рэлея и Ми изучается влияние размера, концентрации и оптических свойств пылевых частиц на интенсивность рассеянного излучения. Также освещается принцип работы оптических измерительных методов, основанных на лазерном излучении и фотодетекторных датчиках, и их эффективность в определении уровня запыленности атмосферного воздуха.

Ключевые слова: рассеяние света, частицы пыли, рассеяние света, оптические измерения, аэрозоль, лазерное излучение, фотодиод.

Annotation. This article scientifically analyzes the laws of light scattering by dust particles and their application in optical measurement systems. The effect of the size, concentration and optical properties of dust particles on the intensity of scattered radiation is studied based on the theories of Rayleigh and Mee. Also, the principle of operation of optical measurement methods based on laser radiation and photodetector sensors and their effectiveness in determining the level of dustiness of atmospheric air are highlighted.

Keywords: light scattering, dust particles, Mi scattering, optical measurement, aerosol, laser radiation, photodiode.

KIRISH.

Atmosfera havosining chang zarrachalari bilan ifloslanishi zamonaviy ekologik muammolarning eng dolzarb yo‘nalishlaridan biridir. Chang zarrachalari

ISSN 3030-3907

inson salomatligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi bilan birga, atrof-muhitning optik xususiyatlarini o‘zgartirib, ko‘rish masofasining kamayishi, radiatsion balansning buzilishi kabi holatlarga olib keladi. An’anaviy chang o‘lchash usullari (gravimetrik, filtratsion) yuqori aniqlikka ega bo‘lsa-da, real vaqt rejimida monitoring olib borish imkoniyatini bermaydi. Shu sababli so‘nggi yillarda **yorug‘likning chang zarrachalarida sochilishiga asoslangan optik o‘lchov usullari** keng tadqiq etilmoqda. Ushbu usullar tezkorlik, kontaktsiz o‘lchash va avtomatlashtirish imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Mazkur tadqiqot yorug‘lik sochilishining fizik mexanizmlarini chuqur o‘rganish va ularni optik o‘lchov tizimlariga tatbiq etishga qaratilgan.

2. NAZARIY ASOS

2.1 Yorug‘lik sochilishi - Yorug‘likning chang zarrachalarida sochilishi elektromagnit to‘lqinlarning zarrachalar bilan o‘zaro ta’sirida yuzaga keladi. Sochilish intensivligi va fazaviy xususiyatlari zarracha hajmi, shakli, materialining optik koeffitsientlari va yorug‘lik to‘lqin uzunligiga bog‘liq.

Rayleigh sochilishi: Zarracha o‘lchami juda kichik bo‘lib, uning radiusi rrr tushayotgan yorug‘likning to‘lqin uzunligi λ\lambda λ dan ancha kichik bo‘lsa (r < λ)(r \ I \lambda)(r < λ), yorug‘likning sochilishi Rayleigh sochilishi qonuniga bo‘ysunadi. Bu holatda zarracha tushayotgan nurni turli yo‘nalishlarda qayta sochuvchi manba sifatida namoyon bo‘ladi. Rayleigh sochilishi asosan ultramayda dispers chang zarrachalari va aerozollar uchun xarakterlidir.

Sochilish intensivligi to‘lqin uzunligining to‘rtinchi darajasiga teskari proporsional bo‘ladi:

$$I \infty \lambda \ \frac{1}{x4}$$

Bu shuni anglatadiki, qisqa to‘lqinli yorug‘lik, ayniqsa ko‘k rang, uzun to‘lqinli qizil rangga nisbatan kuchliroq sochiladi. Shu sababli mayda chang zarrachalarini aniqlashda ko‘k spektral diapazon samaraliroq hisoblanadi. Rayleigh sochilishi atmosfera aerozollarini monitoring qilish va havoning changlanganlik darajasini optik usulda baholashda muhim nazariy asos hisoblanadi.

Mi sochilishi: Zarracha hajmi yorug‘lik to‘lqin uzunligiga yaqin bo‘lganda yuz beradi. Mi sochilishi diffraksiya va interferensiya effektlarini hisobga oladi. Bu sochilish modeli aerosol zarralari va bulutlarda qo‘llaniladi.

2.2 Optik o‘lchov usullari

Optik o‘lchov usullari yorug‘likning sochilishidan foydalangan holda zarracha xususiyatlarini aniqlashga asoslanadi. Ulardan eng ko‘p qo‘llaniladiganlari:

- **Laser difraktometriya** – lazer nuri orqali zarracha hajmini aniqlash.
- **Fotometrik usullar** – fotodiodlar va fotomultipliyerni qo‘llash orqali sochilish intensivligini o‘lchash.

ISSN 3030-3907

• **Spektrofotometriya** – yorug‘likning spektral xususiyatlari orqali aerosol tarkibini aniqlash.

3. EKSPERIMENTAL USULLAR

Eksperiment uchun lazer nurlanishi manbai, optik detektorlar va zarracha generatori (aerosol generator) ishlatiladi. Asosiy usullar quyidagilar:

• Lazer nuri bilan tekshirish: lazer nurini aerosol bulutiga yo‘naltirish, sochilgan yorug‘likni turli burchaklarda detektorlarda o‘lchash.

• Fotodiodlar bilan o‘lchash: sochilgan yorug‘lik intensivligini vaqt bo‘yicha o‘lchash orqali zarracha zichligi va tarqalishini aniqlash.

• Mi sochilish modelini qo‘llash: eksperimental ma’lumotlarni Mi nazariyasi bilan solishtirish orqali zarracha hajmini aniqlash.

• Mazkur optik o‘lchov asbobi yorug‘likning chang zarrachalarida sochilishi jarayonini aniqlash va o‘lchash uchun mo‘ljallangan. Asbobning boshqaruv va o‘lchov elementi sifatida lazer manbai, namuna kamerasidagi chang zarrachalari, linza, fotodetektor, signallarni kuchaytiruvchi blok, o‘lchovchi indikator va kompyuterdan iborat murakkab tizim tashkil etilgan.



1.1 - rasm. Yorug‘likning chang zarrachalarida sochilishini o‘lchash uchun optik o‘lchov asbob sxemasi

Mazkur optik o‘lchov asbobi yorug‘likning chang zarrachalarida sochilishi jarayonini aniqlash va o‘lchash uchun mo‘ljallangan. Asbobning boshqaruv va o‘lchov elementi sifatida lazer manbai, namuna kamerasidagi chang zarrachalari, linza, fotodetektor, signallarni kuchaytiruvchi blok, o‘lchovchi indikator va kompyuterdan iborat murakkab tizim tashkil etilgan. Lazer manbai - asbobdagi lazer manbai monoxromatik va koherensli yorug‘lik manbai bo‘lib, u namuna

ISSN 3030-3907

kamerasiga yo‘naltirilgan lazer nurini hosil qiladi. Lazer nuri chang zarrachalariga to‘g‘ridan-to‘g‘ri yo‘naltiriladi va ularning yuzasida yorug‘lik sochilishi yuzaga keladi. Lazerning to‘lqin uzunligi va intensivligi sochilish jarayonining aniqligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Namuna kamerasi ichida joylashgan chang zarrachalari lazer nuri bilan o‘zaro ta’sirlashganda yorug‘lik turli yo‘nalishlarda sochiladi. Yorug‘likning sochilish jarayoni zarrachalarning fizik va optik xususiyatlariga, ya’ni ularning o‘lchami, geometrik shakli, sindirish ko‘rsatkichi, sirt tuzilishi hamda tushayotgan nurning to‘lqin uzunligiga bevosita bog‘liq bo‘ladi. Aynan ushbu parametrlar sochilgan yorug‘likning intensivligi va burchaklar bo‘yicha taqsimlanishini belgilaydi. Bu esa havodagi aerozol va mayda dispers chang zarrachalarining konsentratsiyasini, zichligini hamda granulometrik tarkibini optik usullar yordamida aniqlashning ilmiy asosini tashkil etadi. Sochilgan yorug‘lik keyingi bosqichda optik linza tizimi yordamida yig‘iladi va ma’lum fokus nuqtasiga yo‘naltiriladi. Linzaning asosiy vazifasi turli burchaklarda tarqalgan foydali signalni jamlash, uning intensivligini oshirish va tashqi shovqinlarning ta’sirini kamaytirishdan iborat. Fokuslash jarayoni fotodetektorga yetib boradigan signal sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi. Linzaning fokus masofasi, aperturasi, optik o‘tkazuvchanligi va joylashish aniqligi butun o‘lchov tizimining sezgirligi, aniqligi va ishonchliligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Fokuslangan yorug‘lik oqimi fotodetektor tomonidan qabul qilinadi va optik signal elektr signaliga aylantiriladi. Fotodetektor yorug‘lik intensivligiga proporsional ravishda elektr impuls hosil qiladi, bu impuls orqali chang zarrachalarining xususiyatlari haqida ma’lumot olinadi. Fotodetektorning sezgirligi, javob berish tezligi, shovqinga chidamliligi va spektral diapazoni o‘lchash sifatini belgilovchi muhim omillar hisoblanadi. Amaliyotda fotodiodlar, fotoko‘paytirgichlar yoki yarimo‘tkazgichli sensorlar qo‘llanilib, ular turli ish sharoitlarida yuqori aniqlikdagi signal olish imkonini beradi. Fotodetektordan chiqqan elektr signal odatda juda zaif bo‘lib, tashqi elektromagnit shovqinlar ta’siriga sezgir bo‘ladi. Shu sababli signal dastlab kuchaytirish blokiga uzatiladi, bu yerda uning amplitudasi oshiriladi va filtrlash orqali keraksiz shovqinlar kamaytiriladi. Keyinchalik kuchaytirilgan signal o‘lchov indikatori orqali vizual ko‘rinishda aks ettiriladi hamda analog-raqamli o‘zgartirgich yordamida raqamli formatga o‘tkaziladi. Ushbu raqamli ma’lumot kompyuterga uzatiladi va maxsus dasturiy ta’minot orqali qayta ishlanadi. Natijada chang zarrachalarining o‘lchami, konsentratsiyasi, zichligi, fazoviy taqsimoti va dispers tarkibi kabi muhim parametrlar aniqlanadi. Bu esa atmosfera havosining changlanganlik darajasini yuqori aniqlik bilan baholash va ekologik monitoring tizimlarini takomillashtirish imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

Natijalar va boshqaruv. Kompyuter tizimda olingan ma’lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlaydi, tahlil qiladi va foydalanuvchiga natijalarni grafik yoki raqamli ko‘rinishda taqdim etadi. Ushbu tizim orqali aerosol tarkibi, o‘lchovi va xususiyatlari monitoringi samarali amalga oshiriladi. Ushbu sxema optik aerosol o‘lchovlarida yorug‘lik sochilishini o‘lchashning asosiy tamoyillarini o‘zida mujassamlashtiradi va sanoat hamda ekologik monitoring sohalarida keng qo‘llaniladi.

Muhokama va natijalar. O‘tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatdiki, chang zarrachalarida yorug‘likning sochilish jarayoni zarrachalarning fizik va optik xususiyatlariga, xususan ularning o‘lchami, geometrik shakli, sindirish ko‘rsatkichi, sirt tuzilishi hamda tushayotgan lazer nurlarining to‘lqin uzunligiga bevosita bog‘liqdir. Ushbu jarayonni nazariy jihatdan tahlil qilishda Rayleigh va Mi sochilish modellari asosiy ilmiy yondashuv sifatida xizmat qiladi hamda eksperimental natijalar bilan yuqori darajada mos kelishi aniqlandi. Diametri 0,5 mkm dan kichik bo‘lgan mayda dispers zarrachalarda asosan Rayleigh sochilishi kuzatildi. Bu holatda yorug‘lik, ayniqsa qisqa to‘lqinli ko‘k spektral diapazonda kuchliroq sochilishi aniqlandi. Mazkur natija atmosfera tarkibidagi ultramayda aerozol zarrachalarini aniqlash va ularning konsentratsiyasini baholashda muhim ahamiyat kasb etadi. Diametri 1–10 mkm oralig‘idagi yirikroq chang zarrachalarida esa Mi sochilishi ustunlik qilishi kuzatildi. Ushbu jarayonda yorug‘lik deyarli barcha spektral diapazonlarda sochiladi va signal intensivligi zarrachalarning hajmi, shakli hamda optik ko‘rsatkichlariga sezilarli darajada bog‘liq bo‘ladi.

Fotodiodlar yordamida amalga oshirilgan optik o‘lchovlar shuni ko‘rsatdiki, sochilgan yorug‘lik intensivligini qayd etish orqali zarrachalarning zichligi, konsentratsiyasi va optik xususiyatlarini yuqori aniqlik bilan aniqlash mumkin. Fotodetektorlarning yuqori sezgirligi, tezkor javob berish qobiliyati va tashqi shovqinlarga nisbatan barqarorligi real vaqt rejimida monitoring olib borish imkonini yaratdi. Ayniqsa lazer nurlanishidan foydalanish signalning barqarorligini oshirib, o‘lchov natijalarining takrorlanuvchanligi va ishonchliligini sezilarli darajada yaxshiladi. Eksperimentlar davomida optik linza tizimi yordamida sochilgan yorug‘likni fokuslash va foydali signalni kuchaytirish natijasida o‘lchash tizimining sezgirligi oshgani kuzatildi. Kuchaytiruvchi blok va raqamli signalni qayta ishlash modullari yordamida chang zarrachalarining granulometrik tarkibi, fazoviy taqsimoti va disperslik darajasini aniqlash imkoniyati yaratildi. Bu esa optik monitoring tizimlarining amaliy samaradorligini yanada oshirdi. Tadqiqot natijalari asosida shuni xulosa qilish mumkinki, yorug‘likning chang zarrachalarida sochilishini Rayleigh va Mi modellari yordamida kompleks tahlil qilish atmosfera havosining changlanganlik darajasini

ISSN 3030-3907

aniqlashda yuqori aniqlik beradi. Optik o‘lchov usullari yordamida zarracha hajmi, zichligi, konsentratsiyasi va tarqalish qonuniyatlarini samarali baholash mumkinligi eksperimental ravishda tasdiqlandi. Ayniqsa Mi sochilishi modeli zarracha hajmi 0,5–10 mkm oralig‘ida bo‘lgan sanoat aerozollari va ekologik monitoring tizimlari uchun eng samarali matematik model sifatida tavsiya etiladi.

Mazkur tadqiqot natijalari sanoat korxonalarida changlanish darajasini nazorat qilish, atmosfera havosi sifatini baholash, ekologik monitoring tizimlarini takomillashtirish hamda yuqori aniqlikdagi optik o‘lchov asboblarini ishlab chiqishda muhim ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

XULOSA.

Mazkur maqolada atmosferadagi chang zarrachalarida yorug‘likning sochilish jarayonlari fizik asoslari chuqur tahlil qilindi hamda Rayleigh va Mie (Mi) sochilish nazariyalarining optik o‘lchov tizimlarida qo‘llanilish imkoniyatlari o‘rganildi. Nazariy tahlillar shuni ko‘rsatdiki, zarracha o‘lchami yorug‘lik to‘lqin uzunligidan ancha kichik bo‘lgan holatlarda Rayleigh modeli, zarracha o‘lchami to‘lqin uzunligiga yaqin yoki undan katta bo‘lgan hollarda esa Mie modeli chang zarrachalarining optik xususiyatlarini aniqroq tavsiflaydi. Tadqiqot jarayonida lazer nurlanish manbai va fotodiodli qabul qilgichlar asosida ishlab chiqilgan optik o‘lchov tizimi yaratildi hamda uning ishlash prinsipi eksperimental sharoitlarda sinovdan o‘tkazildi. Olingan natijalar ushbu tizim yordamida aerozol zarrachalarining asosiy parametrlarini — hajmiy taqsimot, konsentratsiya, zichlik va fazoviy tarqalishini real vaqt rejimida yuqori aniqlikda aniqlash mumkinligini tasdiqladi. Eksperimental va nazariy natijalarni solishtirish jarayonida Rayleigh modeli kichik dispers zarrachalar uchun yetarlicha aniqlik bersa, Mie modeli esa keng dispersli aerozol tizimlarida optik signalning o‘zgarishini yanada to‘liq va fizik jihatdan asoslangan holda ifodalashi aniqlandi. Shu bilan birga, Mie sochilish modelini real o‘lchov ma’lumotlari bilan integratsiya qilish orqali optik aerozol monitoring tizimlarining sezgirligi va aniqlik darajasini sezilarli oshirish mumkinligi isbotlandi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat: chang zarrachalarida yorug‘lik sochilishini kompleks (Rayleigh + Mie) yondashuv asosida tahlil qilish, lazer-fotodiod tizimiga asoslangan real vaqt monitoring algoritmini ishlab chiqish, Mie sochilish modelini eksperimental kalibrlash orqali optik o‘lchov xatoliklarini kamaytirish. Olingan natijalar sanoat korxonalari, konchilik, qurilish va ekologik monitoring tizimlarida chang zarrachalarini kontaktsiz, tezkor va uzluksiz nazorat qilishda muhim amaliy ahamiyatga ega. Bundan tashqari, ushbu yondashuv atmosfera havosining ifloslanish darajasini baholash, ekologik xavfsizlikni ta’minlash hamda zamonaviy optik o‘lchov texnologiyalarini rivojlantirishda ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR

1. Yusupbekov N.R., Muhamedov B.I., G‘ulomov Sh.M. *Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari*. Texnika oliy o‘quv yurtlari uchun darslik. – Toshkent: Olqituvchi, 1997. – 704 b.
2. Yusupbekov N.R., Igamberdiyev X.Z., Malikov A. *Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish asoslari*. – Toshkent: ToshDTY, 2007. – 237 b.
3. Artikov A.A., Musayev A.K., Yunusov I.I. *Texnologik jarayonlarni boshqarish tizimi: o‘quv qo‘llanma*. – TKTI, 2002.
4. Lapshenkov G.I., Poloskiy L.M. *Avtomatizatsiya proizvodstvennykh protsessov v khimicheskoy promyshlennosti*. – Moskva: Khimiya, 1991. – 180 s.
5. Dudnikov E.G. (tahr.), *Avtomaticheskoe upravlenie v khimicheskoy promyshlennosti: uchebnik dlya vuzov*. – Moskva: Khimiya, 1987. – 358 s.
6. Emelyanov A.I. va boshqalar. *Proyektirovaniye avtomatizirovannykh sistem upravleniya tekhnologicheskimi protsessami*. – Moskva: Mashinostroyeniye, 1984. – 155 s.
7. Kulakov M.V. *Tekhnologicheskiye izmereniya i pribory dlya khimicheskikh proizvodstv*. 3-e izd. – Moskva: Mashinostroyeniye, 1983. – 424 s.
8. Blagoveshchenskaya M.M., Voronina N.O. *Avtomatika i avtomatizatsiya pishchevykh proizvodstv*. – Moskva: Agropromizdat, 2011. – 239 s.
9. Krasnov A.E., Zlobin L.A. *Tsifrovye sistemy upravleniya v pishchevoy promyshlennosti*. – Moskva: DLB Ekonomika, 2009. – 356 s.
10. Pivovarov P.P., Alekseev A.V. *Tekhnologicheskoe oborudovaniye predpriyatiy pishchevoy promyshlennosti*. – Moskva: Professiya, 2012. – 420 s.

ISSN 3030-3907

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЛУЧЕНИЯ НАТУРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Умаров Бобурбек Носир угли
PhD, доцент кафедры Химическая технология
Жураев Ахтам Хамроевич
Магистрант группы М 12-25 ХТ, Бухарский государственный технический университет

Аннотация. В данной статье было проанализировано современное состояние использования модификации вермикулита. Рассматривались также вопросы исследования кристаллохимического и дисперсионного составов природных минеральных слюд и глин для получения на их основе эффективных селективных сорбционных материалов высокого качества. Были приведены сведения о видах перспективных глин.

Ключевые слова: сорбенты, очистка, биосорбция, стоки, промышленность, отходы, экология, адсорбция, фильтрация, биомасса.

Abstract. This article analyzed the current state of the art in the use of vermiculite modifications. It also examined the study of the crystal-chemical and dispersion compositions of natural mineral micas and clays for the production of effective, high-quality, selective sorption materials. Information on promising clay types was provided.

Keywords: sorbents, purification, biosorption, wastewater, industry, waste, ecology, adsorption, filtration, biomass.

Annotatsiya. Ushbu maqolada vermikulit modifikatsiyalaridan foydalanishning hozirgi holati tahlil qilindi. Shuningdek, samarali, sifatli, selektiv sorbsion materiallarni olish uchun tabiiy mineral slyuda va gillarning kristal-kimyoviy va dispersion kompozitsiyalarini o‘rganish ko‘rib chiqildi. Istiqbolli loy turlari haqida ma'lumot berildi.

Kalit so‘zlar: sorbentlar, tozalash, biosorbsiya, oqava suvlar, sanoat, chiqindilar, ekologiya, adsorbsiya, filtrlash, biomassa.

ВВЕДЕНИЕ.

Известно, что промышленные предприятия загрязняют сточные воды красителями, тяжелыми металлами, органическими реагентами, поверхностно-активными веществами. Так, удельное количество сточных вод, образующихся в процессах красильно-отделочного производства, составляет 200 - 350 $м^3$ на 1 т вырабатываемых тканей. Многообразие поллютантов и их природы требует полифункциональных и селективных адсорбентов, обладающих способностями очистки от часто встречающихся полярных и неполярных веществ. Такими характеристиками могут обладать

ISSN 3030-3907

композиционные сорбенты на основе вермикулита модифицированных органическими молекулами.

Вспученный вермикулит используется в качестве сорбента для очистки промышленных и бытовых сточных вод, а также в экологии вспученный вермикулит применяют для удаления нефтепродуктов, органических и токсичных жидкостей с поверхности водоемов и почв, для локализации и удаления нефти при авариях подводных нефтепроводов и при шельфовой добыче нефти, для очистки сточных вод от нефтяных и других загрязнений. Превосходные свойства вспученного вермикулита, такие как химическая инертность, термостойкость, прочность, безвредность, высокая адсорбционная емкость, способность к ионному обмену делают его неорганической матрицей для создания сорбента.

В Узбекистане стремительное развитие отраслей промышленности и расширение сфер применения процессов адсорбции, получение эффективных сравнительно дешевых адсорбентов из местных гидрослюд модифицированного вермикулита с хитозаном является актуальной задачей, требующей своевременного решения. Для получения сорбентов, эффективных в различных технологических процессах, необходимо исследование их структурных характеристик и свойств.

Для создания технологий активации и модификации природных или синтетических сырьевых материалов с целью получения адсорбентов, необходимо обосновать ряд научных решений, в частности: исследование химико-минералогического состава минералов, определение оптимальных условии обогащения, активации и модификации гидролслюд в зависимости от их сорбционных характеристик, определение эффективных модифицирующих реагентов, установление механизма адсорбции различных веществ на поверхности адсорбентов является важным с теоретической и практической точки зрения. В процессе вспучивания вермикулита вода, кристаллизованная между чешуйками слюды, испаряется, что приводит к образованию макро- и микропор в частице вермикулита и увеличению удельной поверхности примерно в 5 раз. Сам по себе вспученный вермикулит гидрофилен. Именно благодаря этим свойствам вермикулит можно применять в качестве сорбента для обезвреживания сточных вод красильно-отделочных производств, максимальное извлечение из них полезных продуктов с целью утилизации или повторного их использования (например, кислот и щелочей) с направлением в систему промышленного водоснабжения освобожденной от них воды.

ISSN 3030-3907

Целью данного исследования явилось получение высокоэффективных органосорбентов на основе Вермикулита модифицированного хитозаном и усовершенствование технологии очистки текстильных сточных вод красильно- отделочных производств.

Синтетические красители стали неотъемлемой частью многих отраслей промышленности, таких как текстильная, кожи и меха, а также пищевой и фармацевтической [29.С.288]. Промышленные стоки красителей из различных производств, использующих красители, считаются вредными для окружающей среды и здоровья человека из-за их интенсивного цвета, токсичности и канцерогенного характера. В работе [30.С.340] чтобы смягчить проблемы, связанные с окружающей средой и здоровьем населения, были широко исследованы различные методы восстановления красителей. Однако эффективные и экономичные методы удаления красителей еще не полностью разработаны. В исследовании освещается и представлен обзор недавней литературы по использованию наиболее широко доступных биополимеров, в частности продуктов на основе целлюлозы, хитина и хитозана, для удаления красителей Основное внимание было ограничено тремя наиболее широко изучаемыми технологиями: адсорбцией, передовыми процессами окисления и мембранной фильтрацией (рис.1.2).

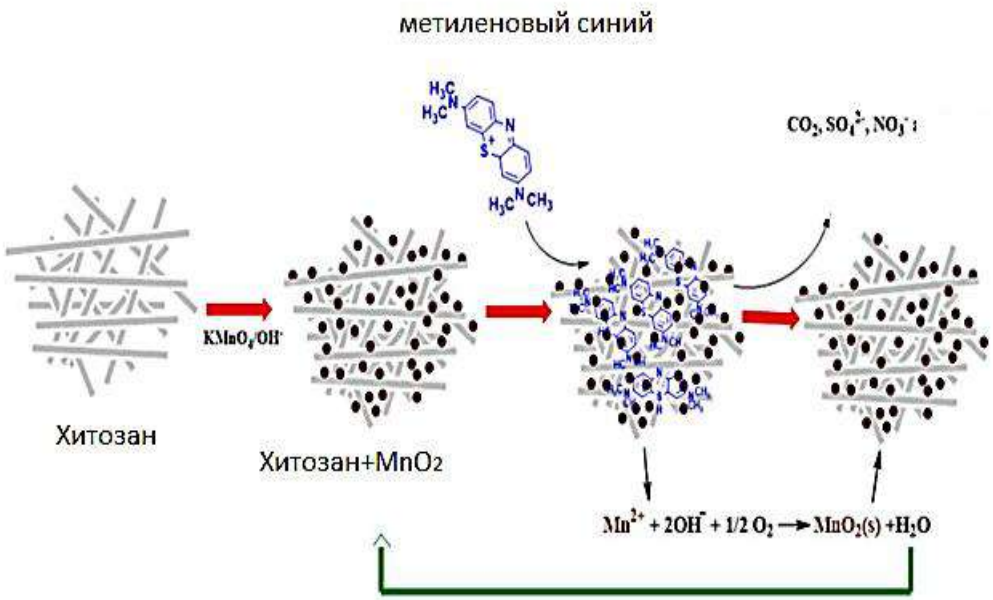


Рис. 1. Адсорбция метиленовой синей красителя процессами окисления и мембранной фильтрацией

Благодаря их высокой эффективности удаления красителей в сочетании с безвредностью для окружающей среды, масштабируемостью, низкой стоимостью и нетоксичностью, технологии удаления красителей на основе биополимеров могут стать устойчивыми. альтернативами для очистки промышленных стоков красителей, а также загрязненных водоемов

ISSN 3030-3907

В исследовании [28.С.31] разработан новый материал, содержащий композиционные гранулы хитозана и вермикулита был синтезированы со сшивающим агентом эпихлоргидрином и использованы для удаления ионов уранила из водного раствора. Подготовленный новый материал был охарактеризован анализами SEM, XRD, FTIR и измерением PZC. Было исследовано влияние важных параметров на адсорбцию, включая температуру, pH, концентрацию и время. Полученные результаты свидетельствовали о том, что новые композиты Х-В проявляются в различной структуре. Анализ дзета-потенциала показал, что во время процесса адсорбции между ионами уранила и Х-В существует электростатическое притяжение. Максимальная адсорбционная емкость материала была рассчитана как 0,665 моль кг-1 по уравнению Ленгмюра. Кинетика адсорбции также объяснялась моделями псевдовторого порядка и внутричастной диффузии. Экспериментальные исследования ясно показали, что адсорбция носит эндотермический характер и протекает самопроизвольно. Недавно разработанный интеллектуальный материал имеет много преимуществ, таких как возможность повторного использования, высокая адсорбционная способность, селективность и экономичность Присутствие красителей в водной среде в результате антропогенной деятельности, особенно текстильной промышленности, является серьезной экологической проблемой, препятствующей доступности питьевой воды.

В последнее время уникальные свойства хитина и хитозана привлекают внимание большого числа специалистов самых различных сфер области. Роль полимеров в нашей жизни является общепризнанной, и все области их применения в быту, текстильном промышленности, в пищевой, в медицине, а также фармацевтике. Если до XX века человеком использовались полимеры природного происхождения – крахмал, целлюлоза (дерево, хлопок, лен), природные полиамиды (шелк), природные полимерные смолы на основе изопрена – каучук, гуттаперча, то развитие химии органического синтеза в XX веке – привело к появлению в различных областях деятельности человека огромного разнообразия полимеров синтетического происхождения – пластмасс, синтетических волокон и т. п. Происшедший технологический прорыв не только кардинально изменил нашу жизнь, но и породил массу проблем, связанных с охраной здоровья человека и защитой окружающей среды [44.С.36]. Поэтому закономерным является большой интерес науки и промышленности к поиску и использованию полимеров природного происхождения, таких как хитин и хитозан.

ISSN 3030-3907

В связи с ростом требований к качеству производимой продукции наблюдается тенденция создания экономичных и ресурсосберегающих технологий, позволяющих получать конкурентоспособную текстильную продукцию.

Для улучшения качества текстильных сточных вод от красителей можно использовать природный полимер хитозан, получаемый из полностью возобновляемого сырья – панцирей криля, крабов и других ракообразных. Известно его применение в качестве адсорбента для очистки текстильных сточных вод от различных водорастворимых красителей [45.С.36.].

Хитозан - биологически активный полисахарид природного происхождения, обладающий комплексом ценных в практическом отношении свойств и привлекающий все возрастающее внимание исследователей во всем мире [46.С.13-17.,48.С.13-17.]. Интерес специалистов, работающих в области текстильной химии, к хитозану обусловлен такими его свойствами как биоразлагаемость, нетоксичность, хорошие пленкообразующие и загущающие свойства и способность закрепляться красители при сорбции. Хитозан и его производные/композиты, как дешевый, легкодоступный и экологически чистый сорбент, привлекают все большее внимание для удаления молекул красителей [49.С.360.]. Хитозан является наиболее известным и изученным водорастворимым производным хитина. Хитин - природный биополимер животного происхождения, который по распространённости уступает только целлюлозе и воспроизводится из полностью возобновляемого природного сырья.

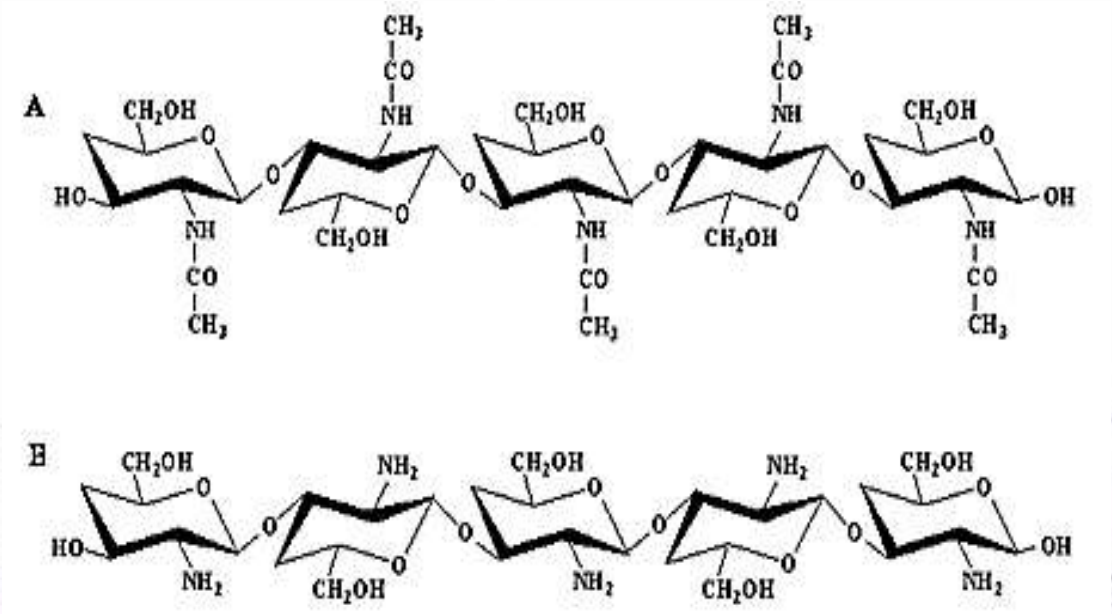


Рис. 2. Химическая структура хитина (А) и хитозана (В)

Хитин входит в состав опорных тканей и внешнего скелета членистоногих (ракообразных, паукообразных), насекомых, водорослей, где

ISSN 3030-3907

находится в комплексе с минеральными солями [50.С.159.]. Однако, несмотря на доступность, практическое использование немодифицированного хитина сдерживается его плохой растворимостью. Стандартного процесса дезацетилирования хитина (ХТ) не существует, однако в большинстве традиционных способов используются концентрированный растворы гидроксида натрия в широком диапазоне концентраций от 35 до 50%, температур от 20 до 140^{0}С, гидромодулей от 3:1 до 10:1, времени обработок от 0,5 ч до 10 суток. Хитин можно получить различными способами: химическим, биологическим, электрохимическим и тд.

Химический способ, основан на проведении депротеинирования, деминерализации и депигментации с использованием химических реагентов-кислот, щелочей, перекисей и др [51.С.389.].

Деминерализацию как правило проводят с использованием соляной кислоты (HCI) при нормальной температуре для сокращения риска гидролиза хитиновой цепи. Методом обесцвечивания хитина является процесс отбелки перекисью водорода (H_2O_2) в случае, если есть необходимость.

Достоинствами химического способа получения ХТ являются:

- высокая степень депротеинирования и деминерализации хитина
- небольшое время обработки сырья
- относительная доступность и дешевизна депротеинирующих и деминерализующихся агентов

ВЫВОД. Проанализировано современное состояние использования модификации вермикулита. Рассматривались также вопросы исследования кристаллохимического и дисперсионного составов природных минералных слюд и глин для получения на их основе эффективных селективных сорбционных материалов высокого качества. Были приведены сведения о видах перспективных глин. Установлено, что выбор типа активации и модификации чаще всего определяется характером извлекаемых соединений и составом бентонита. Рассмотрены основные отрасли применения вермикулита и органовермикулита модифицированного хитозаном. Подтверждено возможность улучшения качества сточных вод выпускаемой продукции с применением органослюд.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисенко Е.Г., Сидоренко О.Д., Ванькова А.А. Микробиология: учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2010. – 288 с.
2. Debrue Marie-eve. Techigues de traitement des eaux usees de peinture//Galvano-organo-trait. Surferee. 1996, №665. P.339-343.
3. Ильина М.В. Исследование и разработка технологии локальной очистки сточных под красильно-отделочных производств. Автореферат дисс.канд.техн наук. Иркутск. 1999 г.19с.
4. Hu Q.H., Qiao S.Z., Haghseresht F., Wilson M.A. and LuG.Q., Adsorption study for removal of basic red dye using bentonite, Ind. Eng. Chem. Res.45. 2006, pp.54-59.105.
5. Марченко Л. А. Исследование возможности сорбционной очистки при ликвидации нефтяных загрязнений / Л.А. Марченко, Е.А. Белоголов, А.А. Марченко, О.Н. Бугаец, Т.Н. Боковикова // Научны й журнал Куб ГАУ. – 2012. – №84 (10).– С. 23 -32.
6. Эргашев О.К.Хозяин-гость взаимодействия в наноструктурированных молекулярных ситах Автореферат дисс.докт.хим. наук. Ташкент. 2018г. 65с.
7. I. Younes, M. Rinaudo Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications Mar. Drugs, 13 (2015), pp. 1133-1174.
8. N. Jović-Jovičić, JoA. Milutinović-Nikolić, I. Gržetić , D. Jovanović Organobentonite as Efficient Textile Dye Sorbent Chemical engineering hechnology ,Volume 31, Issue4, 2008, Pp. 567-574.
9. HuQ.H., QiaoS.Z., HaghsereshtF., Wilson M.A. and LuG.Q., Adsorption study for removal of basic red dye using bentonite, Ind. Eng. Chem. Res.45. 2006, pp.54-59.
10. Машкова С.А. Очистка сточных вод с помощью природных сорбентов и их химически модифицированных аналогов : дисс... канд.... хим... наук. Владивосток, 2007. -118 с.
11. Ульрих Д.В. Научное обоснование и разработка технологий комплексного восстановления техногенно-нарушенных территорий в районах добычи и переработки медных руд. Дисс. ……. доктора техн.наук. Москва, 2020. 292с.
12. Скрябин К., Вихорева Г.А, Варламов В.П. //”Хитин и Хитозан”. М. 2002г.
13. Kamskaya V.E. Chitosan: structure, properties and using Journal Scientific Review. Biological science. – 2016. – № 6 – P. 36-42
14. Lambrecht R., Angélica M., Eneida C., Edson S. Gleisy Kelly M. Adsorption of Reactive Blue 5G Dye by Activated Carbon and Pyrolyzed Shale Oil Residue. // Adsorption Science and Technology, 2007.–№10.–P.741-749.

ISSN 3030-3907

15. Özcan A., Öncü E.M.and Özcan A.S., Adsorption of Acid Blue 193 from aqueous solutions onto DEDMA-sepiolite, J. Hazard. Mater.**129.** 2006, pp. 244–252.

ISSN 3030-3907

БАРҚАРОР РИВОЖЛАНИШ КЎРСАТКИЧИ СИФАТИДА ЭКОЛОГОГИК-ХЎЖАЛИК ҲОЛАТНИ БАҲОЛАШ

Артикова Умидахон Содиржоновна
Қарши давлат техника университети, Экология ва атроф-муҳит муҳофазаси кафедраси ассистенти.
Orcid ID: 0009-0006-5435-5706
E-mail: umidasodirjonovna@gmail.com

Аннотация. Мазкур мақолада барқарор ривожланишини баҳолашда экологик-хўжалик ҳолатининг ўрни ва аҳамияти ўрганилган. Экологик ва хўжалик кўрсаткичларни бирлаштирувчи интеграл баҳолаш асосида ҳудудларнинг экологик барқарорлиги, ресурслардан фойдаланиш самарадорлиги ва иқтисодий фаолият билан боғлиқ бўлган антропоген юк, биологик хилма-хилликни муҳофаза қилиш ҳамда хўжалик фаолиятини экологик талабларга мувофиқ ташкил этишда муҳим аҳамиятга эга.

Калит сўзлар. Экологик-хўжалик баҳолаш, экологик тармоқ, ландшафт структураси, экологик узеллар, экологик йўлаклар, биологик хилма-хиллик, агротуризм, барқарор ривожланиш, антропоген босим.

Аннотация. В данной статье изучены роль и значение экологико-хозяйственного состояния в оценке устойчивого развития. На основе интегральной оценки, объединяющей экологические и хозяйственные показатели, проанализированы экологическая устойчивость территорий, эффективность использования природных ресурсов и антропогенная нагрузка, связанная с хозяйственной деятельностью. Отмечается важность экологико-хозяйственной оценки для сохранения биологического разнообразия и организации хозяйственной деятельности в соответствии с экологическими требованиями.

Ключевые слова: экологико-хозяйственная оценка, экологическая сеть, ландшафтная структура, экологические узлы, экологические коридоры, биологическое разнообразие, агротуризм, устойчивое развитие, антропогенная нагрузка.

Abstract. This article examines the role and significance of the ecological and economic condition in assessing sustainable development. Based on an integrated assessment that combines ecological and economic indicators, the ecological sustainability of territories, the efficiency of natural resource use, and the anthropogenic pressure associated with economic activities are analyzed. The study highlights the importance of ecological and economic assessment for biodiversity conservation and for organizing economic activities in accordance with environmental requirements.

Keywords: ecological and economic assessment, ecological network, landscape structure, ecological nodes, ecological corridors, biodiversity, agrotourism, sustainable development, anthropogenic pressure.

КИРИШ.

XX асрнинг иккинчи ярмидан бошланган глобал ўзгаришлар инсоният тарихи ва биосфера эволюцияси янги босқични ифода этиб келмоқда. Бу жараён “The Great Acceleration” (Катта тезлашув) деб номланган бўлиб, жаҳонда даромадлар тенгсизлиги, ресурслар танқислиги, биологик хилма-хиллик инқирози ва иқлим ўзгаришлари каби глобал муаммоларни келтириб чиқармоқда. “Катта тезлашув” даврида урбанизация ва саноатлашувнинг ўсиши фонида аҳоли пунктлари, саноат, транспорт, қурилиш ва бошқа мақсадларга мўлжалланган ерларнинг улушини ортиб бориши юз бермоқда (Wang ва бошқ., 2023a, Griggs ва бошқ., 2013). Натижада, шаҳар ҳудудларининг беқиёс даражада кенгайиши ва ердан фойдаланиш тузилмасини тезкор ўзгариши содир бўлмоқда. Мазкур омиллар БМТ томонидан қабул қилинган Барқарор ривожланиш бўйича Глобал дастурнинг шаклланишига туртки бўлди. Мазкур дастурда биологик хилма-хилликни сақлаш ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш масалалари алоҳида устувор йўналиш сифатида 12, 13, 14 ва 15 – мақсадларда белгиланган [9]. Бу ҳужжатларда ердан фойдаланишни экологик жиҳатдан оптималлаштириш, экологик тармоқларни яратиш ва ландшафт барқарорлигини таъминлаш стратегик вазифа сифатида қайд этилган (CBD, 2022). Жамият манфаатларини қондиришда муҳим бўлган моддий неъматларни яратишда ердан фойдаланиш тузилмаси муҳим аҳамиятга эгадир. Шу боис, иқтисодиётнинг барча тармоқларини янада барқарор ривожланишини таъминлаш мақсадида мавжуд ердан фойдаланиш тузилмасини экологиялаштириш масалаларига алоҳида эътибор қаратилмоқда. Юқорида белгиланган мақсад ва вазифаларни муваффақиятли амалга ошириш, асосан, табиат хилма-хиллигини сақлаб қолиш ва муҳофаза қилишга йўналтирилган янги ёндашувларга боғлиқ бўлиб қолмоқда. Бундай ёндашувлардан бири экологик-хўжалик ҳолатни (ЭХҲ) баҳолаш концепцияси бўлиб, унда инсоннинг хўжалик фаолияти билан табиат ўртасидаги муносабатларнинг уйғунлашган оптимал шаклини яратиш ва қўллаб-қувватлаш каби вазифалар белгиланган [3,4; 197-202-б.].

Барқарор ривожланиш концепцияси доирасида экологик-хўжалик ҳолатни барқарор сақлаб туриш ва антропоген юкни меъёрлаштириш бўйича олиб борилган тадқиқотлар муҳим аҳамиятга эгадир. Чунки, антропоген юк (АЮ) – экологик барқарорлик даражасини таъминланганлик кўрсаткичи сифатида намоён бўлади.

ISSN 3030-3907

Хусусан, антропоген юк (АЮ) динамикаси, экологик зўриқиш даражаси, табиий ҳимояланиш потенциали ва ердан фойдаланиш интенсивлиги каби индикаторлар асосида комплекс таҳлиллар амалга оширилмаган. Айниқса, ЭХҲни GIS технологиялари асосида карталаштитриш, ер фонди таркибидаги ўзгаришларни кенг қамровли таҳлил қилиш асосида экологик тармоқларни режалаштиришга қаратилган тадқиқотлар етарли эмас.

ТАДҚИҚОТНИНГ МАҚСАДИ. Ушбу тадқиқотнинг асосий мақсади – экологик-хўжалик ҳолатини ва ердан фойдаланиш интенсивлигини баҳолаш асосида барқарор ривожланишини таъминлашга қаратилган илмий асосланган тавсиялар ишлаб чиқишдан иборат. Қўйилган мақсад доирасида тадқиқотда қуйидаги ***вазифалар*** белгиланди:

– Ердан фойдаланиш турларини АЮ шкаласи бўйича классификация қилиш ҳамда $К_{мэз}$, $К_{нэз}$ ва $К_{тх}$ кўрсаткичларини ҳар бир туман кесимида ҳисоблаб чиқиш;

–ЭХҲнинг интеграл моделини қўллаб, ГИС асосида экологик-хўжалик ҳолат харитасини яратиш;

–LUI (Land Use Intensity) индекси асосида ердан фойдаланиш динамикасини баҳолаш;

–Олинган натижаларни геотизимлар барқарорлиги ва экологик тармоқ концепцияси доирасида интерпретация қилиш.

ЭХҲ индекси билан ердан фойдаланиш интенсивлиги (LUI) кўрсаткичлари ўртасидаги ўзаро боғлиқлик маъмурий ҳудудий бирликлар бўйича экологик тармоқ элементларини ташкил этиш иониятларини баҳолашга хизмат қилади. Бу орқали ландшафтлар ўртасидаги экологик боғланиш, узилишлар, экологик зўриқиш ҳудудлари ва экологик йўлаклар аниқланади. Бундай ёндашув жаҳон миқёсида давлатларнинг миллий ҳудудий режалаштириш сиёсатларида, "яшил инфратузилма" стратегияларида, шунингдек, Паневропа экологик тармоғи (PEEN) каби халқаро ташаббусларда акс этмоқда. Бундан ташқари, 2030 йилгача сайёранинг камида 30 фоиз қуруқлик ва денгиз ҳудудларини муҳофаза қилишни таъминлашга қаратилган янги Биохилма-хиллик бўйича Куньминг-Монреал глобал дастурида ҳам мазкур масалларга алоҳида эътибор қаратилган (CBDb, 2022). Бу ташаббуслар ердан фойдаланиш тузулмасини экологиялаштириш халқаро миқёсда биологик ресурсларни муҳофаза қилиш, экотуризимни ривожлантириш, экотизим хизматларини тиклаш, МЭТҲлар тизимини шакллантириш ва иқлим ўзгаришига қарши барқарор ечимларни қўллашни назарда тутади.

ISSN 3030-3907

МАТЕРИАЛЛАР ВА ТАДҚИҚОТ УСУЛЛАРИ. ЭХҲ концепцияси аниқ ҳудудлар, яъни маъмурий туманлар ва вилоятлар бўйича муайян тартибда антропоген юкни баҳолаш мезонларни киритишга имкон беради (1-жадвал). Шунингдек, шаҳар ва туманлар бўйича АЮ кўрсаткичи асосида экологик тармоқ элементларини лойиҳалаштириш, уларни керганйтириш имконияти таҳлил этилди. Бундай ёндашув ердан фойдаланиш турларини балл кўрсаткичи бўйича гуруҳларга ажратишга асос бўлади. Шундай қилиб, барча ер фонди хўжалик фаолият турига ва ердан фойдаланиш интенсивлигига кўра олтита тоифага ажратилди (1-жадвал).

1-жадвал.

Ер фондининг тоифалари ва турларини антропоген юк даражаси бўйича таснифланиши

№	Ердан фойдаланиш турларини	Антропоген юк (АЮ) ва C_i қийматлари		
		Тоифаси	Балл	Даражаси
I	**Демоиқтисодий каркасни ташкил этувчи ер тоифалари (matrix)**			
1	Ижтимоий бино ерлари, иморат билан банд ерлар, мелиоратив қурилиш ҳолатидаги ерлар, бўз ерлар, ижтимоий ҳовли, кўча ва майдон йўллари	АЮ6	6	Жуда юқори
2	Қишлоқ хўжалиги ва томорқалардаги экин ерлари	АЮ5	5	Нисбатан юқори
3	Сув остидаги ерлар (сув омборлар ва сув хавзалари, канал, коллетор ва зовурлар), боғ ва сабзовотчилик уюшмалари ерлари.	АЮ4	4	Юқори
II	**Табиат каркасини ташкил этувчи ер тоифалари (patch)**			
4	Кўп йиллик дарахтзорлар, ихотазор ва теракзорлар, МЭТҲларнинг VI тоифасига қарашли ерлар	АЮ3	3	Ўрта
5	Яйловлар, пичанзорлар, МЭТҲларнинг V тоифасига қарашли ерлар	АЮ2	2	Паст
6	МЭТҲлар (1-IV тоифалари), сув остидаги ерлар (дарё, сой ва кўллар), табиий ўрмонлар ва заҳира ерлар	АЮ1	1	Жуда паст

Нисбий экологик зўриқиш коэффициентни ($К_{нэз}$) баҳолаш жараёнида ўрганилаётган ҳудуддаги барча ердан фойдаланиш турлари ҳисобга олинади. $К_{нэз}$ кўрсаткичини аниқлаш учун ўрганилаётган ҳудуддаги демоиқтисодий

ISSN 3030-3907

каркас (АЮ4, АЮ5, АЮ6) ва табиат-қўриқхона фондини (АЮ1, АЮ2, АЮ3) ташкил этувчи ер тоифаларининг ўзаро нисбати таҳлил қилинади.

Экологик тармоқлар концепциясини амалга оширишда ландшафтли режалаштириш дастури алоҳида аҳамиятга эга бўлиб, унинг асосида ер тоифалари ва турлари бўйича экологик-хўжалик ҳолати(ЭҲХ)ни баҳолаш ишлари амалга оширилади. Экологик тармоқлар таркибига киритилган ер тоифалари ва турлари мамлакат ер фондининг махсус ер тоифаси ҳисобланмайди ҳамда улардан хўжалик мақсадида фойдаланишни тўлиқ тўхтатишни англатмайди [ПАВЛОВА, 2016]. Балки, ЭХҲни баҳолаш натижаларига кўра айрим ер тоифаси ва турларидан фойдаланиш бўйича муайян чекловларни белгилаш ёки муайян ер турларини кенгайтириш ва қисқартириш бўйича таклифлар ишлаб чиқилади.

Шу боис, ландшафтлар ёки маъмурий ҳудудий бирликлар доирасида антропоген босим кўрсаткичларини таҳлил қилишда ҳудуднинг ЭХҲни аниқлаш энг муҳим кўрсаткичлардан бири ҳисобланади. Чунки, ЭХҲ ландшафтнинг табиий имконияти билан антропоген босим ўртасидаги ўзаро нисбатни акс эттиради. Шу боис, ЭХҲ концепциясида асосий эътибор, маъмурий-ҳудудий бирликлар доирасида ер фондининг тоифа ва турларига мос ҳолда, антропоген юк даражасини таҳлил қилиш орқали ер тузиш соҳасини экологиялаштиришга йўналтирилган. Шунингдек, унда инсоннинг ҳаёти ва фаолиятидаги барқарорликни таъминлашда муҳим бўлган экологик тармоқларни яратиш бош мақсад сифатида сингдирилган.

ЭХҲни баҳолаш бўйича дастлабки методик ишлар Ю.Г.Иванов (1998), Б.И.Кочуров (1999) ва В.А.Лобковскийлар (2005) томонидан ишлаб чиқилган бўлиб, мазкур ёндашув A.Hovsepyan (2017), A.Rakhmetova ва бошқ. (2020), L,Cesonien (2021), O.P.Yermolaev ва бошқ. (2024), A.Tokbergenova ва бошқ. (2025) каби тадқиқотчилар томонидан ривожлантириб борилмоқда. Ушбу методик ёндашувлар ердан фойдаланиш ва унинг таркибини оддий ўзгаришини эмас, балки ер тоифалари ва турларини экологиялаштириш учун асос бўлиб хизмат қилади. Бу эса, ер тузиш ишларида минтақада экологик барқарорлик ва хавфсизликни таъминлаш, БЛХни сақлаб қолишда муҳим бўлган объект ва ҳудудларда хўжалик фаолиятини чеклаш ҳамда экологик тармоқларни илмий жиҳатдан асослашга имкон беради. Экологик тармоқлар шакли ва функциясига кўра бир-бирига қарама қарши бўлган икки тизимдан, яъни ўзига хос табиий ва антропоген тузилмалардан иборат. Экологик тармоқ ўзида табиат каркаси билан демоиқтисодий каркас элементларини бирлаштириши ва уларни бир-бирига боғлай олиши керак. Шу боис, экологик тармоқ режими, таркибий-функционал жиҳатдан тузилишига кўра бир маромдаги тизим хисобланмайди (Абдуганиев, 2023). Демоиқтисодий

ISSN 3030-3907

каркас инсоннинг яшаш ва иқтисодий фаолиятини таъминласа, табиат каркаси атроф-муҳитнинг соғломлигини ва табиий ресурсларнинг тикланишини кафолатлайди. Демоиқтисодий каркас элементларининг улушини ортиб бориши табиат каркаси ерларининг камайишига ва экологик барқарорликни издан чиқишига сабаб бўлмоқда. Бу жараёнда ноёб табиий объект ва ҳудудларнинг майдони қисқариши, агро ва урбо комплекслар майдонини кенгайиши ҳамда экологик мувозанат издан чиқиши кузатилади. Кейинги йилларда ердан фойдаланишдаги таркибий ўзгаришларнинг тезлигини ва жадаллигини баҳолашда “Land use transition intensity” (LUI) усулидан фойдаланишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. “Land Use Transition Intensity” - бу атама ер ресурсларининг бир тоифадан бошқасига ўтиш жараёнининг тезлиги ва кўламини ифодаловчи кўрсаткичдир. У, асосан, ердан фойдаланиш (land use) ва ер тоифасидаги (land cover) ўзгаришларини “макон ва вақт бўйича баҳолаш”да қўлланилади.

Ўзбекистон Республикасида ер фонди ерларидан фойдаланишнинг белгиланган асосий мақсадига кўра 8 та тоифага бўлинади: 1) қишлоқ хўжалигига мўлжалланган ерлар; 2) аҳоли пунктларининг (шаҳарлар, посёлкалар ва қишлоқ аҳоли пунктларининг) ерлари; 3) саноат, транспорт, алоқа, мудофаа ва бошқа мақсадларга мўлжалланган ерлар; 4) табиатни муҳофаза қилиш, соғломлаштириш ва рекреация мақсадларига мўлжалланган ерлар; 5) тарихий-маданий аҳамиятга молик ерлар; 6) ўрмон фонди ерлари; 7) сув фонди ерлари; 8) заҳира ерлар.

LUI ва АЮ кўрсаткичлари экологик тармоқларни ташкил этишга бевосита ва билвосита таъсир кўрсатади. Ушбу таъсир қуйидаги асосий жиҳатларда намоён бўлади:

1. Биологик хилма-хилликка таъсири: LUI ва АЮ кўрсаткичларининг ошиши, одатда, табиий ландшафтларнинг ўзгариши ва уларнинг ўрнида қишлоқ хўжалиги, саноат ёки шаҳар инфратузилмаларининг кенгайишини англатади. Бу жараёнлар биологик хилма-хилликни камайтириб, табиий яшаш жойларининг парчаланишига олиб келади. Натижада, табиий ландшафтлар ўртасида экологик боғланганлик ва узвийлик ҳолати бузилади, бу эса турларнинг миграцияси ва генетик алмашинуви учун муайян даражада тўсиқларни яратади.

2. Табиий ландшафтларнинг фрагментацияси: LUI ва АЮнинг юқори даражаси ердан интенсив фойдаланиш натижасида табиий экотизимларнинг кичик, алоҳида бўлакларга бўлиниб кетишига сабаб бўлади. Экологик тармоқлар эса айнан шундай фрагментацияни оптималлаштириш ва турли табиий ҳудудларни ўзаро боғлаш мақсадида

ISSN 3030-3907

ташкил этилади. Демак, LUI қийматининг ўсиб бориши экологик тармоқларни яратиш заруриятини кўрсатади.

3. Ресурсларнинг деградацияси: Ердан фойдаланиш интенсивлиги (LUI) ва антропоген юк кўрсаткичларининг юқори қийматлари ҳудудда табиий ресурслар деградациясининг асосий омилларидан бири ҳисобланади. Бу тупроқ деградацияси, сув ресурсларининг ифлосланиши ва ҳавонинг ифлосланишига олиб келиши мумкин. Экологик тармоқлар, ўз навбатида, бундай салбий оқибатларни олдини олиш ва оптималлаштириш вазифасини бажаради.

4. Экологик тармоқларни режалаштиришга таъсири: LUI ва АЮ кўрсаткичи ердан фойдаланишнинг ҳолати ва ўзгариш динамикаси ҳақида муҳим маълумот беради. Бу маълумотлар ҳудудни ривожлантириш ва экологик тармоқларни режалаштиришда ҳал қилувчи аҳамиятга эга. Масалан, LUI юқори бўлган ҳудудларда табиий ҳудудларни сақлаб қолиш ва уларни бир-бирига боғлаш учун махсус чора-тадбирлар (экологик йўлаклар, буфер зоналар) кўриш талаб этилади. Аксинча, LUI паст бўлган ҳудудларда табиий ландшафтларни сақлаш осонроқ кечади.

ХУЛОСА. Ўзбекистон Республикасида, GBF тамойилларини жорий қилиш – минтақавий биохилма-хилликни муҳофаза қилиш ва миллий экологик сиёсатни халқаро мақсадлар билан уйғунлаштиришда муҳим ўрин тутади. Бунинг учун: «Биологик хилма-хиллиги фокуси»нинг энг юқори даражасига эга бўлган ландшафтларни аниқлаш; АЮ индексларини ҳисоблаб, минтақа учун устувор бўлган экологик тармоқларнинг элементларини шакллантириш; табиий ландшафтлар барқарорлигини ҳамда улардаги экологик боғланишни таъминлаш мақсадида экологик йўлакларни кенгайтириш; жамоатчилик ва маҳаллий аҳолини жалб этиш асосий вазифалардан саналади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Cesonien e, L.; Šileikiene, D.; Dapkien e, M. Influence of Anthropogenic Load in River Basins on River Water Status: A Case Study in Lithuania. Land 2021, 10, 1312. https://doi.org/10.3390/ land1012131.

2. Chen, W., Zhao, J., Chen, G., Lin, Y., Yang, H., & Chen, Q. (2025). Ecological Network Optimization and Security Pattern Development for Kunming‘s Main Urban Area Using the MSPA-MCR Model. Sustainability, 17(8), 3623. https://doi.org/10.3390/su17083623

3. Hovsepyan A. The assessment of the actual status of lands disturbances in the context of Syunik region mining industry (2017). Annals of Agrarian Science. Volume 15, Issue 3, September 2017, Pages 300-303. https://doi.org/10.1016/j.aasci.2017.07.002.

ISSN 3030-3907

4. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие: учеб. пособие. Смоленск: Маджента, 2003. 384 с.
5. **Кочуров Б. И.** Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. — Смоленск : СГУ, 1999. — 154 с.
6. Кочуров Б.И., Марунич Н.А., Хазиахметова Ю.А., Краснов Е.В. Экологически сбалансированная структура земель и энергоэффективность ведения лесного хозяйства в Приднестровье // География и природные ресурсы. 2017. №4. – С. 197-202.
7. Rakhmetova A., Beisenova R., Akpambetova K., Scharaw B. Assessment of Ecological and Economic Balance of the Territory of the Karaganda Region // Polish Journal of Soil Science. – 2020. – Vol. 53, № 2. – P. 211–222. – DOI: 10.17951/pjss/2020.53.2.211. – ISSN 0079-2985.
8. Tokbergenova, A.; Skorintseva, I.; Ryskeldiyeva, A.; Kaliyeva, D.; Salmurzauly, R.; Mussagaliyeva, A. Assessment of Anthropogenic Disturbances of Landscapes: West Kazakhstan Region. Sustainability 2025, 17, 573. https://doi.org/10.3390/su17020573
9. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development; Document source. UN General Assembly; Date. 21 October 2015.
10. Yang J, Zeng C, Cheng Y. Spatial influence of ecological networks on land use intensity. Sci Total Environ. 2020 May. 15;717:137151. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137151. Epub 2020 Feb 5. PMID: 32062267.
11. Yermolaev O.P., Sihanova N.S., Shynbergenov Ye.A., Yantsitov R.O. Assessment of natural resource potential and anthropogenic load in the macroregion of northern Eurasia based on a basin approach. GEOGRAPHY, ENVIRONMENT, SUSTAINABILITY. 2024;17(4):10-25. https://doi.org/10.24057/2071-9388-2024-3359.
12. Павлова Е.В. Экологический каркас в территориальной структуре природопользования Южно-Минусинской котловины: Диссер. …канд. геогр. наук / –А., 2016. –187 с.

MAHALLIY XOM ASHYO ASOSIDA QUYI MODULLI SINTETIK SEOLITLAR OLISH IMKONIYATLARINI BAHOLASH

Kodirov Orifjon Sharipovich
O‘zbekiston Milliy universiteti dotsenti
E-mail: oqsh@bk.ru
Isakulova Muqaddas Shukurovna
Olmaliq davlat texnika instituti dotsenti
E-mail: i.mukaddas@mail.ru
Mardiev Umid Komiljon o‘g‘li
“Jizzax neft baza” MChJ bo‘lim boshlig‘i
E-mail: U.mardiyev0110@yandex.com
Nurmatova Feruza Nazir qizi
Olmaliq davlat texnika instituti magistranti.

Annotatsiya. Ushbu maqolada mahalliy mineral xomashyo asosida quyi modulli sintetik seolitlar olish imkoniyatlari baholangan. Tadqiqot obyekti sifatida Samarqand viloyati Nurobod tumani Sazag‘an MFY hududidan olingan mineral namunalar tanlangan. Xomashyoning element va oksid tarkibi rentgen-fluoressent tahlil usuli yordamida aniqlanib, unda SiO_2 va Al_2O_3 miqdorining seolit sintezi uchun muhim ahamiyatga ega ekani ko‘rsatildi. Namunaning Si:Al nisbati 4,96 ga teng bo‘lib, bu uning quyi va o‘rta modulli seolitlar olish uchun istiqbolli manba ekanini asoslaydi. Shuningdek, rentgen-difraksion va IQ-spektroskopik tahlillar orqali boshlang‘ich mineral tarkib hamda sintezdan keyingi fazaviy o‘zgarishlar o‘rganildi. Dala shpati, kaolin va NaOH nisbatlarining o‘zgarishi seolit hosil bo‘lish jarayoniga ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan. Olingan natijalar mahalliy xomashyodan sintetik seolit materiallari ishlab chiqarish imkoniyati mavjudligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: sintetik seolit, mahalliy xomashyo, dala shpati, kaolin, aluminosilikat, XRF tahlil, XRD tahlil, IQ-spektroskopiya.

Аннотация. В данной статье оценены возможности получения низкомодульных синтетических цеолитов на основе местного минерального сырья. В качестве объекта исследования были выбраны минеральные образцы, отобранные на территории Сазаганской махалли Нурабадского района Самаркандской области. Элементный и оксидный состав сырья был определён методом рентгенофлуоресцентного анализа, при этом показана важная роль содержания SiO_2 и Al_2O_3 в процессе синтеза цеолитов. Соотношение Si:Al в исследуемом образце составило 4,96, что подтверждает возможность его использования для получения низко- и среднемодульных цеолитов. С помощью рентгенодифракционного анализа и ИК-спектроскопии изучены исходный минеральный состав и фазовые изменения

ISSN 3030-3907

после синтеза. Установлено, что изменение соотношения полевого шпата, каолина и NaOH оказывает влияние на процесс образования цеолитной фазы. Полученные результаты подтверждают перспективность использования местного сырья для синтеза цеолитных материалов.

Ключевые слова: синтетический цеолит, местное сырьё, полевой шпат, каолин, алюмосиликат, рентгенофлуоресцентный анализ, рентгенодифракционный анализ, ИК-спектроскопия.

Abstract. This article evaluates the possibility of obtaining low-modulus synthetic zeolites from local mineral raw materials. Mineral samples collected from the Sazagan area of Nurabad district, Samarkand region, were selected as the research object. The elemental and oxide composition of the raw material was determined by X-ray fluorescence analysis, showing that the contents of SiO_2 and Al_2O_3 are essential for zeolite synthesis. The Si:Al ratio of the studied sample was found to be 4.96, indicating its suitability for producing low- and medium-modulus zeolites. X-ray diffraction and infrared spectroscopy were used to study the initial mineral composition and phase transformations after synthesis. The results showed that variations in the ratio of feldspar, kaolin, and NaOH affect the formation of the zeolite phase. Overall, the obtained data confirm that local mineral raw materials can be considered a promising source for the synthesis of synthetic zeolite materials.

Keywords: synthetic zeolite, local raw material, feldspar, kaolin, aluminosilicate, XRF analysis, XRD analysis, infrared spectroscopy.

KIRISH.

Seolitlar uch o‘lchamli ramkasi nanoskalali bo‘shliqlar va kanallar bilan singib ketgan mikrog‘ovakli kristalli alyuminosilikatlarning katta guruhidir. Zeolitlar kabi yuqori darajada o‘ziga xos kimyoviy va fizik xususiyatlarga ega materiallarga bo‘lgan talabning ortishi tadqiqotchilarni yangi seolit materiallarini ishlab chiqishga va mavjudlarini yanada o‘rganishga ilhomlantiradi. O‘zining noyob xususiyatlari tufayli seolitlar turli sohalarda ko‘plab qo‘llanilishlarni topdi. Jahon bozorining yillik aylanmasi bir necha million tonnani tashkil etadi. Seolitlar eng ko‘p gaz va neft-kimyo sanoatida, ion almashinuvida (suvni tozalash va yumshatish), bug‘lar va gazlarni adsorbtsiya qilish va ajratishda, shuningdek, gazlar va eritmalardan aralashmalarni (ayniqsa zararli va ekologik xavfli) olib tashlashda qo‘llaniladi. Seolitlar qishloq xo‘jaligida, chorvachilikda, qog‘oz sanoatida va tabiiy seolitlarning 40 dan ortiq mineral turlari ma'lum. Tabiiy seolitlar sanoat va qishloq xo‘jaligida keng qo‘llaniladi. Klasterlar, nanostrukturalar va nanomateriallarni o‘rganishning fizik-kimyoviy jihatlari. – 2022. – 14-son 747 Biroq, ular ko‘p miqdordagi aralashmalar bilan tavsiflanadi va yomon adsorbentlardir.

ISSN 3030-3907

Sintetik seolitlar, tabiiylaridan farqli o‘laroq, tarkibi va tuzilishi jihatidan bir xilroq, kamroq aralashmalarni o‘z ichiga oladi, mayda kristall zarrachalar tuzilishi bilan tavsiflanadi va bu afzalliklar tufayli kengroq amaliy qo‘llanmalarga ega. Xom ashyoning o‘ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda, ularni ishlab chiqarish uchun yangi, ilm-fanni talab qiladigan texnologiyalar maqsadli mahsulotlarning xususiyatlarida keng o‘zgarishlarni ta'minlaydi va shu bilan sintetik seolitlarga asoslangan turli maqsadlar uchun yuqori sifatli kompozit materiallarni ta'minlaydi [1].

Qatlamli silikatlar va seolitlar katta ahamiyatga ega ekanligi ma'lum. yangi innovatsion materiallar, xususan, tibbiy materiallar (dori vositalari tashuvchilari, enterosorbentlar, qo‘llash uchun materiallar) [2, 3], katalizator tashuvchilar, sanoat va oqova suvlarni tozalash uchun sorbentlar [4], polimer nanokompozitlar uchun plomba moddalari [4, 5] yaratish salohiyati.

Gidrotermal bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlarga qaramay seolitlarning kristallanishida bir qator sintetik seolitlar hali keng qo‘llanilmagan [6]. Bu asosan ularning sintez texnologiyasining murakkabligi va ko‘p bosqichliligi bilan bog‘liq. Ushbu ishdagi eng qiziqarli masalalar gidrotermal sintez sharoitlarining bir qator seolitlarning kristallanish jarayoniga ta'siri bo‘lib, ularni ishlab chiqarish usullarini optimallashtirish uchun qo‘shimcha ma'lumot olish zarurati mavjud.

So‘nggi yillarda neft va gaz sanoatining rivojlanishi murakkab kimyoviy aralashmalarni ajratish va tozalash, maqsadli mahsulotlar ishlab chiqarish va ekologik xavfsizlikni ta'minlash imkonini beruvchi selektiv adsorbentlarni ishlab chiqish bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib keldi. Tabiiy va sintetik seolitlar sanoatda ko‘p miqdorda ishlab chiqariladigan adsorbentlar orasida muhim o‘rin tutadi. Seolitlar o‘zlarining murakkab tarkibi, noyob xususiyatlari, modifikatsiya orqali adsorbsiya, katalitik va ion almashinuv xususiyatlarini tubdan o‘zgartirish qobiliyati, shuningdek, ularni nisbatan arzon xom ashyolardan oddiy texnologik jarayonlar yordamida ishlab chiqarish qobiliyati tufayli dolzarb bo‘lib qolmoqda [8]

Mahalliy xom ashyo minerallari bo‘lmish Samarqand viloyati Nurobod tumani Sazag‘an MFY hududidan olingan namunalarning rentgen fluoressent (NexDE, Rigaku, Yaponiya) usulida element hamda oksid analizi o‘tkazildi [8]. Analiz natijalariga ko‘ra № 1-hududdan olingan namunaning asosiy oksid tarkibi quyidagicha ekanligi aniqlandi: Na_2O(4.45); Al_2O_3 (12.6); SiO_2 (73.5); K_2O (5.11); CaO (1.86); Fe_2O_3 (1.37) va boshqa komponentlar. Olingan natijalardan Si:Al nisbati 4.96 bo‘lib, quyi- va o‘rta modulli seolit olishga imkon berishini ko‘rish mumkin. Qolgan ba’zi metallar hamda metallmaslarning oksidlari umumiy miqdori 0.209% bo‘lib, kamligi sababli inobatga olinmadi.

ISSN 3030-3907

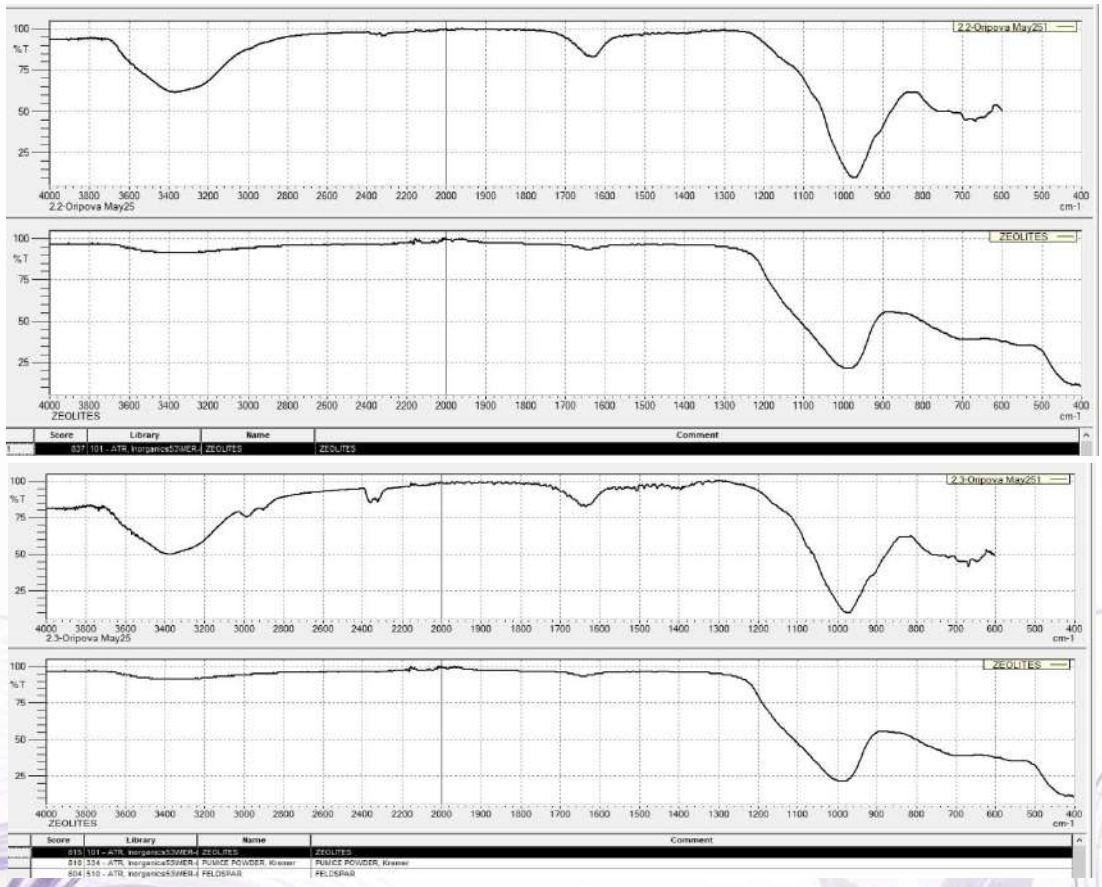
Tajribalarning keyingi bosqichi namunalarning rentgen spektrlarini tahlil etish bo‘yicha olib borildi. Tajribalar geologik yotqiziqlarning kristallik xususiyatlarini aniqlash kukunli difraktometr XRD-6100 (Shimadzu, Japan) uskunasida amalga oshirildi. Olingan natijalar ma’lumotlar bazasi bilan taqqoslanib, tahlil etilganda namunaning mineral tarkibi quyidagicha ekanligi aniqlandi: Kvars (32,37); Albit (7,22); Mikroklin (29,01); Muskovit (1,98); Zirkon (0,067); Ortoklaz (1,73); Plagioklaz_oligoklaz (26,33) va boshqa komponentlar kam miqdorda. Qolgan minerallar umumiy miqdori 3,09% ni tashkil etadigan bir necha ko‘rinishlardan iborat.

1-jadval.

Komponentlar nisbatining seolit hosil bo‘lish jarayoniga ta’siri

№	Komponentlar nisbati, %			Izoh
	Dala shpati	Kaolin	NaOH	
1	95	0	5	Barcha holatlarda seolitlar hosil bo‘ldi*
2	94	1	5	
3	92	3	5	
4	90	5	5	
5	85	10	5	

*-seolitlar hosil bo‘lganligi IQ-spektrlari yordamida aniqlandi



1-rasm. Komponentlar nisbati turlicha: A) Dala shpatining o‘zi; B) Dala shpati va kaolin qo‘shilgan namunalardan olingan seolitlar IQ-spektrlari

ISSN 3030-3907

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, tajribalarda dala shpati, kaolin va natriy gidroksid miqdorining o‘zaro nisbatini o‘zgartirish seolit hosil bo‘lish jarayoniga sezilarli ta’sir ko‘rsatgan. Biroq barcha variantlarda seolit fazasining shakllanishi kuzatilgan bo‘lib, bu xomashyo tarkibidagi kremniy va alyuminiy manbalarining ishqoriy muhitda yetarli darajada faollashganligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, dala shpatining o‘zi asosida ham seolit sintezining amalga oshgani ushbu mineral xomashyoning mustaqil ravishda istiqbolli seolit hosil qiluvchi manba ekanini tasdiqlaydi.

Kaolin qo‘shilishi bilan tizimdagi Si/Al nisbati ma’lum darajada tartibga solinadi va bu, o‘z navbatida, hosil bo‘layotgan aluminosilikat strukturalarning shakllanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Kaolin miqdori ortishi bilan alyuminiy manbasi ko‘payadi, natijada seolit karkasining hosil bo‘lishi uchun qulayroq sharoit yuzaga keladi. Shu bilan birga, komponentlar nisbati o‘zgarishi hosil bo‘lgan mahsulotning kristallanish darajasi, g‘ovak tuzilishi va faza tarkibiga ham ta’sir qilishi mumkin. Demak, faqat seolit hosil bo‘lishini emas, balki qaysi tarkibda uning kristallik darajasi yuqoriroq bo‘lishini ham alohida baholash zarur.

IQ-spektrlar tahlili natijalari ham ushbu holatni tasdiqlaydi. 1-rasmda dala shpatining o‘zi va kaolin qo‘shilgan namunalardan sintez qilingan mahsulotlarning infraqizil spektrlari keltirilgan bo‘lib, ularda seolitlarga xos asosiy tebranish sohalari kuzatiladi. Xususan, 400–1200 sm^{-1} oralig‘idagi yutilish chiziqlari aluminosilikat karkasning valent va deformatsion tebranishlari bilan izohlanadi. Bu esa dastlabki minerallarning ishqoriy faollashuvi natijasida yangi kristall aluminosilikat tuzilmalari hosil bo‘lganini ko‘rsatadi.

Kaolin ishtirokida olingan namunalar spektrlarida ayrim maksimumlarning aniqligi va intensivligi ortgani kuzatilishi mumkin, bu esa seolit strukturasi nisbatan yaxshiroq shakllanganini bildiradi. Bunday holat kaolinning reaksiya jarayonida qo‘shimcha alyuminiy manbai sifatida qatnashib, kristallanish markazlari hosil bo‘lishiga yordam berishi bilan tushuntiriladi. Dala shpati tarkibidagi kvars, mikroklin va plagioklaz singari minerallar esa ishqoriy ishlov natijasida qisman parchalanib, eruvchan silikat va alumosilikat turlariga o‘tadi hamda keyinchalik seolit karkasining shakllanishida ishtirok etadi.

Shuni ham ta’kidlash kerakki, dastlabki xomashyo tarkibida kvars miqdorining yuqoriligi to‘g‘ridan-to‘g‘ri seolitga aylanish darajasini cheklashi mumkin, chunki kvars nisbatan barqaror faza hisoblanadi. Ammo dala shpati guruhiga mansub minerallar, xususan albit, mikroklin va oligoklazlarning mavjudligi ishqoriy muhitda aluminosilikat ionlarining hosil bo‘lishi uchun qulay sharoit yaratadi. Shu sababli tadqiq qilingan namuna tarkibi quyi modulli sintetik seolitlar olish uchun maqbul xomashyo sifatida baholanishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Umuman olganda, olingan natijalar Samarqand viloyati Nurobod tumani Sazag‘an MFY hududidan olingan mineral xomashyo namunalaridan sintetik seolitlar olish imkoniyati mavjudligini ko‘rsatdi. XRF tahliliga ko‘ra namunaning oksid tarkibi, ayniqsa SiO_2 va Al_2O_3 miqdori, hamda Si:Al nisbatining 4,96 ga tengligi ushbu xomashyodan quyi va o‘rta modulli seolitlar sintez qilish mumkinligini asoslaydi. XRD va IQ-spektr natijalari esa boshlang‘ich mineral tarkib hamda sintezdan keyingi fazaviy o‘zgarishlarni tasdiqlab, dala shpati asosidagi mahalliy xomashyo seolit materiallari olish uchun istiqbolli manba ekanini ko‘rsatdi.

Olib borilgan tadqiqot natijalari Samarqand viloyati Nurobod tumani Sazag‘an MFY hududidan olingan mahalliy mineral xomashyo quyi va o‘rta modulli sintetik seolitlar olish uchun istiqbolli manba bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatdi. XRF tahlili natijalariga ko‘ra, namuna tarkibida SiO_2 va Al_2O_3 miqdorining yetarli darajada mavjudligi hamda Si:Al nisbatining 4,96 ga tengligi ushbu xomashyoni aluminosilikat karkasli seolit materiallari sintezi uchun mos ekanini asoslaydi.

XRD tahlili natijasida xomashyo tarkibida kvars, albit, mikroklin, muskovit, ortoklaz va plagioklaz-oligoklaz kabi minerallar mavjudligi aniqlangan. Ayniqsa, dala shpati guruhiga mansub minerallarning ishqoriy muhitda faollashishi seolit fazasining shakllanishi uchun muhim omil hisoblanadi. Tajribalarda dala shpati, kaolin va NaOH nisbatlarining o‘zgarishi seolit hosil bo‘lish jarayoniga ta’sir ko‘rsatgani kuzatildi. Barcha tarkibiy nisbatlarda seolit fazasining hosil bo‘lishi mahalliy xomashyoning reaktivlik imkoniyati yetarli ekanini tasdiqlaydi.

IQ-spektroskopiya natijalari sintez qilingan mahsulotlarda aluminosilikat karkasga xos tebranish sohalari mavjudligini ko‘rsatdi. Kaolin qo‘shilgan namunalarda ayrim yutilish chiziqlarining aniqligi va intensivligi ortishi seolit strukturasining nisbatan yaxshiroq shakllanishiga yordam berishini ko‘rsatadi. Bu holat kaolinning qo‘shimcha alyuminiy manbai sifatida ishtirok etishi va Si/Al nisbatini muvozanatlashtirishi bilan izohlanadi.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari mahalliy mineral xomashyo asosida sintetik seolitlar olish imkoniyati mavjudligini ilmiy jihatdan tasdiqlaydi. Biroq maqolani yanada kuchaytirish uchun keyingi bosqichda hosil bo‘lgan seolitlarning kristallik darajasi, g‘ovak tuzilishi, adsorbsion xossalari va fazaviy tozaligini qo‘shimcha usullar orqali chuqurroq baholash maqsadga muvofiqdir.

ADABIYOTLAR

1. Kodirov O., Isakulova M., Isomiddinov J. Chemical composition and application product tar forming in the pyrolysis of hydrocarbons //PROBLEMS IN THE TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY IN THE CONTEXT OF INTEGRATION

ISSN 3030-3907

OF SCIENCE AND INDUSTRY AND WAYS TO SOLVE THEM:(PTLICISIWS-2022). – 2023. – Т. 2789. – №. 1. – С. 040066.
2. Isakulova M. S., Mamatqulov J. R. O., Zikriyev A. A. O. MODELING OF CARBON NANOTUBES BY MOLECULAR DYNAMICS METHODS //Scientific progress. – 2021. – Т. 1. – №. 6. – С. 1046-1050.
3. TADJIYEVA G. et al. USE OF HEXANE-BASED HYDROCARBON SOLVENTS FOR CLEANING OIL FROM ORGANIC DEPOSITS //CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING. – 2024. – Т. 2022. – №. 3. – С. 3.
4. Shukurovna I. M. Fraction of narrow products produced in the process of oil processing. – 2022.
5. Sobirovna K. D., Shukurovna I. M. Neftni haydash. Neft mahsulotlarini qayta ishlash sanoati //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 1. – №. 9. – С. 19-26.
6. Арипова М.Х. и др. Получение синтетических цеолитов на основе местного сырья // Универсум: химия и биология: электрон. научный журнал. 2023. 11(113). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/16095.
7. Исакулова М. Ш. ТАР ПРОДУКТ ХОМ-АШЁСИНИ ҚАЙТА ИШЛАШ ТЕХНОЛОГИЯСИ //Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies (CARJIS). – 2022. – Т. 2. – №. 3. – С. 260-267.
8. Арипова М.Х. и др. Получение низкомодульных синтетических цеолитов на основе местного сырья (сообщение 1) // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2022. 2(92). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/12967

ISSN 3030-3907

YARN PROPERTY PREDICTION

N.O.Odilkhonova
Namangan State Technical University, Associate Professor
E-mail: odilkhonova2025@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada takomillashtirilgan tavsiya etilgan formula yordamida ipning nisbiy uzilish kuchini bashorat qilish usuli taklif etilgan. Kvadratik notekislikdan foydalanish hamda ipning uzilishiga qarshilik ko‘rsatmaydigan tolalar uzunligini hisoblash usulidan foydalanish asoslangan.

Tayanch so‘zlar: ip, xossalar, prognozlash, tola, uzilish kuchi, buram, tola uzunligi, kvadratik notekislik, ishqalanish kuchi.

Аннотация. В статье предложен метод прогнозирования относительной разрывной нагрузки пряжи с помощью усовершенствованной рекомендуемой формулы. Обосновано использование квадратической неровноты, а также использования метода расчета длины волокон, не оказывающих сопротивления при разрыве пряжи.

Ключевые слова: пряжа, свойства, прогнозирование, волокно, разрывная сила, крутка, длина волокна, квадратическая неровнота, сила трения.

Abstract. The article proposes a method for predicting the relative breaking load of yarn using an improved recommended formula. The use of quadratic unevenness is substantiated, as well as the use of a method for calculating the length of fibers that do not provide resistance when the yarn breaks.

Keywords: yarn, properties, prediction, fiber, breaking force, twist, fiber length, quadratic unevenness, friction force.

INTRODUCTION.

It is theoretically impossible to accurately predict the breaking strength of the thread. There are many reasons for this, and first of all, it is unjustified that the breaking force of the fibers, which break down sequentially, is recorded using a force gauge - dynamometer. The complexity of the posed problem has also been studied in applied research [1]. For this reason, formulas based on the processing of results by statistical methods were recommended, with relatively little experience in applied research [2].

The characteristics and properties of yarn depend heavily on the properties of the fibers. In cotton yarn spinning, the linear density of the fiber serves as the basis for determining the required linear density of the yarn. To achieve a well-formed yarn structure, the fibers must be evenly distributed throughout its cross-sectional layers [3]. K. I. Koritskiy [4], having analyzed all research in this direction, recommended dividing them into three groups. He also recommended three formulas for calculating the relative breaking load of yarns obtained by various spinning systems and methods [5]. In his research, he based his work on

ISSN 3030-3907

the results of statistical analysis of extensive data. In some of his analyses, he used the breaking strength of the yarn itself.

The problems of calculating yarn breaking strength are discussed in the works of N.M.Belitsyn, V.M.Kuzmin, K.I.Koritskiy, B.P.Pozdnyakov, V.E.Zotykov, I.V.Budnikov, P.P.Trikov, A.N.Solovyov, I.M.Rakh [6; 7]. An analysis of the theoretical and empirical formulas proposed by these authors is available in numerous literature sources and scientific publications [8]. The strength of textile threads and yarn has been extensively studied in the works of V. E. Morton [9], J. W. S. Hearle [10], K. I. Koritsky [5], V. P. Shcherbakov [11, 12], and others.

It should be noted that in the studies discussed, the analysis of yarn strength was based on the assumption of its ideal structure. When deriving certain formulas, constant coefficients are introduced to account for the uneven arrangement of fibers within the yarn, their dimensions, and the technological conditions.

METHODOLOGY.

As a result of implementing the HVI (High Volume Instrument) system for measuring cotton fiber properties, the Count Strength Product (CSP) indicator was introduced to characterize yarn strength. According to SITRA recommendations, formulas are provided for calculating the relative breaking load or the breaking length of the yarn [13]. The formula for determining the breaking length of the yarn is presented as follows::

$$R_{km} = \frac{LeaCSP}{150} (1)$$

Accordingly, the relative breaking length of yarn for the carded spinning system is:

$$R_{km} = 1{,}1\sqrt{\frac{L \cdot R_T}{M}} + 4{,}0 - 13\frac{N_e}{150} (2)$$

For the combing spinning system is:

$$R_{km} = 1{,}1\sqrt{\frac{L \cdot R_T}{M}} + 4{,}0 - 13\frac{N_e}{150} + \left(1 + \frac{Y}{100}\right) (3)$$

From the formulas provided, it is evident that according to the recommendations of SITRA, the relative breaking strength (or breaking length) of yarn is based on the upper half mean length of the fiber, the relative breaking strength of the fiber, micronaire, and the yarn count in the English system.

The issue of calculating breaking strength, which is one of the fundamental properties of yarn, based on raw material data, is addressed in the works of many researchers, including [14]. This indicator is referred to by the terms "single yarn

ISSN 3030-3907

breaking strength," "relative breaking load or breaking length," and in some cases, simply as "strength."

Based on many years of research and experimentation, A.N. Solovyov proposed the following formula for calculating the relative breaking load of cotton fiber yarn [15]:

$$R_y = \frac{P_f}{T_f}\left(1 - 0{,}0375 \cdot H_0 - \frac{2{,}65}{\sqrt{\frac{T_y}{T_f}}}\left(1 - \frac{5}{L_f}\right) \cdot \eta \cdot k\right) \quad [\text{cN/tex}] \quad (4)$$

where: R_f - Relative breaking load of the yarn, cN/tex;P_f - Breaking load of the fiber, cN; T_f - Linear density of the fiber, tex;H_0 - Specific unevenness of the yarn (for the combed system, H_0 = 3.5 - 4.0; for the carded system, H_0 = 4.5 - 5.0); T_y – Linear density of the yarn, tex; L_f - Staple length of the fiber, mm; η - Coefficient dependent on the condition of the equipment (Excellent - η = 1.1; Good - η= 1.0; Satisfactory - η = 0.9);k - Twist correction factor, dependent on the difference between the actual and critical twist coefficients.

RESULTS AND DISCUSSION.

When deriving the formula, A.N. Solovyov initially recommended taking unevenness into account. It is known from mathematical statistics that the minimum value of the breaking strength (R) differs slightly from the mean value according to the law of normal distribution. This difference is:

$$P = \bar{P} - 3\sigma \quad (5)$$

where $\bar{P}$ - *average tensile strength;* σ*- mean square deviation.*

Provided the experimental results conform to a normal distribution pattern, the following relationship exists between the values of the quadratic unevenness (C) and the linear unevenness (H), based on Sommer's formula:

$$\frac{C}{H} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \approx 1{,}25 \quad (6)$$

If we consider that the formula for linear unevenness is:

$$H = \frac{\sigma \cdot 100}{\bar{P}} \quad (7)$$

Then

$$\sigma = \frac{1{,}25 \cdot H \cdot \bar{P}}{100} \quad (8)$$

Substituting this expression into formula (2), we obtain:

$$P = \bar{P}(1 - 0{,}0375 \cdot H) \quad (9)$$

The breaking strength of yarn is simultaneously influenced not only by the breaking coefficient (k_0) but also by the yarn twist. The twist in the yarn creates a

ISSN 3030-3907

tangential force. This force is proportional to the yarn diameter *d*, and the number of twists *K*.

$$U = C \cdot K \cdot d \quad (10)$$

where *C* is a constant coefficient (introduced by A.N. Solovyov).

The normal component of the tangential force, *Q*, generates a friction force within the fiber.

$$T_0 = f \cdot Q \quad (11)$$

Given that

$$Q = U \cdot \cos\beta \quad (12)$$

we obtain

$$T_0 = f \cdot C \cdot K \cdot d \cdot \cos\beta \quad (13)$$

where *f* - coefficient of friction; β - angle (Figure 1.)

If the twist in the yarn is replaced

$$K = \frac{1}{\pi \cdot d \cdot ctg\beta} \cdot \quad (14)$$

Then the following formula is derived:

$$T_0 = \frac{C \cdot d \cdot \cos\beta \cdot f}{\pi \cdot d \cdot ctg\beta} = \frac{C \cdot f}{\pi} \cdot \sin\beta \quad (15).$$

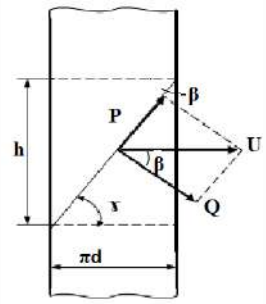


Figure 1. Fiber Disposition Along a Helical Path

Considering that the first factor in formula (15) may be a constant, the expression $\frac{C \cdot f}{\pi} = C_1$ simplifies to:

$$T_0 = C_1 \cdot \sin\beta \quad (16)$$

This expression demonstrated that the friction force, the coefficient of friction, and the sine of the twist angle are directly proportional. Based on the test results, it was noted that the breaking strength of yarn spun from the same fiber is proportional to *sin* β.

Accordingly,

$$P = C \cdot k_0 \cdot n \cdot p_0 \cdot \sin\beta \quad (17)$$

where: P_0 - fiber breaking strength; k_0 - coefficient of simultaneous fiber breakage;

ISSN 3030-3907

n - number of fibers in the cross-section of the yarn; *C* - constant coefficient; β - twist angle.

Taking into account the coefficient *k*, which accounts for bundle breakage, and when the breaking force is replaced by the breaking length (9), the formula is written as:

$$R_y = R_0(1 - 0{,}0375 \cdot H) \cdot k \quad (18)$$

where: R_0 - is the breaking length of the fiber; *k* - is the coefficient accounting for the breakage of the twisted fiber bundle.

If we substitute into this formula the value representing the total unevenness *H:*

$$H = H_0 + \sqrt{\frac{5000 \cdot N}{N_0}} \quad (19)$$

then it will be:

$$R_y = R_0(1 - 0{,}0375 \cdot H_0 - 0{,}0375 \cdot b \cdot \sqrt{N}) \cdot k \quad (20)$$

The coefficient *b* in this formula, which increases with the yarn count, is called the unevenness growth coefficient. In the studies of A.N. Solovyov, it was proposed to be calculated using the expression:

$$b = \sqrt{\frac{5000}{N_0}} \quad (21)$$

If we relate this expression to the expression for total unevenness:

$$R_y = R_0(1 - 0{,}0375 \cdot H_0 - 0{,}0375 \cdot \sqrt{\frac{5000}{N_0}} \cdot \sqrt{N}) \cdot k \quad (22)$$

If we substitute $0{,}0375 \cdot 70{,}711 = 2{,}65$ and replace the count with the linear density, formula (22) takes the following form:

$$R_y = R_0(1 - 0{,}0375 \cdot H_0 - \frac{2{,}65}{\sqrt{\frac{T_y}{T_f}}}) \cdot k \quad (23)$$

As the fiber length increases, the value of coefficient *k* also approaches *1,0*. At a certain minimum fiber length, l_0, where it is impossible to form a twisted fiber bundle, *k* = 0. This relationship is expressed by the formula:

$$k = (1 - \frac{l_0}{l}) \quad (24)$$

Based on the relationship between breaking strength and fiber length, A.N. Solovyov proposed that l_0 should be 5 mm.

In practice, the tangential force generated by the helical arrangement of fibers creates resistance to fiber breakage. The number of helical turns (or twists) formed by a fiber within the yarn depends on its length. Consequently, fibers aligned along the helix are more likely to contribute to friction generation. Using

ISSN 3030-3907

the method for calculating the length of one helical turn, we can express the formula for determining the length of fibers not participating in breakage as follows:

$$l_0 = 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{1000}{K}\right)^2 + (\pi \cdot d_y)^2} \qquad (25)$$

where: K - is the number of twists per 1 meter of yarn, turns/m; d_y - is the yarn diameter, mm.

The yarn diameter is calculated using the formula by Yu.K. Barkhotkin [16]:

$$d = 0{,}057 \cdot \sqrt[6]{\frac{T_y}{K}} \cdot \sqrt{T_y} \qquad (26)$$

where: T_y - is the linear density of the yarn, tex; K - is the number of twists per 1 meter of yarn, turns/m.

A graphical interpretation of the pattern of change in the value of l_0 - the length of fibers not participating in the break - obtained from the calculations is shown in Figure 2.

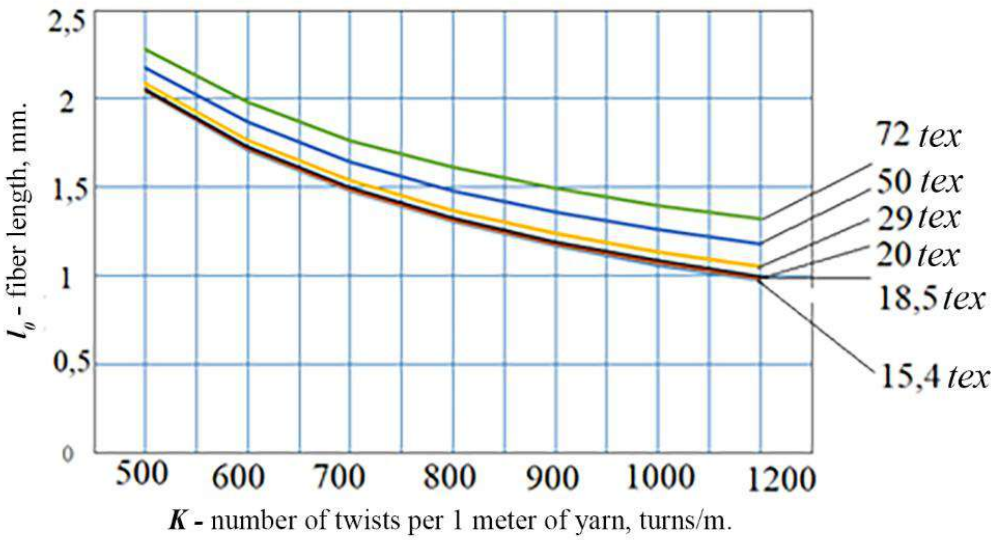


Figure 2. Fiber Length within a Single Yarn Twist

The graph (fig. 2.) showed that the linear density of the yarn increases from 15,4 tex to 100 tex as l_0 increases by 18 - 54%, and decreases by a factor of 1,6 - 2,1 as the number of twists in the yarn increases within the range of 500 - 1000 turns/m.

Taking into account fiber arrangement and alignment, as well as orientation, we recommend considering its double value in the formula (Table 1).

Table 1

Length (l_0) of fibers not participating in yarn breakage, mm

Linear density of yarn, tex	Number of twists in yarn, turns/m						
	500	600	700	800	900	1000	1100
15,4	4,077	3,420	2,952	2,604	2,334	2,119	1,945

ISSN 3030-3907

18,5	4,098	3,443	2,978	2,632	2,364	2,151	1,978
20	4,108	3,455	2,991	2,646	2,379	2,167	1,995
29	4,176	3,531	3,074	2,735	2,474	2,268	2,100
50	4,356	3,730	3,290	2,965	2,717	2,522	2,365
72	4,565	3,957	3,534	3,222	2,986	2,800	2,650
100	4,847	4,262	3,855	3,558	3,331	3,154	3,011

When the quadratic unevenness is used in place of the linear unevenness in the previously stated formula for calculating the relative breaking load of yarn, formula (9) takes the following form:

$$P = \overline{P}(1 - 0{,}03C) \qquad (27)$$

Formula (2.34) is also modified accordingly.

Thus, the modified form of A.N. Solovyov's formula appears as follows:

$$R_y = \frac{P_f}{T_f}\left(1 - 0{,}03 \cdot C - \frac{2{,}12}{\sqrt{\frac{T_y}{T_f}}}\right) \cdot \left(1 - \frac{l_0}{l_{sht}}\right) \cdot k \cdot \eta \qquad (28)$$

Where: R_y - relative breaking load of yarn, cN/tex; P_f - breaking load of fiber, cN; T_f - linear density of fiber, tex; C - quadratic unevenness of yarn; T_y - linear density of yarn, tex; l_0 - length of fibers not participating in yarn breakage, mm; l_{sht} - staple length of fiber, mm; k - twist correction determined by the difference between the actual twist coefficient α_T and the critical twist coefficient α_{Tcr}; η - coefficient accounting for equipment condition (excellent - 1,1; normal – 1,0; satisfactory – 0,95).

For a comparative analysis of the relative breaking load of yarn, the calculation results based on the given formulas, standards, and recommendations were studied, along with the results achieved in practice at industrial enterprises. Figures 3 and 4 present a histogram showing the relative breaking loads of cotton fiber yarn, calculated using the current and recommended formulas.

ISSN 3030-3907

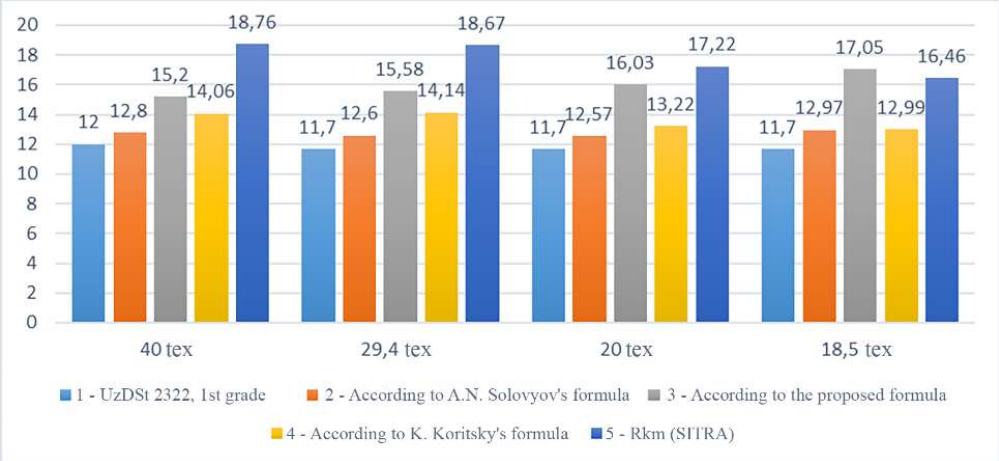


Figure 3. Calculated Relative Breaking Load Indicators of Yarn (for ring-spun yarn)

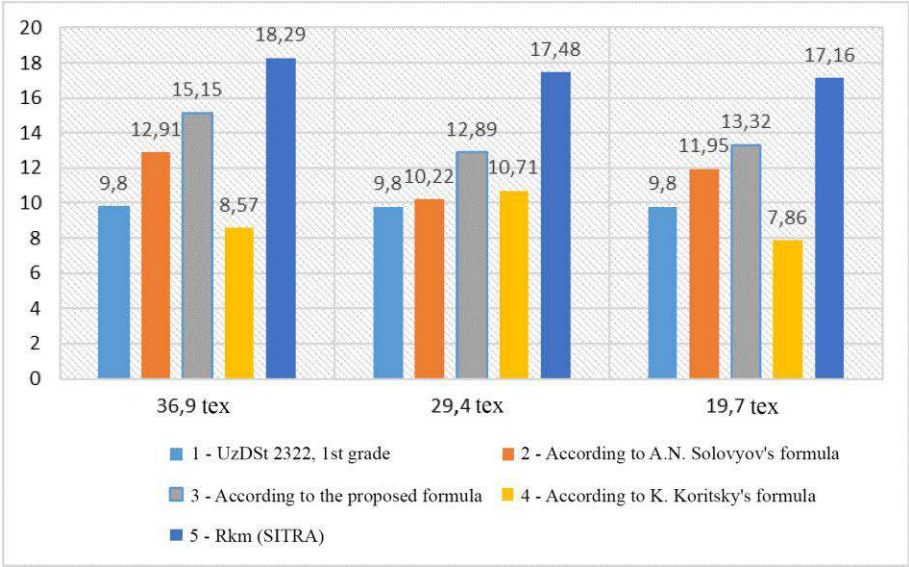


Figure 4. Calculated Relative Breaking Load Indicators of Yarn (for rotor spun yarn)

These histograms demonstrate that the calculation of the relative breaking load of yarn using the proposed formula yields results closely aligned with those obtained by modern computational methods.

CONCLUSION.

In research conducted to study yarn properties and calculate breaking strength, the factors accounting for yarn structure, irregular fiber arrangement, dimensions, and technological conditions vary, and coefficients with constant values are included in different formulas.

Based on research, a modified formula for determining the relative breaking load of yarn was proposed as an evolution of A.N. Solovyov's original formula. This modification involves replacing the linear unevenness of the yarn with the quadratic unevenness and incorporating a method for calculating the length of

ISSN 3030-3907

fibers that do not contribute to breakage resistance. It has been established that the results align with modern requirements.

REFERENCES

1. Skulanova N.S. Design of technology and apparatus of wool yarn formed from non-traditional types of raw materials: Diss., Doctor of Technical Sciences. M.: 2009. 274 p.
2. Shcherbakov V.P., Bolotny A.P. Clarification of the analytical description of the stress-strain state of the thread//Izvestiya VUZov. Textile industry technology. 2009, No6. P.113-118.
3. Odilkhonova N. O., Azizov I. R., Lastochkin P. D. Determination of the linear density of yarn taking into account the shrinkage coefficient and structural analysis //Universum: technical sciences. - 2021. - No. 6-2 (87). - P. 60-63.
4. Koritskiy K.I. Issues of structure and design of cotton yarn. M.: "Gizlegprom," 1940.- 124 p.
5. Koritskiy K.I. Technical and Economic Assessment and Design of Textile Materials. - M.: Light and Food Industry, 1983.
6. Raha I.M. Determining the strength of cotton yarn//Izv. Universities. Textile industry technology. 1993, No. 5. P. 27-31.
7. Barkhotkin Yu.K. Formula for the strength of cotton yarn//Izv. Universities. Textile industry technology. 2003, No6. P.27-30.
8. Movshovich P.M., Golubchikova A.V. Theory of Processes, Technology, and Equipment of Cotton and Chemical Fibers Preparation. Moscow: MSTU, 2012. - 224 p.
9. Morton W.E., Hearle J.W.S. Physical properties of textile fibers. Fourth edition. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. p.765.
10. Hearle J.W.S., Lomas B., Cooke W.D. Atlas of Fiber Fracture and Damage to Textiles. Second edition. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2000. p.460.
11. Shcherbakov V.P. Calculation of yarn strength using the elasticity theory of an anisotropic body // Izvestiya VUZov, Texnology of Textile Industry - Moscow, 1996. - No6. -p. 10-13.
12. Shcherbakov V.P., Skulanova N.S. Fundamentals of the theory of deformation and strength of textile materials. Moscow: MGTU named after A.N. Kosygin, 2008. -332 p.
13. SITRA Norms for spinning mills. CUAMBA-TORE-641014, 2010.
14. Артцт Р., Egbers G. Technology of Pneumomechanical Spinning: Translated from German.-M.: Legprombytizdat, 1986. -184 p.
15. Azizov I.R., Erkinov Z.E., Odilkhonova N.O. Complex method for predicting the strength of three-component yarn // Universum: technical sciences: electronic.

ISSN 3030-3907

scientific journal. 2018. No. 5 (50). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/5889 (accessed: 15.12.2024).
16. Borzunov I.G. et al. Cotton and chemical fiber spinning (mixture design, preparation of canvases, carding and combing ribbons): Textbook for tutuses. - M.: Light and Food Industry, 1982. -376 p.

ARALASHMADAN TOLA BO‘LAKCHALARINI TO‘RLI SILINDRIK SIRT YUZASIDA QIRG‘ICH TASIRIDA AJRATIB OLISH JARAYONINI MODELLASHTIRISH

Boysariyev Asqar Boymurodovich
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti
Abdullayev Kamoliddin Yusupovich
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti
Jumayev O‘rol Saydulla o‘g‘li
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada aralashma tarkibidan tola bo‘lakchalarini to‘rli silindrik sirt yuzasida qirg‘ich ta’siri yordamida ajratib olish jarayonining matematik modeli ishlab chiqilgan. Jarayonda tola zarrachalarining harakat qonuniyatlari, silindr sirtining geometrik parametrlari hamda qirg‘ichning ta’sir kuchlari tahlil qilingan. Modellash natijasida ajratish samaradorligiga ta’sir etuvchi asosiy omillar aniqlanib, texnologik parametrlarni optimallashtirish imkoniyatlari baholangan. Olingan natijalar to‘qimachilik sanoatida tolalarni saralash va tozalash jarayonlarini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: aralashma, tola bo‘lakchalari, to‘rli silindr, qirg‘ich, matematik model, ajratish jarayoni, tolalarni saralash, texnologik parametrlar.

Аннотация. В данной работе представлена математическая модель процесса отделения волокнистых частиц из смеси на сетчатой цилиндрической поверхности под воздействием скребка. В исследовании анализируются закономерности движения волокнистых частиц, геометрические параметры цилиндрической поверхности и силы, создаваемые скребком. На основе результатов моделирования были определены основные факторы, влияющие на эффективность разделения, а также оценены возможности оптимизации технологических параметров процесса. Полученные результаты могут быть использованы для совершенствования процессов очистки и сортировки волокон в текстильной промышленности.

Ключевые слова: волокнистые частицы, смесь, сетчатая цилиндрическая поверхность, скребок, математическое моделирование, эффективность разделения, текстильная промышленность, оптимизация процесса.

Annotation. This paper presents a mathematical model of the process of separating fiber particles from a mixture on a mesh cylindrical surface under the action of a scraper. The study analyzes the motion behavior of fiber particles, the geometric parameters of the cylindrical surface, and the forces exerted by the scraper. Based on the modeling results, the main factors affecting the separation efficiency were identified, and opportunities for optimizing technological parameters were

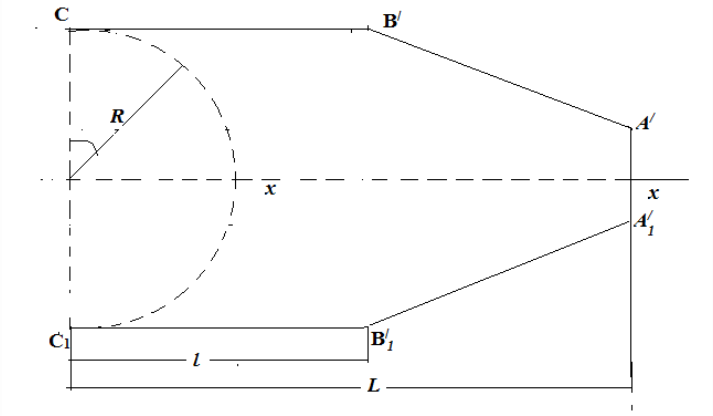
ISSN 3030-3907

evaluated. The obtained results can be used to improve fiber cleaning and sorting processes in the textile industry.

Keywords: mixture, fiber particles, mesh cylinder, scraper, mathematical modeling, separation process, fiber sorting, technological parameters.

KIRISH.

Amalda kamerani qo‘llash jarayonida uning ikkinchi qismiga qisman tola bo‘lakchalari o‘tib ketish mumkinligi kuzatilgan. Shu munosabat bilan tola va havo zarrachalarini ikkinchi qismdagi haraktini o‘rganib chiqamiz. Havo va tolali massa aralashmasining chiqishda ko‘ndalang kesimi o‘zgaruvchi kameradagi geometrik ko‘rinishi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Kamera ikkinchi qismini kesim yuzasining geometriyasi

Yuqorida keltirilgan xulosa natijasiga ko‘ra havo va tola tezliklarini $L \le x \le L+R$ oraliqda ham o‘zgarmas deb qabul qilamiz. U holda aralashma komponentlari to‘rli yuza bilan o‘zaro ta’sirda bo‘lib, yuza sirtidan faqat havo komponenti oqimi hosil bo‘lishi, tola komponenti esa yuza sirtida to‘liq saqlanashi mumkin bo‘lgan holni ko‘rib chiqamiz. Massani saqlanish qonuniga ko‘ra qo‘yidagi tenglikni yozish mumkin

$$S_0 \rho_{00} u_{00} m_0 = S_c \rho_{oc} u_{0c} \qquad (1)$$

bu yerda: S_c-aralashmadagi havo oqimi o‘tkazadigan to‘rli sirt yuzasi;

ρ_{0c}, u_{0c}- sirt yuzasidagi havo komponetining zichligi va tezligi.

(2) bog‘lanishdan $S_c$ni aniqlaymiz.

$$S_c = \frac{S_0 \rho_{00} u_{00} m_0}{\rho_{0c} u_{0c}} \qquad (2)$$

To‘rli sirtnning yuzasi $S_t = \pi R a$ deb qabul qilinsa, ushbu nisbat havo oqimining o‘tkazuvchi to‘rli sirtni ulushini aniqlaydi.

$$n = \frac{S_c}{\pi R a} \qquad (3)$$

Hisoblashda yuqorida keltirilgan qiymatlar bilan birga grafiklardan hamda

ISSN 3030-3907

qo‘yidagi bog‘lanishdan $\rho_{0c} = \frac{u00\rho_{00}S_0m_0}{u_{1c}\pi Ram_c}$ $u_{1c} = 9{,}5\text{м}$, $m_{1c} = 0{,}98$ bo‘lganda foydalanib. Qo‘yidagi natijani olamiz $n = 0{,}63$.

Aralashma to‘rli sirt bilan ta’sirlashuvi holatida uning yuzasida tola to‘liq ushlanib qolish shartida undagi tola qalinligini hisoblaymiz. Qirg‘ich harakati davomida sirt ustida to‘planayotgan tola massasi qo‘yidagi integral orqali hisoblanadi

$$M = \int_0^{\pi} h_0(\varphi)\rho_1(\varphi)(1-n)\pi aRd\varphi \tag{4}$$

bu yerda: $h_0(\varphi)$ -sirt ustida qirg‘ichning $0 < t < \pi/\omega$ vaqt (ω -qirg‘ichning burchak tezligi) oraligidagi tola qalinligi bo‘lib uni ushbu bog‘lanish orqali aniqlaymiz

$$h_0 = kR(\pi - \varphi) \tag{5}$$

bu yerda: k - o‘zgarmas koeffisiyent bo‘lib, uni aniqlash lozim bo‘ladi.

Yuqoridagi formulaga $h_0(\varphi)$ ifodasini hamda $\rho_1 = \rho_{1c} = \frac{(1-m_0)\rho_{10}}{(1-m_c)}$ bog‘lanishdan foydalanilsa tola massasini hisoblash uchun qo‘yidagi formulani olamiz

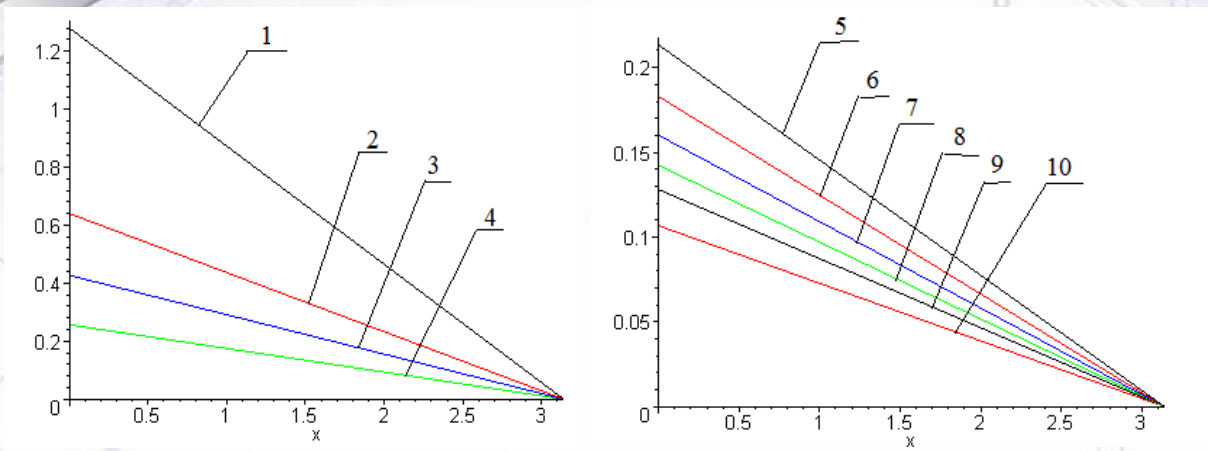
$$M = \frac{\rho_{10}(1-m_0)\pi^2R^2a(1-n)}{2(1-m_c)}k \tag{6}$$

Ikkinchi tomonda stasionar oqim uchun $0 < t < \pi/\omega$ vaqt davomida to‘rli sirtga to‘planadigan tola massasi $M = \rho_{10}(1-m_0)S_0u_{00}\pi/\omega$ ga teng bo‘ladi. Ikkala massani o‘zaro tenglashtirib k koeffisiyentini aniqlash uchun qo‘yidagi formulani olamiz.

$$k = \frac{2(1-m_c)S_0u_{00}}{\pi R^2a(1-n)\omega} \tag{7}$$

2-rasmda tola qalinligining burchak φ bo‘yicha har xil ω lardagi o‘zgarish grafiklari keltirilgan

ISSN 3030-3907



$1-\omega=10$, $2-\omega=20$, $3-\omega=30$, $4-\omega=50$, $5-\omega=60$, $6-\omega=70$, $7-\omega=80$, $8-\omega=90$, $9-\omega=100$, $10-\omega=120$

2-rasm To‘rli yuzada to‘planadigan tola qalinligining qirg‘ichning har xil burchak tezligi $\omega(c^{-1})$ da burchak φ bo‘yicha o‘zgarish grafiklari.

Grafikdan ko‘rinib turibdiki burchak tezligi 10 s^{-1} bo‘lganda to‘rli yuzada to‘planadigan tolali chiqindi qalinligi 1,2 mm dan yuqori bo‘ladi, burchak tezligi 20 s^{-1} bo‘lganda to‘rli yuzada to‘planadigan tolali chiqindi qalinligi keskin kamaygan holda 0,65 mm bo‘ladi, burchak tezligi 30 s^{-1} bo‘lganda to‘rli yuzada to‘planadigan tolali chiqindi qalinligi keskin kamaygan holda 0,41 mm bo‘ladi, burchak tezligi 50 s^{-1} bo‘lganda to‘rli yuzada to‘planadigan tolali chiqindi qalinligi keskin kamaygan holda 0,28 mm bo‘ladi, burchak tezligi 60 s^{-1} bo‘lganda to‘rli yuzada to‘planadigan tolali chiqindi qalinligi keskin kamaygan holda 0,21 mm bo‘ladi, burchak tezligi 70 s^{-1} bo‘lganda to‘rli yuzada to‘planadigan tolali chiqindi qalinligi keskin kamaygan holda 0,18 mm bo‘ladi, burchak tezligi 80 s^{-1} bo‘lganda to‘rli yuzada to‘planadigan tolali chiqindi qalinligi keskin kamaygan holda 0,16 mm bo‘ladi, burchak tezligi 90 s^{-1} bo‘lganda to‘rli yuzada to‘planadigan tolali chiqindi qalinligi keskin kamaygan holda 0,14 mm bo‘ladi, burchak tezligi 100 s^{-1} bo‘lganda to‘rli yuzada to‘planadigan tolali chiqindi qalinligi keskin kamaygan holda 0,13 mm bo‘ladi, burchak tezligi 120 s^{-1} bo‘lganda to‘rli yuzada to‘planadigan tolali chiqindi qalinligi keskin kamaygan holda 0,115 mm bo‘ladi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki tolani qalinligani hisobga olgan holda to‘rli yuza teshiklarini berkilib qolmasligi uchun 3-4 tola qalinligi bo‘lishi zarur. Bu esa sidirgichni burchak tezligi minimal 60^{-1} bo‘lishi zarurdir. Undan kam bo‘lgan taqdirda teshiklar yuzasi berkilib qoladi.

To‘rli yuzadan o‘tib ketayotgan tolali chiqindilarni kamayganligini aniqlash maqsadida hamda kamera kesimining chiqishdagi g‘ovaklikni, havo va tolali avralashmani harakat madelini ishlab chiqildi.

Koordinata boshini kameraning oxirgi qismi kesimiga qo‘yib $0x$ o‘qini kamera markaziy chizig‘i bo‘ylab yo‘naltiramiz. Kamera ko‘ndalang kesimi

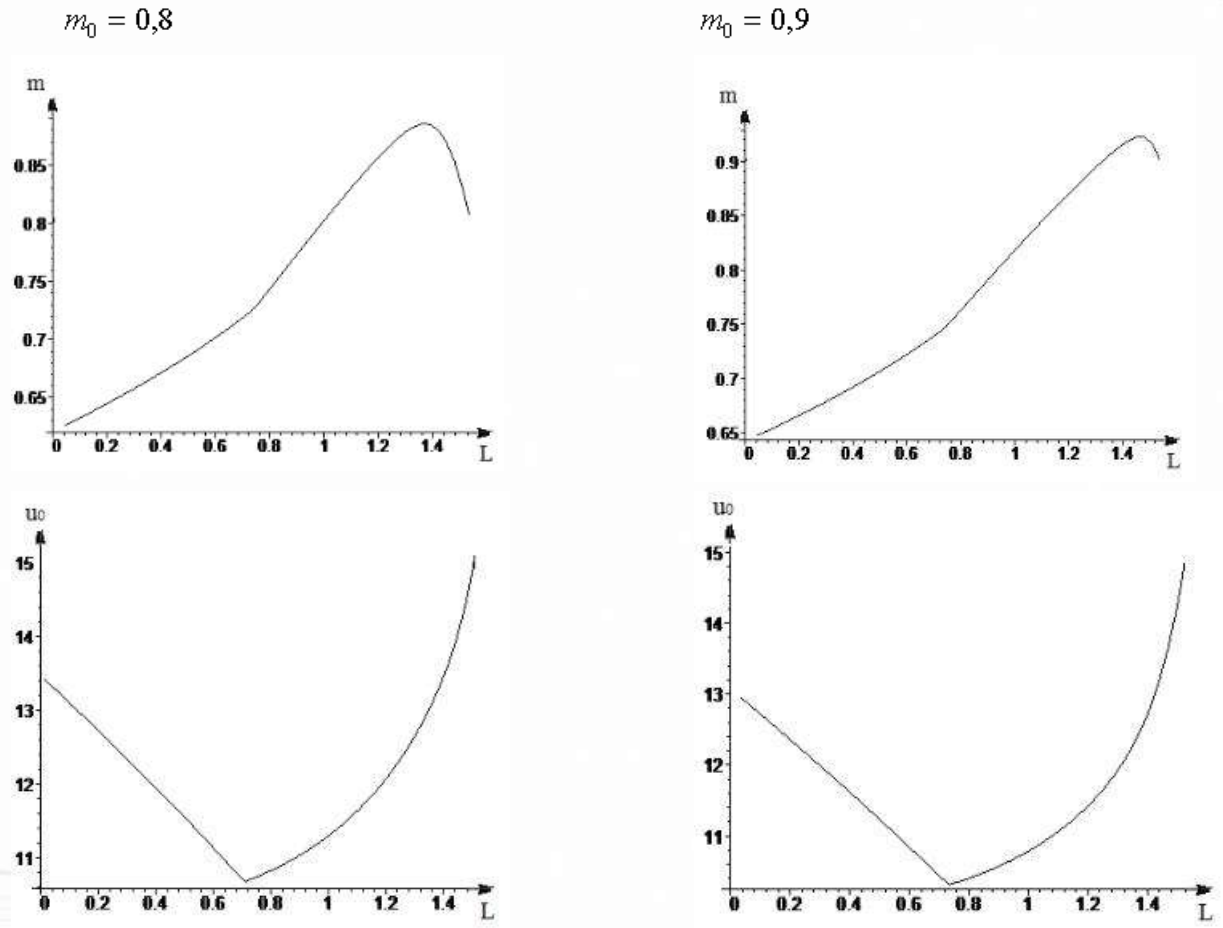
ISSN 3030-3907

$S = s(x)$ qonuniyatiga ko‘ra o‘zgaradi deb qabul qilamiz, uning istalgan kesimidagi harakat parametrlari: havo tezligi - $u_0(x)$ (0 indeksi), tola bo‘lakchalari tezligi $u_1(x)$ (1 indeksi) bilan belgilaymiz. Kameraning $x = 0$ kesimida harakatlanayotgan massaga u_{00} tezlikka ega bo‘lgan havo oqimi ta’sir ko‘rsatayotgan bo‘lsin.

Ikki komponentlik muhit stasionar harakatining kamera bo‘ylab o‘rinli bo‘lishi uchun uning harbir kesimida massa saqlanish qonuni bajarilishi lozim. Shuning uchun muhitning kameradan chiqib ketishida ushbu tenglik o‘rinli bo‘ladi.

$$\rho_{0k} v_{0k} S_0 = \rho_{0c} v_{0c} S_c \qquad (8)$$

Kameraning birinchi qismida olingan tenglamalarimizdan foydalanib amalda olangan natijalar asosida jarayonni tezkari yechish asosida g‘ovvoklik havo va tolali massa harakatini “Maple-8” elektron mashinasida hisoblash asosida 3-rasmda keltirilgan grafiklarni olamiz.



3–rasm. Aralashma g‘ovakligi $m(x)$, havo $u_0(x)$ va tola $u_1(x)$ komponentlarini kamera $[0,l]$ va $[l,L]$ oraliqlarda boshlang‘ich g‘ovaklikning ikki qiymada kamera o‘qi bo‘ylab o‘zgarish grafiklari

Grafiklar tahlilidan qo‘yidagilarni hulosa qilish mumkin. Tola komponentining kamerani uchinchi bosqichi oxirida tezligi juda kichik bo‘lganligi

ISSN 3030-3907

sababli ($\approx 10^{-3}$ м/с), hamda kamera siqilayotganligini hisobga olsak, g‘ovaklik o‘zgarmasdan chiziqli oshib borishi kuzatilmoqda. Havo oqimining tezligi to‘rli yuzadan o‘tganidan so‘ng $0 < x < 0{,}5$ oraliqda chiziqli pasayadi 13,5 m/s dan 11,6 m/s gacha yetadi, $x > 0{,}5$ masofadan so‘ng keskin oshib kirish trubasidagi havo tezligi 15 m/s gacha oshib boradi. To‘rli yuzadan o‘tadigan tolali aralashma konsentratsiyasi keskin kamayib ketganligi tolaning tezligi to‘rli yuzadan oldin 0,0002 m/s bo‘lgan bo‘lsa to‘rli yuzadan so‘ng bo‘ kursatkich 0,0022 m/s gacha pasaydi, bundan ko‘rinib turibdiki tolali massaning 90% to‘rli yuza teshiklaridan o‘ta olmayapti.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Boysariyev A. Tabiiy ipakdan to‘qima ishlab chiqarish texnologiysining tadqiqi. Termiz-2023
2. Boysariyev A. Aralash iplardan to‘qima ishlab chiqarish texnologiyasining tadqiqi. Termiz-2023
3. Mamatraximov X., Boysariyev A. KO‘YLAKBOP TO‘QIMANING TEXNOLOGIK OMILLARINI TEXNIK HISOBINING DASTLABKI NATIJALARI; Development of science IYUN 2025/6

ISSN 3030-3907

SANOATDA QO‘LLANILADIGAN DETALLARNI MUSTAHKAMLASH UCHUN KIMYOVIY-TERMIK ISHLOV BERISH JARAYONLARINING NAZARIY VA TEXNOLOGIK ASOSLARI

Boynazarov Urol Ravshanovich
Qarshi davlat texnika universiteti, dotsent.
Email: boynazarov.1963@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada sanoatda qo‘llaniladigan detallarni mustahkamlash uchun foydalaniladigan kimyoviy-termik ishlov berish jarayonlarining nazariy va texnologik asoslari o‘rganilgan. Mashinasozlik, metallurgiya, tog‘-kon va neft-gaz sanoatida ishlatiladigan detallar yuqori mexanik yuklamalar, abraziv muhit va korroziy ta’sirlar ostida faoliyat yuritishi sababli ularning xizmat muddati sezilarli darajada kamayadi. Tadqiqotda detallar yuzasida hosil bo‘ladigan diffuzion qatlamlarning shakllanish mexanizmlari, ularning fizik-kimyoviy va mexanik xossalarga ta’siri tahlil qilindi. Kimyoviy-termik ishlov berish natijasida hosil bo‘lgan diffuzion qoplamalarning mikrostrukturasi, mikroqattiqligi, mustahkamligi, zarbiy qovushoqligi va korroziyaga chidamliligi baholandi. Olingan natijalar diffuzion qoplamalar yuzaning g‘adir-budirligini kamaytirishi, mexanik mustahkamlikni oshirishi hamda agressiv muhitlarda korroziyaga qarshilikni sezilarli yaxshilashini ko‘rsatdi. Xususan, korroziya tezligi 10–100 baravargacha kamaygani, mikroqattiqlik esa 4700 MPa gacha ortgani aniqlandi. Tadqiqot natijalari kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyalarini sanoat uskunalari detallarining xizmat muddatini uzaytirish va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishda samarali qo‘llash mumkinligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: kimyoviy-termik ishlov berish, diffuzion qoplama, mikroqattiqlik, korroziyabardoshlik, yeyilishga chidamlilik, mexanik xossalar, sanoat detallari.

Аннотация. В статье исследованы теоретические и технологические основы процессов химико-термической обработки, применяемых для упрочнения деталей промышленного назначения. Детали, используемые в машиностроении, металлургии, горнодобывающей и нефтегазовой промышленности, подвергаются воздействию высоких механических нагрузок, абразивного износа и коррозионных сред, что приводит к снижению их эксплуатационного ресурса. В работе рассмотрены механизмы формирования диффузионных слоев и их влияние на физико-химические и механические свойства материалов. Проведена оценка микроструктуры, микротвердости, прочности, ударной вязкости и коррозионной стойкости диффузионных покрытий, полученных в результате химико-термической обработки. Установлено, что сформированные покрытия обеспечивают снижение шероховатости поверхности, повышение механической прочности и значительное увеличение коррозионной стойкости материалов. Показано,

ISSN 3030-3907

что скорость коррозии уменьшается в 10–100 раз, а микротвердость покрытий достигает 4700 МПа. Полученные результаты подтверждают высокую эффективность химико-термической обработки для повышения долговечности и надежности деталей промышленного оборудования, а также снижения затрат на их эксплуатацию и ремонт.

Ключевые слова: химико-термическая обработка, диффузионное покрытие, микротвердость, коррозионная стойкость, износостойкость, механические свойства, промышленные детали.

Abstract. This article investigates the theoretical and technological foundations of thermochemical treatment processes used for strengthening industrial components. Parts employed in mechanical engineering, metallurgy, mining, and oil and gas industries are exposed to high mechanical loads, abrasive wear, and corrosive environments, which significantly reduce their service life. The study analyzes the mechanisms of diffusion layer formation and their influence on the physicochemical and mechanical properties of materials. The microstructure, microhardness, strength, impact toughness, and corrosion resistance of diffusion coatings obtained through thermochemical treatment were evaluated. The results demonstrate that diffusion coatings reduce surface roughness, improve mechanical strength, and significantly enhance corrosion resistance. In particular, the corrosion rate was reduced by 10–100 times, while the microhardness of the coatings increased up to 4700 MPa. The findings confirm the high efficiency of thermochemical treatment technologies for improving the durability and reliability of industrial equipment components and reducing maintenance and operating costs. The obtained results can be used in the development of advanced surface strengthening technologies for industrial applications.

Keywords: thermochemical treatment, diffusion coating, microhardness, corrosion resistance, wear resistance, mechanical properties, industrial components.

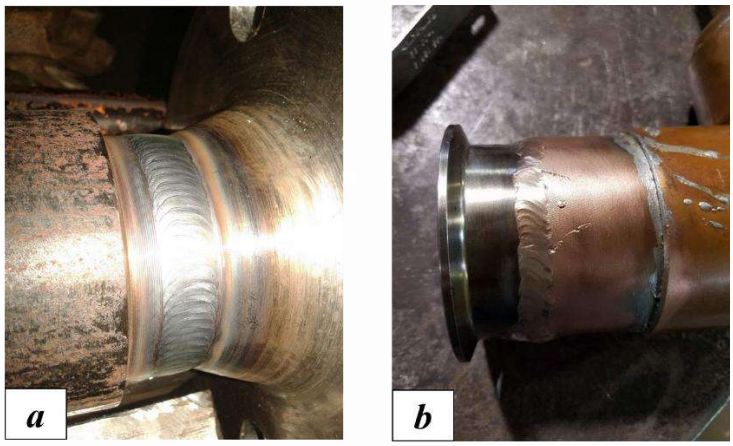
KIRISH.

Bugungi kunda mashinasozlik, metallurgiya, tog‘-kon va neft-gaz sanoatining jadal rivojlanishi ishlab chiqarish uskunalari va mexanizmlarining ishonchliligiga bo‘lgan talablarni sezilarli darajada oshirmoqda. Ushbu tarmoqlarda qo‘llaniladigan detallar yuqori mexanik yuklamalar, abraziv zarrachalar, zarbiy ta’sirlar, siklik kuchlanishlar hamda agressiv kimyoviy muhitlar ta’sirida ishlaydi. Natijada detallar yuzasida intensiv yeyilish, korroziya va charchash jarayonlari rivojlanib, uskunalarning xizmat muddati qisqaradi hamda ishlab chiqarish samaradorligi pasayadi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, sanoat uskunalarida kuzatiladigan nosozliklarning 70–85 % qismi materialning yuzaki qatlamida sodir bo‘ladigan

ISSN 3030-3907

abraziv yeyilish, adgezion yeyilish, kontakt charchashi va korroziyaviy buzilishlar bilan bog‘liq. Shu bilan birga, texnik xizmat ko‘rsatish va ta’mirlash xarajatlari ko‘plab sanoat korxonalarida umumiy ekspluatatsion xarajatlarning 30–50 % gacha bo‘lgan qismini tashkil etadi. Ayniqsa, tog‘-kon va metallurgiya korxonalarida maydalagichlar, tegirmonlar, nasoslar, transport tizimlari hamda ishqalanish juftliklari tarkibiga kiruvchi detallar doimiy ravishda abraziv muhit ta’sirida ishlashi sababli ularning xizmat muddati keskin kamayadi. Bu esa ishlab chiqarish tannarxining ortishiga va uskunalarning rejasiz to‘xtashlariga olib keladi.



1-rasm. Sanoat uskunasi detalining yeyilgan yuzasini payvandlab qoplash orqali tiklash jarayoni.

a – qoplama qatlamini hosil qilish; b – tiklangan detalning yakuniy holati

Metall detallar ishdan chiqishining asosiy sababi yuzaki qatlamning buzilishi bilan bog‘liq bo‘lganligi sababli, so‘nggi yillarda materiallarning ichki xossalarini saqlagan holda faqat sirt qatlamini mustahkamlashga qaratilgan texnologiyalarni rivojlantirishga katta e’tibor qaratilmoqda. Bunday usullar orasida kimyoviy-termik ishlov berish jarayonlari eng samarali texnologiyalardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayonlar metall yuzasini uglerod, azot, bor, xrom, kremniy va boshqa faol elementlar bilan diffuzion to‘yintirish orqali yuqori qattiqlik, yeyilishga chidamlilik, korroziyabardoshlik va charchash mustahkamligiga ega bo‘lgan mustahkamlangan qatlamlarni hosil qilish imkonini beradi.

Kimyoviy-termik ishlov berishning muhim afzalliklaridan biri yuzada gradient strukturani shakllantirish imkoniyatidir. Bunda detal sirtida yuqori qattiqlikka ega qatlam hosil bo‘lishi bilan birga, o‘zak qismida yetarli plastiklik va qovushoqlik saqlanib qoladi. Natijada material bir vaqtning o‘zida ham yuzaki, ham hajmiy yuklamalarni samarali qabul qila oladi. Tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, kimyoviy-termik ishlov berish qo‘llanilganda detallar xizmat muddati 2–5 baravargacha, ayrim og‘ir ekspluatatsiya sharoitlarida esa 8–10 baravargacha oshishi mumkin.

Kimyoviy-termik ishlov berishning eng istiqbolli usullaridan biri azotlash jarayoni hisoblanadi. Azotlash metall yuzasini atomar azot bilan to‘yintirishga

ISSN 3030-3907

asoslangan bo‘lib, natijada yuqori qattiqlikka ega nitrid fazalari hosil bo‘ladi. Jarayon odatda 500–650 °C harorat oralig‘ida amalga oshiriladi va natijada qalinligi 0,3–0,6 mm bo‘lgan diffuzion qatlam shakllanadi. Azotlangan qatlamning qattiqligi 58–65 HRC gacha yetadi hamda yuqori haroratlarda ham o‘z xossalarini saqlab qoladi. Masalan, sementatsiyalangan qatlamning qattiqligi 200–250 °C haroratgacha saqlansa, azotlangan qatlam uchun ushbu ko‘rsatkich 550–600 °C gacha yetadi. Bundan tashqari, azotlash natijasida hosil bo‘ladigan qoldiq siquvchi kuchlanishlar detalning charchash mustahkamligini 20–60 % ga oshiradi va yeyilish intensivligini bir necha baravar kamaytiradi.

So‘nggi yillarda an’anaviy kimyoviy-termik ishlov berish texnologiyalarini takomillashtirish maqsadida plazmali qoplash, ion-plazmali azotlash, vakuumli diffuzion to‘yintirish hamda ko‘p komponentli diffuzion qatlamlar hosil qilishga asoslangan yangi texnologiyalar ishlab chiqilmoqda. Bunday texnologiyalar yuzada murakkab ko‘p fazali strukturalarni hosil qilib, bir vaqtning o‘zida yuqori qattiqlik, korroziyabardoshlik, issiqlikka chidamlilik va kontakt mustahkamligini ta’minlash imkonini beradi. Shunga qaramasdan, diffuzion qatlamlarning shakllanish mexanizmlari, ko‘p komponentli tizimlarda massa almashinuvi qonuniyatlari, fazaviy o‘zgarishlarning kinetikasi va ularning ekspluatatsion xossalarga ta’siri yetarli darajada o‘rganilmagan. Ayniqsa, agressiv muhitlarda va yuqori yuklamalar ostida ishlaydigan sanoat detallarining uzoq muddatli ishlashini ta’minlaydigan kimyoviy-termik ishlov berish rejimlarini ilmiy asoslash dolzarb ilmiy va amaliy masalalardan biri hisoblanadi.

Shu munosabat bilan sanoatda qo‘llaniladigan detallarni mustahkamlash uchun foydalaniladigan kimyoviy-termik ishlov berish jarayonlarining nazariy va texnologik asoslarini chuqur o‘rganish, diffuzion qatlamlarning shakllanish qonuniyatlarini aniqlash hamda yuqori ekspluatatsion xossalarga ega bo‘lgan mustahkamlangan yuzalarni hosil qilishning samarali texnologik yechimlarini ishlab chiqish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

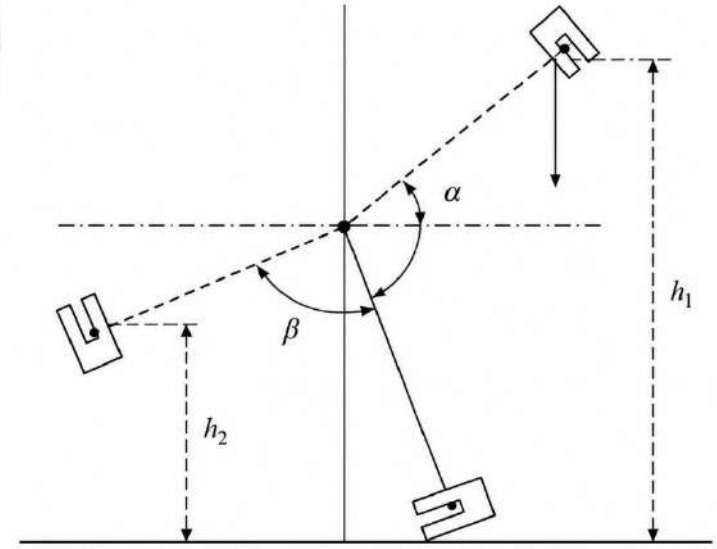
TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu tadqiqotda sanoat uskunalari detallarining ekspluatatsion xossalarini yaxshilashda qo‘llaniladigan kimyoviy-termik ishlov berish jarayonlarining nazariy va texnologik asoslari tahlil qilindi. Tadqiqotning asosiy maqsadi detallar yuzasida hosil bo‘ladigan diffuzion qatlamlarning shakllanish mexanizmlarini o‘rganish hamda ularning qattiqlik, yeyilishga chidamlilik va korroziyabardoshlikka ta’sirini baholashdan iborat.

Tadqiqot obyekti sifatida tog‘-kon, metallurgiya va mashinasozlik sanoatida keng qo‘llaniladigan po‘lat detallar tanlandi. Ekspluatatsiya jarayonida kuzatilgan abraziv yeyilish, adgezion yemirilish va kontakt charchashi izlari mavjud bo‘lgan detallar yuzalari tahlil qilindi. Yuzaki buzilishlarning asosiy turlari sifatida abraziv

ISSN 3030-3907

yeyilish, mikroqirqilish, plastik deformatsiya, korroziyaviy yemirilish va kontakt yorilishlari o‘rganildi.



2-rasm. MK-30A mayatnikli koprning ishlash sxemasi

Bu yerda: h_1 – mayatnikning zarbadan oldingi ko‘tarilish balandligi; h_2 – zarbadan keyingi ko‘tarilish balandligi; α – mayatnikning boshlang‘ich og‘ish burchagi; β – zarbadan keyingi og‘ish burchagi.

Materiallarning dinamik yuklamalar ostida ishlash qobiliyatini baholash maqsadida zarbiy qovushoqlik sinovlari mayatnikli kopr usulida amalga oshirildi. Sinov davomida namunaning buzilishiga sarflangan energiya mayatnikning zarbadan oldingi va keyingi potensial energiyalari farqi orqali aniqlandi. Olingan natijalar kimyoviy-termik ishlov berish natijasida materialning mo‘rtlik va qovushoqlik xossalaridagi o‘zgarishlarni baholash imkonini berdi.

Kimyoviy-termik ishlov berish jarayonlari orasida azotlash texnologiyasi asosiy tadqiqot usuli sifatida qabul qilindi. Azotlash jarayoni 500–650 °C harorat oralig‘ida amalga oshiriladigan diffuzion to‘yintirish jarayoni bo‘lib, bunda ammiakning termik dissotsiatsiyasi natijasida hosil bo‘lgan atomar azot metall yuzasiga diffuziyalanadi:

$$NH_3 \rightarrow N + 3/2H_2$$

Hosil bo‘lgan atomar azot po‘lat tarkibidagi legirlovchi elementlar bilan reaksiyaga kirishib, yuqori qattiqlikka ega nitrid fazalarni hosil qiladi:

$$Fe + N \rightarrow Fe_4N$$
$$2Fe + N \rightarrow Fe_{2-3}N$$
$$Al + N \rightarrow AlN$$
$$Cr + N \rightarrow CrN$$
$$Mo + 2N \rightarrow MoN_2$$

ISSN 3030-3907

Mazkur nitridlarning hosil bo‘lishi natijasida detal yuzasida yuqori qattiqlikka ega bo‘lgan diffuzion qatlam shakllanadi. Azotlangan qatlam qalinligi odatda 0,3–0,6 mm ni tashkil etib, uning qattiqligi 58–65 HRC gacha yetadi.

Diffuzion qatlamning o‘sish kinetikasi Fikning ikkinchi qonuni asosida baholandi:

$$\partial C/\partial t = D(\partial^2 C/\partial x^2)$$

bu yerda C – diffuziyalanuvchi element konsentratsiyasi, D – diffuziya koeffitsienti, t – vaqt, x – diffuziya chuqurligi.

Diffuzion qatlam qalinligi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\delta = k\sqrt{t}$$

bu yerda δ – diffuzion qatlam qalinligi, k – haroratga bog‘liq koeffitsient, t – ishlov berish davomiyligi.

Yuza mustahkamlanishining samaradorligi qattiqlik, yeyilishga chidamlilik va korroziyabardoshlik ko‘rsatkichlari orqali baholandi. Mikroqattiqlik Vikkers usuli bo‘yicha aniqlanib, quyidagi formula asosida hisoblandi:

$$HV = 1{,}854P/d^2$$

bu yerda P – yuklama, d – indentor izi diagonali.

Korroziyaga chidamlilikni baholashda massa yo‘qotish usuli qo‘llanildi va korroziya tezligi quyidagi tenglama yordamida hisoblandi:

$$V = \Delta m/(S \cdot t)$$

bu yerda Δm – massa yo‘qotilishi, S – namuna yuzasi, t – sinov davomiyligi.

Tadqiqot davomida kimyoviy-termik ishlov berish natijasida hosil bo‘ladigan diffuzion qatlamlarning strukturasi, fazaviy tarkibi va ekspluatatsion xossalariga ta’sir etuvchi asosiy omillar sifatida harorat, vaqt, azot potensiali va metallning kimyoviy tarkibi tahlil qilindi. Olingan natijalar asosida sanoat detallarining xizmat muddatini oshirishda azotlash va boshqa kimyoviy-termik ishlov berish usullarining samaradorligi baholandi.

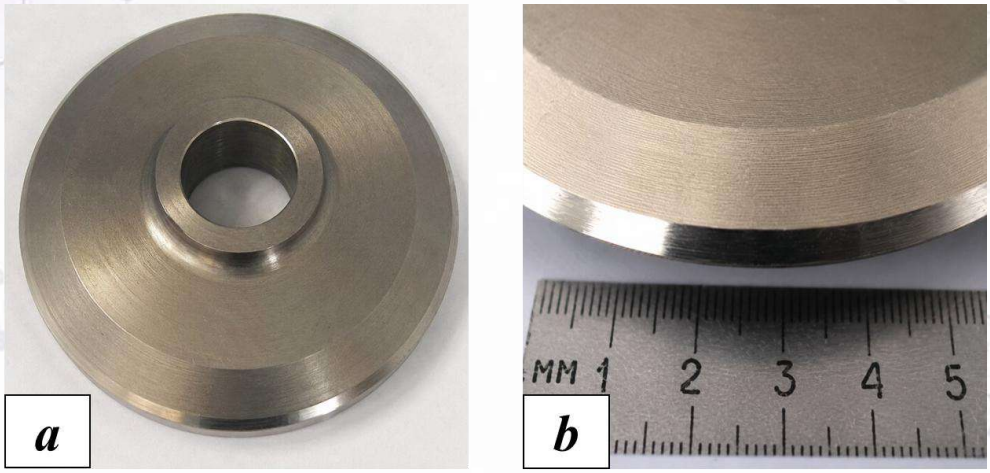
NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Kimyoviy-termik ishlov berish natijasida hosil qilingan diffuzion qoplamalarning fizik-kimyoviy va mexanik xossalari o‘rganildi. Tadqiqot natijalari qoplama hosil bo‘lishi materiallarning ekspluatatsion xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilashini ko‘rsatdi.

Metallografik tahlillar natijasida Ni–Cu asosidagi diffuzion qoplamalar yuzada bir tekis taqsimlanganligi, yuqori yaxlitlikka ega ekanligi va qoplama-metall chegarasida nuqsonlar hosil qilmasligi aniqlandi. Qoplamalar detal yuzasini to‘liq qoplab, g‘ovaklar va yorilishlar hosil qilmagan. Azot kislotasida olib borilgan sinovlar qoplamaning uzluksizligini tasdiqladi hamda korroziyaga qarshi

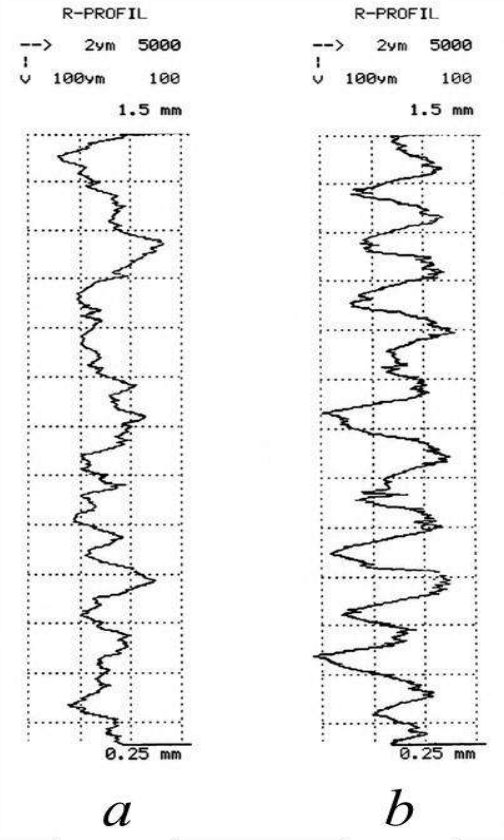
ISSN 3030-3907

himoya xususiyatlarining yuqoriligini ko‘rsatdi. Qoplangan namunalarda mahalliy korroziya o‘choqlari kuzatilmadi.



3-rasm. Ni–Cu diffuzion qoplamasining umumiy ko‘rinishi

Qoplama hosil bo‘lishi detal yuzasi geometriyasiga ham ijobiy ta’sir ko‘rsatdi. X12M po‘latidan tayyorlangan namunalar yuzasida o‘lchangan g‘adir-budirlik parametrlari kamayganligi aniqlandi. Xususan, Ra ko‘rsatkichi 2,39 mkm dan 1,32 mkm gacha, ayrim uchastkalarda esa 1,04 mkm dan 0,69 mkm gacha kamaydi. Bu holat ishqalanish juftliklarida kontakt kuchlanishlarining kamayishiga va yeyilishga chidamlilikning oshishiga xizmat qiladi.



4-rasm. X12M po‘latidan tayyorlangan namunalarning profilogrammalari.
a – Ni–Cu qoplamali; b – qoplamasiz holat.

ISSN 3030-3907

Mexanik sinovlar natijalari diffuzion qoplamalarning mustahkamlovchi ta’sirini tasdiqladi. Po‘lat 20 namunalarida Ni–Cu qoplamasi qo‘llanilganda vaqtinchalik uzilish qarshiligi 360 MPa dan 410 MPa gacha ortdi. Qoplama qalinligi oshirilganda ushbu ko‘rsatkich 380 MPa darajasiga yetdi. Bunda plastiklik xossalarining kamayishi sezilarli bo‘lmagan va materialning ekspluatatsion ishonchliligi saqlanib qolgan. Qoplama bilan ishlov berilgan namunalarda deformatsiya jarayonida qatlamning ajralishi yoki yorilishi kuzatilmadi, bu esa diffuzion qatlam bilan asosiy metall o‘rtasida mustahkam metallurgik bog‘lanish hosil bo‘lganligini ko‘rsatadi.



5-rasm. Cho‘zilish sinovidan keyingi namunalarning umumiy ko‘rinishi.
a – qoplamasiz; b – Ni–Cu qoplamali

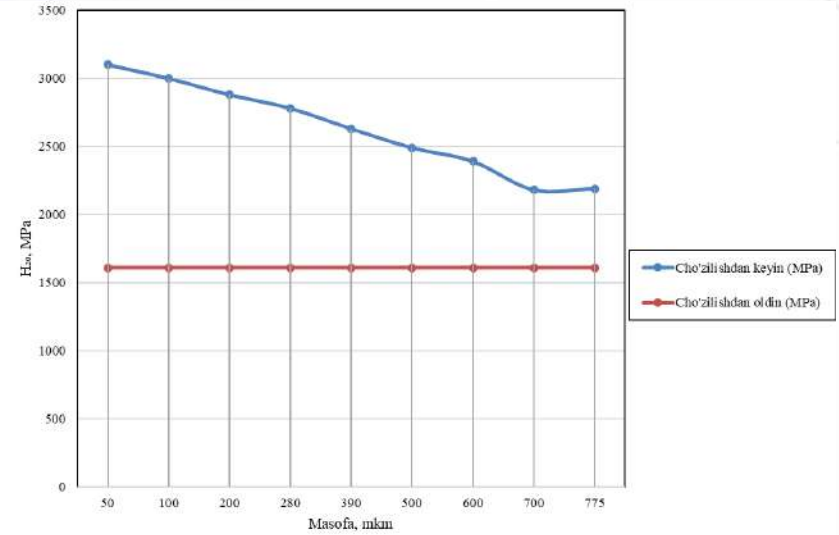
Egilishga sinovlar natijasida X12MF po‘latida qoplama qo‘llanilishi mexanik mustahkamlikni pasaytirmasligi aniqlandi. Qoplamasiz namunalar uchun egilishdagi mustahkamlik 3100 MPa ni tashkil qilgan bo‘lsa, qoplamali namunalar uchun ushbu qiymat 3180 MPa ga yetdi. Olingan natijalar diffuzion qatlamning yuqori yuklanishlar ostida ham yaxlitligini saqlab qolishini ko‘rsatadi.

Materiallarning dinamik yuklamalar ostidagi xususiyatlarini baholash maqsadida zarbiy qovushoqlik sinovlari o‘tkazildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, X12MF po‘latining zarbiy qovushoqligi qoplamasiz holatda 38 J/sm² ni tashkil etgan bo‘lsa, Ni–Cu qoplamasi hosil qilingan namunada ushbu ko‘rsatkich 42 J/sm² ga yetdi. Bu qoplama hosil bo‘lishi materialning mo‘rt buzilishga qarshiligini oshirishini ko‘rsatadi.

Mikroqattiqlik bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar diffuzion qatlamning deformatsion mustahkamlanish xususiyatiga ega ekanligini ko‘rsatdi. Yuklama ortishi bilan qatlam mikroqattiqligi oshib borib, maksimal qiymat 4700 MPa ga yetgan. Bu holat qoplama tarkibida yuz beradigan strukturaviy o‘zgarishlar va

ISSN 3030-3907

dislokatsion mustahkamlanish jarayonlari bilan izohlanadi. Yuqori mikroqattiqlik qoplamaning abraziv yeyilish sharoitlarida samarali ishlashini ta’minlaydi.



6-rasm. Cho‘zilish sinovidan keyin mikroqattiqlikning qoplama bo‘ylab taqsimlanishi

Korroziyaga chidamlilik bo‘yicha olingan natijalar qoplamalarning amaliy ahamiyatini yaqqol namoyon etdi. Sero vodorodli muhitda po‘lat 20 ning korroziya tezligi qoplamasiz holatda 0,8 mm/yil bo‘lgan bo‘lsa, Ni–Cu qoplamasi hosil qilingan namunalarda bu ko‘rsatkich 0,08 mm/yilgacha kamaydi. X12MF po‘latida esa korroziya tezligi 3,0 mm/yildan 0,03 mm/yilgacha pasaydi. Demak, diffuzion qoplama korroziyaga chidamlilikni 10–100 baravar oshirgan. Shuningdek, vodorod ta’sirida yuzaga keluvchi ichki yorilishlar aniqlanmadi, bu esa qoplamalarning agressiv muhitlarda uzoq muddat ishlash imkoniyatini tasdiqlaydi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, kimyoviy-termik ishlov berish asosida hosil qilingan diffuzion qoplamalar sanoat uskunalari detallarining mexanik mustahkamligi, zarbiy qovushoqligi, mikroqattiqligi va korroziyabardoshligini sezilarli darajada oshiradi. Ushbu texnologiyalarni tog‘-kon, metallurgiya, neft-gaz va mashinasozlik sanoati detallarini mustahkamlashda qo‘llash uskunalarning xizmat muddatini uzaytirish va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish imkonini beradi.

XULOSA.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida kimyoviy-termik ishlov berish sanoat uskunalari detallarining ekspluatatsion xossalarini yaxshilashning samarali usullaridan biri ekanligi aniqlandi. Diffuzion Ni–Cu qoplamalarining hosil bo‘lishi natijasida detal yuzasida yuqori yaxlitlikka ega, bir tekis taqsimlangan va mustahkam metallurgik bog‘lanish hosil qiluvchi qatlam shakllanishi kuzatildi. Tadqiqot natijalari qoplamalar qo‘llanilganda yuzaning g‘adir-budirligi kamayishi, vaqtinchalik uzilish qarshiligi 360 MPa dan 410 MPa gacha ortishi, egilishdagi mustahkamlikning 3180 MPa ga yetishi hamda zarbiy qovushoqlikning 38 J/sm²

ISSN 3030-3907

dan 42 J/sm² gacha oshishini ko‘rsatdi. Shuningdek, diffuzion qatlamning mikroqattiqligi 4700 MPa gacha yetib, uning yuqori yeyilishga chidamliligini ta’minlashi aniqlandi.

Korroziyaga chidamlilik bo‘yicha olingan natijalar diffuzion qoplamalarning agressiv muhitlarda ishlovchi detallar uchun yuqori himoya xususiyatlariga ega ekanligini tasdiqladi. Xususan, po‘lat 20 va X12MF namunalarida korroziya tezligi mos ravishda 0,8 mm/yildan 0,08 mm/yilgacha hamda 3,0 mm/yildan 0,03 mm/yilgacha kamaygani qayd etildi. Olingan natijalar kimyoviy-termik ishlov berish asosida hosil qilingan diffuzion qoplamalarni tog‘-kon, metallurgiya, neft-gaz va mashinasozlik sanoatida qo‘llash detallar xizmat muddatini uzaytirish, yeyilish va korroziya jarayonlarini kamaytirish hamda ekspluatatsion xarajatlarni sezilarli darajada qisqartirish imkonini berishini ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bell, T. (2002). Surface engineering of austenitic stainless steel. Surface Engineering, 18(6), 415–422. https://doi.org/10.1179/026708402225006493
2. Davis, J. R. (2001). Surface hardening of steels: Understanding the basics. ASM International.
3. Edenhofer, B. (1974). Physical and metallurgical aspects of ion nitriding. Heat Treatment of Metals, 1(2), 23–28.
4. Gavriljuk, V. G. (1996). Nitrogen in iron and steel. Metallurgical and Materials Transactions A, 27(2), 241–250. https://doi.org/10.1007/BF02648943
5. Geller, Y. A. (1984). Instrumentalnye stali. Metallurgiya.
6. Holmberg, K., & Matthews, A. (2009). Coatings tribology: Properties, mechanisms, techniques and applications in surface engineering (2nd ed.). Elsevier.
7. Keddam, M., Kulka, M., Makuch, N., Pertek, A., & Maldzinski, L. (2013). A kinetic model for the boriding process. Applied Surface Science, 298, 155–163. https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.09.038
8. Mittemeijer, E. J. (2013). Fundamentals of nitriding and nitrocarburizing. ASM Handbook, 4A, 619–646.
9. Oliker, V. E. (1976). Khimiko-termicheskaya obrabotka metallov. Mashinostroyeniye.
10. Podgornik, B., Vizintin, J., Wänstrand, O., Larsson, M., Hogmark, S., Ronkainen, H., & Holmberg, K. (2001). Wear mechanisms and surface engineering of tribological components. Wear, 249(3–4), 254–259. https://doi.org/10.1016/S0043-1648(01)00557-3

ISSN 3030-3907

11. Rakhimov, R. D., & Karimov, A. A. (2020). Surface modification technologies for improving wear resistance of machine parts. Materials Today: Proceedings, 25, 45–50.
12. Sun, Y., & Bell, T. (1998). Plasma surface engineering of low alloy steel. Materials Science and Engineering: A, 140(1–2), 419–434. https://doi.org/10.1016/S0921-5093(98)00211-9
13. Totten, G. E. (2006). Steel heat treatment: Metallurgy and technologies. CRC Press.
14. Tyurin, Y. N., Pogrebnjak, A. D., & Beresnev, V. M. (2017). Modern surface engineering technologies and applications. Journal of Surface Investigation, 11(5), 897–909. https://doi.org/10.1134/S1027451017050184
15. Zhang, S. (2010). Modern surface engineering treatments. CRC Press.

UDK:629.7.064.56

YASHIL ENERGIYA TIZIMIDA VODOROD YOQILG‘ISINING TEXNOLOGIK ASOSLARI VA SAMARADORLIGI

A.T.Temurxanov
Qarshi davlat universiteti professori, t.f.n.
T.F.Sharipov
Qarshi davlat universiteti 1-bosqich magistri
E-mail: Tsharipov367@gmail.com

Annotatsiya. Yashil energiya tizimlarida vodorod yoqilg‘isidan foydalanishning texnologik asoslari, ishlab chiqarish usullari hamda uning energiya samaradorligi tahlil qilinadi. Vodorod energiyasi qayta tiklanuvchi manbalar bilan integratsiyalashgan holda karbon chiqindilarini kamaytirish va ekologik barqarorlikni ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Maqolada elektroliz jarayoni, suvdan vodorod olish texnologiyalari, yoqilg‘i elementlari (fuel cell) ishlash prinsipi hamda ularning samaradorlik ko‘rsatkichlari ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, vodorod energiyasining iqtisodiy jihatlari, saqlash va tashish muammolari ham tahlil qilinadi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, vodorod yoqilg‘isi kelajak energetikasida muqobil va ekologik toza energiya manbai sifatida katta ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: yashil energiya, vodorod yoqilg‘isi, elektroliz, yoqilg‘i elementi, qayta tiklanuvchi energiya, energiya samaradorligi, ekologik toza energiya, karbon chiqindilari, energiya saqlash, alternativ yoqilg‘i, barqaror rivojlanish.

Аннотация. Статье рассматриваются технологические основы использования водородного топлива в системах зелёной энергетики, а также методы его получения и энергетическая эффективность. Водородная энергетика играет важную роль в снижении выбросов углерода и обеспечении экологической устойчивости при интеграции с возобновляемыми источниками энергии. В работе анализируются процессы электролиза, технологии получения водорода из воды, принципы работы топливных элементов и показатели их эффективности. Также рассматриваются экономические аспекты, проблемы хранения и транспортировки водорода. Результаты показывают, что водородное топливо является перспективным и экологически чистым источником энергии будущего.

Ключевые слова: зелёная энергетика, водородное топливо, электролиз, топливный элемент, возобновляемая энергия, энергоэффективность, экологически чистая энергия, выбросы углерода, хранение энергии, альтернативное топливо, устойчивое развитие.

Abstract. This article analyzes the technological foundations, production methods, and energy efficiency of hydrogen fuel in green energy systems. Hydrogen energy plays a key role in reducing carbon emissions and ensuring environmental sustainability when integrated with renewable energy sources. The study examines electrolysis processes, water-to-hydrogen production technologies, fuel cell operating principles, and their efficiency indicators. Economic aspects, as well as storage and transportation challenges, are also discussed. The results show that hydrogen fuel is a highly promising and environmentally friendly energy source for the future energy system.

Keywords: green energy, hydrogen fuel, electrolysis, fuel cell, renewable energy, energy efficiency, clean energy, carbon emissions, energy storage, alternative fuel, sustainable development.

KIRISH.

Hozirgi globallashuv va sanoatlashuv jarayonlari energiya resurslariga bo‘lgan talabni keskin oshirmoqda. An’anaviy yoqilg‘i manbalari — neft, gaz va ko‘mirning cheklanganligi hamda ularning ekologik muammolarni keltirib chiqarishi zamonaviy energetika tizimida yangi, toza va barqaror energiya manbalarini izlashni dolzarb vazifaga aylantirdi. Shu nuqtai nazardan, “yashil energiya” konsepsiyasi dunyo miqyosida strategik ahamiyat kasb etib bormoqda. Yashil energiya tizimida vodorod yoqilg‘isi alohida o‘rin tutadi. Vodorod eng yengil va eng keng tarqalgan kimyoviy element bo‘lib, u yonish jarayonida faqat suv hosil qiladi va atmosferaga zararli gazlar chiqarmaydi. Bu esa uni ekologik toza va istiqbolli energiya tashuvchisi sifatida ko‘rsatadi. Ayniqsa, qayta tiklanuvchi energiya manbalari (quyosh, shamol va gidroenergiya) bilan birgalikda ishlatilganda vodorod “nol chiqindili energiya tizimi”ni yaratish imkonini beradi. Bugungi kunda vodorod ishlab chiqarishning asosiy texnologik usullaridan biri suvni elektroliz qilish jarayonidir. Ushbu jarayon orqali elektr energiyasi yordamida suv molekulalari vodorod va kislorodga ajratiladi. Agar bu elektr energiya qayta tiklanuvchi manbalardan olinadigan bo‘lsa, butun tizim ekologik jihatdan to‘liq toza hisoblanadi. Bundan tashqari, yoqilg‘i elementlari (fuel cell) orqali vodorodning bevosita elektr energiyasiga aylantirilishi uning samaradorligini yanada oshiradi. Shu bilan birga, vodorod energiyasining keng qo‘llanilishiga to‘sqinlik qiluvchi ayrim muammolar ham mavjud. Bular qatoriga yuqori ishlab chiqarish xarajatlari, saqlash va tashishdagi texnik qiyinchiliklar hamda infratuzilmaning yetarli darajada rivojlanmaganligi kiradi. Shunga qaramay, ilmiy-tadqiqot ishlari va innovatsion texnologiyalar bu muammolarni bosqichma-bosqich bartaraf etishga xizmat qilmoqda. Mazkur maqolada yashil energiya tizimida vodorod yoqilg‘isining texnologik asoslari, uning ishlab chiqarish usullari, samaradorlik ko‘rsatkichlari hamda istiqboldagi rivojlanish

ISSN 3030-3907

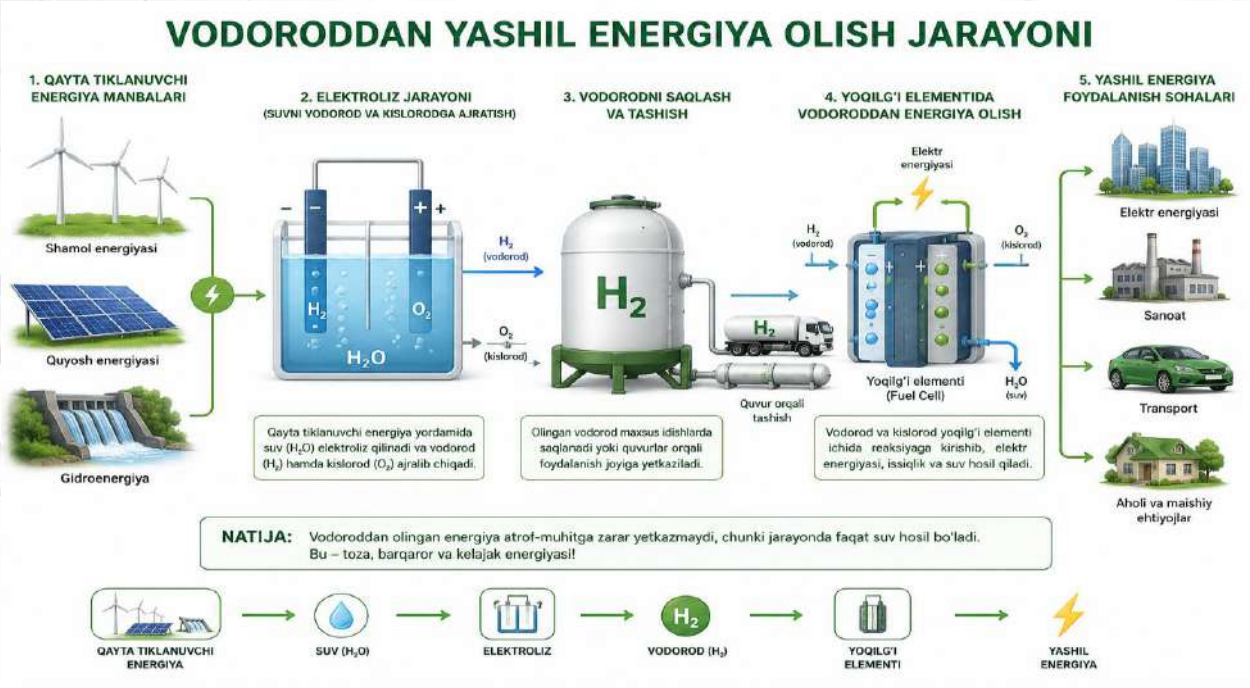
yo‘nalishlari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Vodorod energetikasining rivojlanishi nafaqat ekologik muammolarni kamaytirish, balki global energetik xavfsizlikni ta’minlashda ham muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Yashil energiya tizimida vodorod yoqilg‘isining texnologik asoslari va uning samaradorligini kompleks ilmiy yondashuv asosida o‘rganishga qaratilgan. Tadqiqotda nazariy va amaliy jihatlar uyg‘unlashtirilib, vodorod energetikasining fizik-kimyoviy jarayonlari, ishlab chiqarish texnologiyalari hamda energiya samaradorligini baholash masalalari tahlil qilindi. Tadqiqot metodologiyasi asosan aralash ilmiy yondashuvga tayanadi. Bu yondashuv vodorod energiyasini birgina nazariy jihatdan emas, balki amaliy ko‘rsatkichlar, iqtisodiy samaradorlik va ekologik ta’sir nuqtai nazaridan ham o‘rganish imkonini beradi. Shu orqali vodorod yoqilg‘isining real energiya tizimidagi o‘rni aniqroq baholandi. Ilmiy ishda nazariy tahlil usuli muhim o‘rin egallaydi. Ushbu usul orqali suvni elektroliz qilish jarayoni, vodorod va kislorod ajralishi mexanizmi, hamda yoqilg‘i elementlarida (fuel cell) energiyaning elektr energiyasiga aylanish prinsiplari o‘rganildi. Shuningdek, termodinamik qonunlar asosida energiya yo‘qotishlari va samaradorlik darajasi tahlil qilindi. Bundan tashqari, qiyosiy tahlil usuli qo‘llanilib, vodorod energiyasi an’anaviy energiya manbalari — neft, gaz va ko‘mir bilan solishtirildi. Bu jarayonda CO_2 chiqindilarining miqdori, energiya ishlab chiqarish samaradorligi hamda iqtisodiy xarajatlar asosiy mezon sifatida olindi. Natijalar vodorod energiyasining ekologik jihatdan ustunligini, biroq iqtisodiy jihatdan hali rivojlanish bosqichida ekanligini ko‘rsatdi. Tadqiqotda tizimli yondashuv ham muhim ahamiyatga ega bo‘ldi. Vodorod energetikasi yagona tizim sifatida ko‘rib chiqildi: qayta tiklanuvchi energiya manbalari orqali elektr energiyasi ishlab chiqarish, suvni elektroliz qilish orqali vodorod olish, uni saqlash va tashish, hamda yoqilg‘i elementlarida qayta elektr energiyasiga aylantirish jarayonlari o‘zaro bog‘liq tizim sifatida tahlil qilindi. Bu yondashuv vodorod energetikasining butun zanjirini yaxlit tushunishga yordam berdi. Empirik ma’lumotlar va ilmiy manbalar asosida tahlil amalga oshirildi. Xalqaro energetika agentligi (IEA), qayta tiklanuvchi energiya agentligi (IRENA) va boshqa ilmiy manbalar ma’lumotlari umumlashtirilib, vodorod energetikasining hozirgi holati va rivojlanish istiqbollari baholandi. Umuman olganda, qo‘llanilgan metodologiya vodorod yoqilg‘isining yashil energiya tizimidagi o‘rnini ilmiy asosda aniqlash, uning afzallik va cheklovlarini chuqur tahlil qilish hamda kelajakdagi rivojlanish yo‘nalishlarini belgilash imkonini berdi.

TAHLIL VA NATIJALAR. Ushbu bo‘limda yashil energiya tizimida vodorod yoqilg‘isining samaradorligi tahlil qilinadi. Vodorod energiyasi qayta tiklanuvchi manbalar bilan integratsiyalashganda ekologik va texnologik jihatdan yuqori natija beradi. Elektroliz jarayonida hosil bo‘lgan vodorod yoqilg‘i

ISSN 3030-3907

elementlari orqali elektr energiyasiga aylantiriladi va bu jarayon an’anaviy yoqilg‘ilarga nisbatan kam chiqindili hisoblanadi.



1-jadval

Vodorod energiyasining asosiy samaradorlik ko‘rsatkichlari keltirilgan

Ko‘rsatkich	Vodorod energiyasi	An’anaviy yoqilg‘i	Izoh
Energiya samaradorligi	50–70%	30–40%	Yoqilg‘i elementlariga bog‘liq
CO_2 chiqindisi	0 (yashil vodorod)	yuqori	Ekologik afzallik
Saqlash imkoniyati	o‘rtacha	yuqori	Siqish va suyultirish kerak
Ishlab chiqarish xarajati	yuqori (boshlang‘ich)	o‘rtacha	Texnologiyaga bog‘liq
Qayta tiklanuvchanlik	juda yuqori	past	Qayta tiklanuvchi manba

Vodorod yoqilg‘isi ekologik jihatdan eng toza energiya manbalaridan biri bo‘lib, uning samaradorligi zamonaviy texnologiyalar rivojiga bog‘liq holda ortib bormoqda.

XULOSA. Yashil energiya tizimida vodorod yoqilg‘isidan foydalanish zamonaviy energetikaning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Tadqiqot davomida olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, vodorod energiyasi

ISSN 3030-3907

ekologik toza, qayta tiklanuvchi va yuqori samaradorlikka ega energiya manbai bo‘lib, kelajakda an’anaviy yoqilg‘ilarning muhim muqobiliga aylanishi mumkin. Vodorodning asosiy afzalligi shundaki, u yonish jarayonida faqat suv hosil qiladi va atmosferaga zararli karbonat angidrid yoki boshqa zaharli gazlarni chiqarmaydi. Shu sababli u global iqlim o‘zgarishini kamaytirishda muhim rol o‘ynaydi. Ayniqsa, quyosh, shamol va gidroenergiya kabi qayta tiklanuvchi manbalar bilan birgalikda qo‘llanganda, to‘liq “yashil energiya zanjiri”ni yaratish imkonini beradi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, vodorod yoqilg‘isining samaradorligi yoqilg‘i elementlari (fuel cell) texnologiyasi orqali yanada oshiriladi va u elektr energiyasini yuqori darajada samarali ishlab chiqarish imkonini beradi. Biroq, hozirgi bosqichda vodorod energetikasining keng joriy etilishiga to‘sqinlik qiluvchi omillar ham mavjud bo‘lib, ular asosan ishlab chiqarish xarajatlarining yuqoriligi, saqlash va tashish infratuzilmasining yetarli darajada rivojlanmaganligi bilan bog‘liq. Shunga qaramay, ilmiy-tadqiqot ishlari va texnologik innovatsiyalar bu muammolarni bosqichma-bosqich bartaraf etmoqda. Kelajakda vodorod energetikasi global energiya tizimida muhim o‘rin egallab, barqaror rivojlanish va energiya xavfsizligini ta’minlashda asosiy omillardan biri bo‘lishi kutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. To‘ychiyev N., O‘lmasova M. (2021). *Fizika o‘qitish metodikasi*. Toshkent: O‘qituvchi nashriyoti.
2. O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi (2021). *Fizika fanidan davlat ta’lim standarti*. Toshkent.
3. Ochilov M. (2020). *Pedagogika*. Toshkent: O‘qituvchi nashriyoti.
4. International Energy Agency (IEA) (2023). *World Energy Outlook: Hydrogen Report*. Paris.
5. IRENA (2023). *Green Hydrogen Report: Renewable Energy Perspectives*. Abu Dhabi.
6. Dincer I., Acar C. (2022). *Review and evaluation of hydrogen energy systems*. Energy Research Journal.
7. Ball M., Weeda M. (2015). *The hydrogen economy – Vision or reality?* International Journal of Hydrogen Energy.
8. Turner J. (2004). *Sustainable hydrogen production*. Science Journal.
9. U.S. Department of Energy (2022). *Hydrogen Production Technologies*. Washington D.C.
10. Blank T., Molly J. (2021). *Fuel Cells and Hydrogen Technology*. Springer Publishing.

ISSN 3030-3907

IMPROVEMENT OF MECHANISMS OF EQUIPMENT FOR CLEANING WOOL FIBERS FROM IMPURITIES AND VARIOUS FOREIGN MATTERS

Toshtemirov Kosim Abdulkhayevich
Senior Lecturer, Department of Light Industry Technology and Equipment, Fergana State Technical University, Fergana, Uzbekistan
E-mail: toshtemirov@mail.ru

Abstract. This article discusses the improvement of the structural and kinematic features of technological equipment used for cleaning wool fibers from impurities and various foreign matters. At the primary processing stage of wool raw material, the effective removal of dust, plant residues, mineral particles and other foreign components directly affects the quality of the final product and the stability of subsequent technological processes. The article analyzes the operating principle of existing cleaning machines, as well as the technological functions of the drum, belt, springs and transmission mechanisms. In addition, the study proposes directions for increasing cleaning efficiency, reducing energy consumption, optimizing mechanical action on the fibrous mass and automating control processes. The results may be used to select optimal operating modes for wool fiber processing equipment, improve its structural elements and increase production efficiency.

Keywords: wool fiber, cleaning equipment, drum, impurity, foreign matter, belt, spring, kinematic scheme, automation, technological parameter.

Annotatsiya. Mazkur maqolada jun tolalarini ifloslik va turli aralashmalardan tozalash jarayonida qo‘llaniladigan texnologik uskunalarning konstruktiv va kinematik xususiyatlarini takomillashtirish masalalari yoritilgan. Jun xomashyosini dastlabki ishlov berish bosqichida tolalar tarkibidagi chang, o‘simlik qoldiqlari, mineral aralashmalar va boshqa begona komponentlarni samarali ajratish tayyor mahsulot sifati hamda keyingi texnologik jarayonlarning barqarorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Maqolada mavjud tozalash uskunalarining ishlash prinsipi, baraban, tasma, prujina va uzatish mexanizmlarining texnologik vazifalari tahlil qilinadi. Shuningdek, tozalash jarayonining samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish, mexanik ta’sirni maqbullashtirish va boshqaruv jarayonlarini avtomatlashtirish bo‘yicha takliflar ishlab chiqiladi. Tadqiqot natijalari jun tolalarini qayta ishlash uskunalarining optimal rejimlarini tanlash, konstruktiv elementlarini takomillashtirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: jun tolasi, tozalash uskunasi, baraban, ifloslik, aralashma, tasma, prujina, kinematik sxema, avtomatlashtirish, texnologik parametr.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы совершенствования конструктивных и кинематических особенностей технологического

оборудования, применяемого для очистки шерстяных волокон от загрязнений и различных примесей. На стадии первичной обработки шерстяного сырья эффективное удаление пыли, растительных остатков, минеральных включений и других посторонних компонентов оказывает непосредственное влияние на качество готовой продукции и стабильность последующих технологических процессов. В статье проанализированы принцип работы существующих очистительных машин, а также технологические функции барабана, ленты, пружин и передаточных механизмов. Кроме того, предложены направления повышения эффективности очистки, снижения энергозатрат, оптимизации механического воздействия на волокнистую массу и автоматизации процессов управления. Полученные результаты могут быть использованы при выборе оптимальных режимов работы оборудования для переработки шерстяных волокон, совершенствовании его конструктивных элементов и повышении производственной эффективности.

Ключевые слова: шерстяное волокно, очистительное оборудование, барабан, загрязнение, примесь, лента, пружина, кинематическая схема, автоматизация, технологический параметр.

INTRODUCTION.

In global practice, the primary processing of wool fibres, their cleaning from impurities and various foreign materials, and the production of high-quality textile products are regarded as one of the important scientific and practical areas of light industry. Wool is a fibrous raw material of natural origin and may contain grease and suint, dust, sand and soil particles, plant residues, mineral particles and other foreign impurities [1; 2]. The effective separation of these impurities has a direct effect on the stability of subsequent opening, washing, carding, spinning and fabric manufacturing processes, as well as on the quality of the final product [3].

At the international level, modern machinery and technologies for wool preparation and processing are widely used in Australia, the United States, China, Argentina, Iran, Russia, Kazakhstan and European countries. In international practice, particular attention is paid to improving cleaning efficiency during the primary processing of wool, preventing excessive mechanical damage to the fibre, reducing energy consumption, ensuring the rational use of water and chemical reagents, and automating production processes [4; 5]. This is because the preservation of wool fibre cleanliness, length, elasticity and physico-mechanical properties is one of the key factors determining the competitiveness and economic efficiency of the finished product [6].

Wool fibres are usually cleaned by mechanical and chemical methods. In mechanical cleaning, the fibrous mass is opened, loosened and separated from

ISSN 3030-3907

coarse and fine foreign impurities under the action of working organs. Chemical cleaning, including washing and carbonising processes, is aimed at reducing grease and suint, adhesive contaminants and certain plant residues [2]. However, due to the high consumption of water, energy and reagents in chemical treatment processes, the generation of wastewater and the potential adverse effects on fibre properties, increasing the efficiency of the mechanical cleaning stage is of considerable importance [4; 5].

In some wool-processing enterprises in our country, 2BT-type opening and cleaning machines are currently used. This equipment is designed to feed the wool mass uniformly, open and loosen it, and separate various impurities contained in it. Scientific and technical sources indicate that the structural design of working organs, drum motion, transmission mechanisms, compression force and technological clearances in machines for the mechanical processing of wool fibres have a significant influence on cleaning efficiency [6; 7]. Therefore, there is a need to improve the structural and kinematic parameters of the feeding mechanism, drum-type working organs, transmission elements and spring-loaded compression devices in existing machines.

In the existing 2BT opening and cleaning unit, unwashed wool fibre is fed into the working chamber by means of a feed belt. The feed rollers compress the fibrous mass and direct it into the opening and cleaning zone. The wool mass is then opened under the action of drum-type working organs, and foreign impurities contained in it are separated. However, during the process, uneven fibre feeding, improper selection of the distance between working organs, excessive or insufficient mechanical action may negatively affect cleaning quality. In particular, determining the optimal ratio between the feed belt speed, roller compression force, drum rotation mode and the mechanical forces acting on the fibrous mass is an important factor in ensuring the effective operation of the machine.

From this perspective, improving the mechanisms of equipment for cleaning wool fibres from impurities and various foreign materials, scientifically substantiating their structural and kinematic parameters, optimising the effect of working organs on the fibrous mass, and expanding the possibilities for automating the technological process constitute a relevant scientific and practical task. In this study, the main mechanisms of a 2BT-type opening and cleaning unit are analysed, and improvement directions aimed at increasing the efficiency of wool fibre cleaning are developed.

ISSN 3030-3907

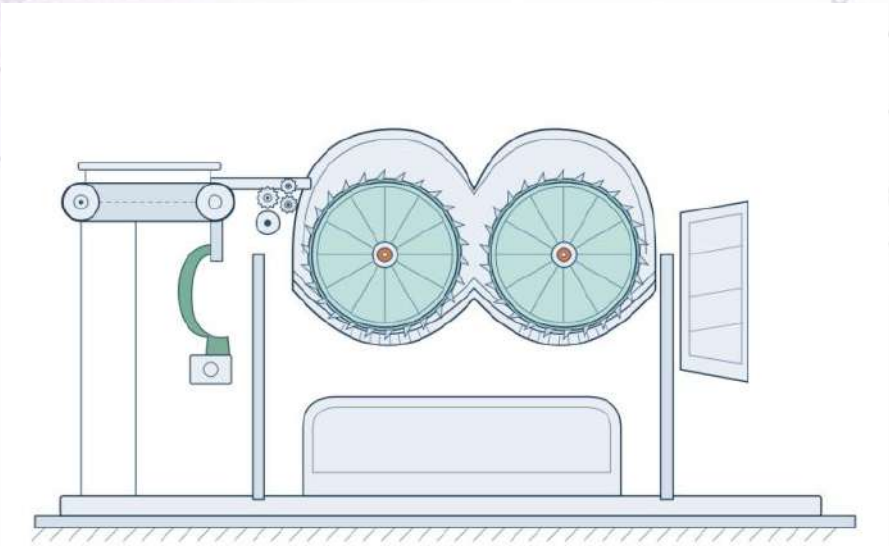


Figure 1. Schematic diagram of the 2BT opening and cleaning unit.

LITERATURE REVIEW.

Studies on the primary processing of natural wool fibres, their cleaning from impurities and various foreign materials, and the production of high-quality semi-finished products indicate that the amount and type of foreign matter contained in raw wool directly affect the efficiency of subsequent technological processes. Wool fibres may contain plant residues, mineral particles, dust, sand and soil particles, grease and suint, as well as other impurities. The degree to which these impurities are removed determines fibre quality, suitability for spinning and the physico-mechanical properties of the finished product [1; 3].

In the state programmes of the Republic of Uzbekistan aimed at the efficient use of existing pastures and the support of silk and wool processing, the deep processing of local wool raw materials, the production of high value-added products and the modernisation of the technological base of processing enterprises are defined as important tasks [1]. This, in turn, increases the need to improve the technological efficiency of primary wool cleaning processes, to modernise the working organs of existing equipment and to introduce advanced technical solutions into production processes.

In the studies conducted by M.A. Nazarova and J.A. Qayumov, the main properties of wool fibres, the possibilities of expanding the use of coarse wool and the issues related to increasing the scale of processing local raw materials were analysed [3]. The authors emphasise the need to take into account the structural characteristics of wool, its degree of contamination and its suitability for processing in order to ensure its efficient use. This approach demonstrates the necessity of selecting technological regimes for wool cleaning in accordance with the properties of the raw material.

ISSN 3030-3907

The textbook *Primary Processing of Natural Fibres*, prepared by A. Usmonqulov, A. Salimov, I. Abbazov and F. Egamberdiyev, provides theoretical and practical information on the processing, opening, cleaning, sorting and technological preparation of natural fibres [4]. This source notes that the structural design of working organs, feeding mechanisms, opening elements and the interaction between cleaning zones are of significant importance in the processing of fibrous raw materials. In particular, the uniform feeding of the fibrous layer into the machine is considered one of the key factors in improving cleaning efficiency and reducing fibre damage.

International sources also emphasise the interrelationship between mechanical and chemical cleaning methods in the primary processing of wool. According to the International Wool Textile Organisation and The Woolmark Company, scouring, carbonising, mechanical opening and dust removal are applied either sequentially or as part of an integrated process in the primary processing of wool [5; 6]. In this context, mechanical opening and preliminary cleaning contribute to improving the efficiency of subsequent washing and chemical treatment stages. Therefore, improving the working organs of mechanical wool-cleaning equipment is also important for reducing water, energy and reagent consumption.

In the works of E. Wood on wool scouring and preliminary preparation, the importance of pre-opening and mechanical loosening of raw material before scouring is highlighted [7]. The more uniformly the fibrous mass is opened and the more effectively coarse impurities are removed at the preliminary stage, the more efficient the subsequent removal of contaminants during washing becomes. This confirms the need for the scientifically based selection of the feeding mechanism, drums, pinned working organs and grid bars in opening and cleaning machines such as the 2BT-150Sh.

In recent years, research has also been conducted on the environmentally safe processing of wool fibres. F.A.S. Allafi and co-authors analysed the possibilities of processing wool fibres with reduced water consumption, including the prospects of using supercritical CO_2 technologies [8]. Although such approaches are promising, under practical production conditions the mechanical cleaning stage remains one of the main and economically feasible processes. This is because mechanical cleaning equipment is relatively simple, adaptable to production conditions and capable of removing coarse impurities from raw material at the initial stage.

The analysis of existing literature shows that, in order to clean wool fibres effectively, it is necessary to improve not only the overall technological process but also the individual working organs of the equipment. In particular, the design

ISSN 3030-3907

of the feeding mechanism, the arrangement of rollers, spring-loaded compression force, feed belt speed, rotational speed of pinned drums, clearances in the grid bars and the shape of the fibre discharge chute have a direct influence on cleaning efficiency. The literature indicates that vertical, horizontal and inclined methods of feeding the fibrous layer are used, and that horizontal or inclined hopper-type feeding mechanisms are advisable for highly contaminated fibres [4; 7].

At the same time, existing scientific and technical sources do not sufficiently address the specific issues of ensuring uniform feeding of wool fibre in the 2BT-150Sh opening and cleaning machine, removing difficult-to-separate plant impurities, including burrs, and providing kinematic compatibility between the drum-type working organs and the feeding mechanism. This makes it relevant to conduct research aimed at improving the feeding mechanism of the 2BT-150Sh machine, substantiating an inclined hopper-type feeding scheme, determining the geometric and kinematic parameters of the rollers and increasing cleaning efficiency.

Thus, based on the literature review, it may be concluded that, in order to improve the technological efficiency of wool fibre cleaning, the properties of the raw material, the design of the feeding mechanism, the motion of the working organs and the mechanical forces acting on the fibre–impurity mixture should be studied comprehensively. This article specifically considers the improvement of the feeding mechanism of the 2BT-150Sh opening and cleaning machine, the substantiation of its structural and kinematic parameters, and the enhancement of the efficiency of separating impurities from wool fibres.

RESEARCH METHODOLOGY.

The research methodology was based on the analysis of the structural and kinematic parameters of the 2BT-150Sh opening and cleaning machine used in the process of cleaning wool fibres from impurities and various foreign materials. The main focus of the study was directed towards ensuring the uniform feeding of raw wool into the working zone, the effective opening of fibre tufts, the separation of plant and mineral impurities, and the assessment of possibilities for improving the existing feeding mechanism [3; 4].

The 2BT-150Sh opening and cleaning machine was selected as the object of the study. This machine is designed to feed unwashed wool fibre into the working chamber by means of a feed belt, compress the fibrous mass using feed rollers, open it under the action of pinned drums and separate impurities through a grid bar system. The main working organs of the machine include the feed belt, the lower smooth feed roller, the upper grooved feed roller, the first and second pinned drums, the grid bar system, the spring-loaded compression mechanism and the fibre discharge guide.

ISSN 3030-3907

In the 2BT-150Sh opening and cleaning machine, unwashed wool fibre is first fed to the feed rollers by means of the feed belt. The feed rollers compress the fibrous mass and direct it towards the first pinned drum. The first pinned drum drags the wool tufts over the grid bars and transfers them to the second drum. Under the action of the second drum, the wool tuft is additionally opened, while dust, mineral particles, plant residues and other impurities contained in it fall through the openings of the grid bars into the waste bunker. This process represents the main stage of mechanical cleaning and contributes to improving the efficiency of subsequent washing and further processing operations [5; 6; 7].

The kinematic scheme of the machine was used as the basis for studying the motion of its working organs. The kinematic scheme makes it possible to analyse the transmission of motion between the feed belt, the feed rollers and the pinned drums. Based on this scheme, the linear speed of the feed belt, the rotational speeds of the smooth and grooved rollers, the rotational speed of the drums and the effect of the number of sprocket teeth on the feed rate were evaluated.

According to the kinematic analysis, the first pinned drum of the machine operates at a speed of 12.5 m/s, while the second pinned drum operates at 14.3 m/s. The speed difference between the drums creates conditions for additional opening of the wool tuft, loosening of impurities located between the fibres and their separation through the grid bars. In this process, the action of the drum pins on the wool tuft, as well as the interaction of the tuft with the prism and fixed pins, is considered one of the main factors intensifying the opening process.

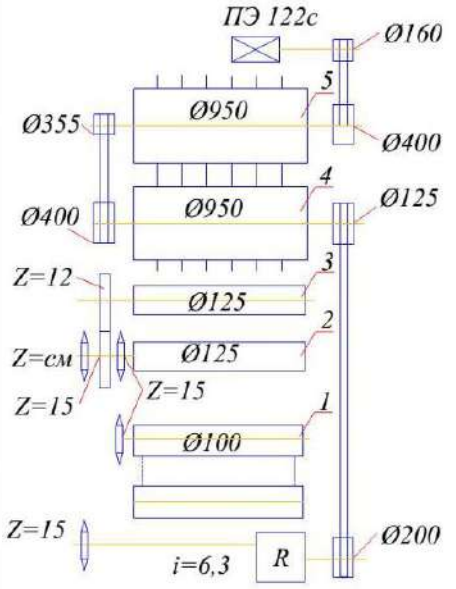


Figure 2. Kinematic scheme of the 2BT-150Sh opening and cleaning machine: 1 — feed belt; 2 — lower feed roller; 3 — upper feed roller; 4 — first pinned drum; 5 — second pinned drum.

ISSN 3030-3907

The feeding mechanism serves to supply the wool mass continuously and uniformly into the working chamber. The feeding mechanism of the 2BT-150Sh cleaning machine consists of a feed conveyor, a feed roller, a levelling cylinder and a spring-loaded compression element. In this mechanism, the upper grooved roller rotates faster than the lower smooth roller. This arrangement ensures the displacement, compression and delivery of wool tufts into the working zone. At the same time, the relative arrangement of the rollers, the compression force and the rotational speed have a direct effect on the stable feeding of the fibre layer.

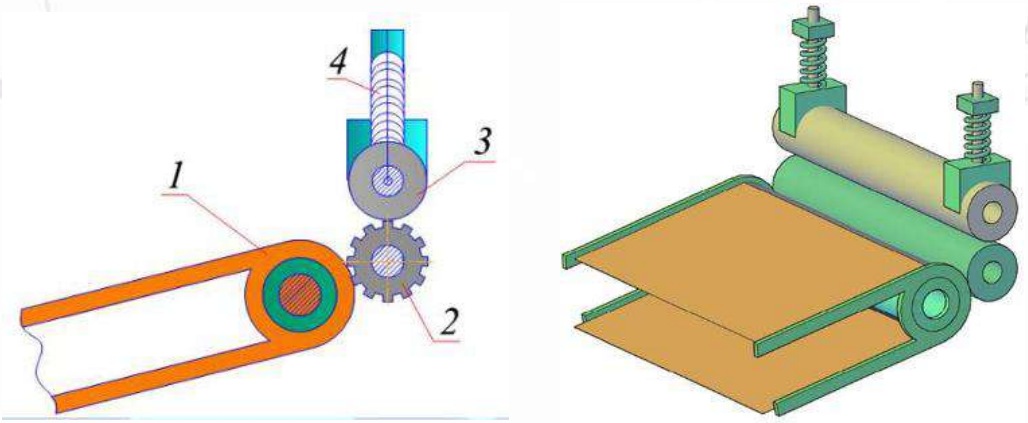


Figure 3. Feeding mechanism of the 2BT-150Sh cleaning machine:
1 — feed conveyor; 2 — feed roller; 3 — levelling cylinder; 4 — spring.

The rotational speed of the feed rollers varies depending on the number of sprocket teeth. In the study, the rotational speeds of the feed belt, smooth roller and grooved roller were comparatively analysed for sprockets with 14, 16, 19, 22 and 25 teeth. The kinematic analysis showed that changes in the number of sprocket teeth directly affect the feed rate of the fibrous mass into the working zone, the load applied to the drums and the overall productivity of the machine.

According to the existing kinematic scheme, the speed regime of the feeding mechanism may not fully ensure stable feeding of the fibre layer. This is particularly evident when raw wool contains a high amount of plant residues, burrs, dust and mineral impurities. In such cases, uneven feeding may occur, resulting in fibre blockage in the working chamber, increased load on the drums, higher energy consumption and reduced cleaning efficiency.

Therefore, the study considered not only the adjustment of roller rotational speed, but also the improvement of the structural arrangement of the feeding mechanism as the main solution. In this regard, the possibility of ensuring uniform delivery of wool tufts into the working zone was substantiated through the inclined arrangement of the feed rollers, stable feeding of the fibrous mass through a hopper and an increase in roller diameter.

The installation position of feeding mechanisms also has a significant influence on the efficiency of the cleaning process. In practice, vertical, horizontal

ISSN 3030-3907

and inclined feeding mechanisms are used in opening and cleaning machines. A vertical feeding mechanism is usually installed in the upper part of the working chamber and may be used for cleaning fibrous materials with a relatively low degree of contamination. In this case, the raw material is directed into the working zone under the effect of gravity; however, for highly contaminated fibrous materials that are prone to compaction, uniform feeding may not be achieved.

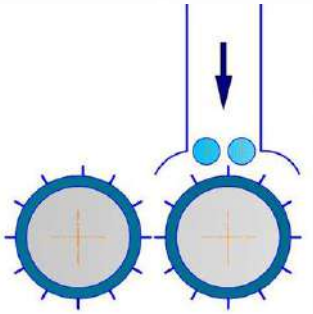


Figure 4. Vertical feeding mechanism.

A horizontal feeding mechanism is considered relatively effective in machines used for opening and cleaning highly contaminated fibres. In this mechanism, the fibre layer is fed into the working chamber in a horizontal direction and delivered to the drum-type working organs by means of feeding pairs. Since wool fibres often contain plant residues, mineral particles and other mechanical impurities, the horizontal feeding scheme has certain advantages in wool cleaning [4; 7].

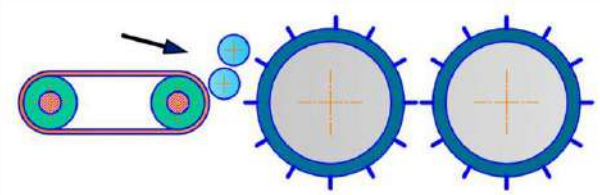


Figure 5. Horizontal feeding mechanism.

However, the horizontal feeding scheme alone may not always ensure completely uniform feeding of wool fibres. In particular, when the raw material contains difficult-to-separate plant residues, burrs, dust and mineral impurities, the fibrous mass may be fed unevenly into the working zone, become blocked or increase the load on the drums. For this reason, the existing types of feeding mechanisms were comparatively analysed in the study, and the use of an inclined hopper-type feeding mechanism was considered appropriate.

In the improved inclined hopper-type feeding mechanism, the fibrous mass is directed to the feed rollers through a hopper. The inclined arrangement of the rollers relative to the machine and the increase in their diameter improve the efficiency of capturing and transporting wool tufts. This structural solution reduces compaction of the fibre layer, ensures uniform feeding of the raw material into the

ISSN 3030-3907

working chamber and creates conditions for stable operation of the drum-type working organs.

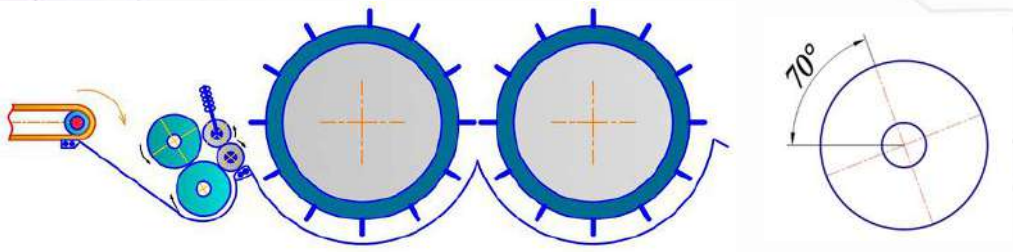


Figure 6. Scheme of the improved hopper-type inclined feeding mechanism.

Several criteria were adopted to evaluate the existing and improved feeding mechanisms. These criteria included uniform feeding of wool fibre into the working zone, the degree of opening of fibre tufts, the efficiency of impurity separation through the grid bars, the possibility of removing difficult-to-separate plant residues, reduction of fibre damage, optimisation of energy consumption and machine productivity. Based on these criteria, the existing design of the 2BT-150Sh machine and the proposed inclined hopper-type feeding mechanism were comparatively analysed.

Thus, the research methodology consisted of analysing the kinematic scheme of the existing machine, comparing the motion parameters of the working organs, evaluating vertical, horizontal and inclined hopper-type feeding arrangements, and substantiating a structural solution aimed at improving the efficiency of separating impurities from wool fibres. This approach makes it possible to improve the feeding mechanism of the 2BT-150Sh opening and cleaning machine, reduce fibre blockage, optimise energy consumption and increase the technological stability of the cleaning process.

DISCUSSION AND RESULTS.

The structural and kinematic analysis of the 2BT-150Sh opening and cleaning machine showed that the efficiency of cleaning wool fibres from impurities and various foreign materials primarily depends on the stable operation of the feeding mechanism. In machines for the primary processing of fibrous materials, the uniform feeding of raw material into the working zone is one of the main prerequisites for opening, loosening and separating impurities [8]. In the 2BT-150Sh machine, raw wool is fed to the roller zone by means of the feed belt, while the rollers compress the fibrous mass and deliver it to the first pinned drum. At the next stage, the first and second pinned drums open the fibre tufts, and dust, mineral particles, fine plant residues and other impurities are separated through the grid bar system.

The analysis showed that, in the existing 2BT-150Sh machine, the first pinned drum operates at a speed of 12.5 m/s, while the second pinned drum operates

ISSN 3030-3907

at 14.3 m/s, enabling the gradual opening of wool tufts. The speed difference between the drums contributes to the additional opening of the fibrous mass and the loosening of impurities. Scientific sources also indicate that, in the mechanical opening of fibrous raw materials, the rotational speed of the working organs, their contact time with the fibre and the impact–drag forces in the working zone have a significant influence on the degree of impurity separation [9]. Therefore, the interaction of wool tufts captured by the drum pins with the prism and fixed pins was assessed as an important factor intensifying the opening process.

However, the main drawback of the existing design was found to be the inability of the feeding mechanism to feed wool fibre into the working chamber uniformly. The arrangement of the feed rollers, the compression force and the feed rate do not always ensure stable movement of the fibre layer. This is particularly evident in unwashed wool raw material containing large amounts of burrs, plant residues, dust and mineral impurities, where the fibrous mass may become compacted in the roller zone or enter the working chamber unevenly. This leads to increased load on the drums, higher energy consumption and reduced cleaning efficiency [10].

The analysis of the existing feeding mechanism showed that uneven feeding of the fibre layer negatively affects not only productivity but also fibre quality. This is because wool tufts entering the working chamber irregularly are not subjected to uniform action by the drum pins. Some tufts are insufficiently opened, whereas others are exposed to excessive mechanical action. As a result, on the one hand, impurities may not be completely separated, and on the other hand, the risk of fibre damage increases. Studies on the processing of natural fibres also emphasise that excessive mechanical action adversely affects fibre length, elasticity and suitability for subsequent spinning processes [11].

A comparative analysis of vertical, horizontal and inclined feeding arrangements showed that the vertical feeding scheme is suitable for fibrous materials with a relatively low degree of contamination. In such a scheme, the raw material enters the working zone under the action of gravity; however, for materials such as wool, which are highly contaminated and prone to tufting, the feeding process may become uneven. Although the horizontal feeding mechanism is relatively more effective for feeding highly contaminated fibres, in some cases wool tufts may still become compacted and blockage may occur in the roller zone. A number of studies indicate that the use of hopper-type or inclined feeding schemes is technologically appropriate for stabilising the flow of raw material in feeding mechanisms for fibrous materials [12].

Based on the results of the study, the use of an inclined hopper-type feeding mechanism was considered appropriate for cleaning wool fibres. In the improved

ISSN 3030-3907

scheme, the fibrous mass is directed to the feed rollers through a hopper, while the inclined arrangement of the rollers relative to the machine allows wool tufts to be introduced into the working chamber more uniformly. Increasing the roller diameter enlarges the fibre-gripping surface and contributes to the stable movement of wool tufts.

The application of the inclined hopper-type feeding mechanism makes it possible to reduce a number of technological shortcomings observed in the existing mechanism. In particular, the probability of fibre blockage in the roller zone decreases, the flow of raw material supplied to the working chamber becomes more stable, the load on the drums is distributed more uniformly, and the opening and cleaning process proceeds more consistently. This, in turn, contributes to increasing machine productivity, optimising energy consumption and preserving the quality characteristics of wool fibres.

Although the pinned drums and grid bar system in the existing 2BT-150Sh machine provide a certain level of efficiency in separating coarse and fine impurities, their capability to remove difficult-to-separate plant residues, particularly burrs, remains limited. The main reasons for this are the uneven feeding of fibre tufts into the working zone, the non-uniform interaction between the drum pins and the tufts, and the structural imperfection of the fibre discharge chute. Therefore, in addition to improving the feeding mechanism, it is also necessary to comprehensively evaluate the parameters of the pinned drums, fixed pins, grid bars and discharge guide.

Based on the discussion, the use of the improved inclined hopper-type feeding mechanism in the 2BT-150Sh opening and cleaning machine may provide the following technological advantages: improved uniform feeding of raw wool into the working chamber; reduced probability of fibre blockage in the roller zone; stabilisation of the load on the pinned drums; increased consistency of the opening process; improved separation efficiency of plant and mineral impurities; better preservation of fibre quality due to reduced excessive mechanical action; and the creation of conditions for optimising energy consumption and increasing productivity.

Thus, the analysis showed that the main problem of the 2BT-150Sh opening and cleaning machine is associated with the unevenness of the feeding process. The proposed inclined hopper-type feeding mechanism serves to reduce this drawback, stabilise the opening and cleaning process of wool fibres and improve the technological efficiency of the machine. Before applying this structural solution under practical production conditions, the optimal inclination angle, diameter, compression force and feed rate of the rollers, as well as their kinematic compatibility with the drums, should be determined experimentally.

ISSN 3030-3907

CONCLUSION.

The conducted analysis showed that the feeding mechanism of an opening and cleaning machine is one of the key technological units in the effective cleaning of wool fibres from impurities and various foreign materials. In the 2BT-150Sh opening and cleaning machine, uneven feeding of raw wool into the working chamber was found to cause fibre blockage, non-uniform distribution of load on the drums, increased energy consumption and reduced cleaning efficiency.

In the existing design, the kinematic interaction between the feed belt, smooth and grooved rollers, spring-loaded compression mechanism and pinned drums provides the opening of wool tufts and the separation of impurities. However, in the case of highly contaminated raw wool containing plant residues, burrs, dust and mineral particles, the existing feeding mechanism may not provide sufficient efficiency in ensuring the stable movement of the fibre layer.

A comparative analysis of vertical, horizontal and inclined feeding arrangements substantiated that the use of an inclined hopper-type feeding mechanism is technologically appropriate for wool fibres. In the improved mechanism, directing the fibrous mass through a hopper, arranging the rollers in an inclined position and increasing their diameter enhance the ability to feed wool tufts uniformly into the working zone.

The proposed inclined hopper-type feeding mechanism makes it possible to reduce fibre blockage in the roller zone, stabilise the load on the pinned drums, improve the consistency of the opening process and increase the efficiency of separating plant and mineral impurities. This structural solution contributes to increasing machine productivity, optimising energy consumption and preserving the quality characteristics of wool fibres.

On this basis, it was concluded that improving the feeding mechanism of the 2BT-150Sh opening and cleaning machine has important scientific and practical significance in the primary processing of wool fibres. In further studies, it is advisable to determine experimentally the optimal inclination angle, roller diameter, compression force, feed rate and kinematic compatibility of the proposed inclined hopper-type feeding mechanism with the pinned drums.

REFERENCES

1. Kadam J., Rashid R., Jasur R. Analysis of improving cleaning efficiency in fiber cleaning machine in ip spinning factories //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 9. – №. 5 (122). – С. 28-32.

2. Kunik O. et al. Development of a two-step technology of scouring wool by the method of high-energy discrete treatment //Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. – №. 4 (10). – С. 36-43.

ISSN 3030-3907

3. Wood E. An Overview of Wool Scouring. WOOL482/582 Wool Processing. Australian Wool Education Trust, University of New England, 2009.
4. Allafi F.A.S., Hossain M.S., Lalung J., Shaah M.A. Waterless processing of sheep wool fiber in textile industry with supercritical CO_2: potential and challenges. Journal of Cleaner Production, 2021.
5. Popescu C., et al. Eco-Friendly Processing of Wool and Sustainable Textile Production. Sustainability, 2024.
6. Allafi F. A. et al. A review on characterization of sheep wool impurities and existing techniques of cleaning: industrial and environmental challenges //Journal of Natural Fibers. – 2022. – Т. 19. – №. 14. – С. 8669-8687.
7. Kadam V., et al. Wool Impurities and Its Removal. Textile processing study material, 2019.
8. Усмонқулов А., Салимов А., Аббазов И., Эгамбердиев Ф. Табиий толаларни дастлабки ишлаш. Дарслик. — Тошкент: Lesson Press, 2022. — 180 б.
9. Nazarova M.A., Qayumov J.A. Jun tolasini xususiyatlari tahlili asosida dag‘al jundan foydalanish ko‘lamini oshirish // Ilm-fan, ta’lim va ishlab chiqarishning innovatsion rivojlantirishdagi zamonaviy muammolar: xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. — Andijon, 2020. — B. 159–164.
10. Ismoyilov F. et al. Improvement of the machine for wool scutching for obtaining ecologically clean fiber //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 390. – С. 01010.
11. Robertson G. H., Morgan J. P. Solid to Solid Surface Extraction. Application to Removal of Impurities from Sheep Fleeces //Industrial & Engineering Chemistry Process Design and Development. – 1975. – Т. 14. – №. 1. – С. 12-20.
12. Demirkan E., Kut D., Tanik N. A. Evaluation of uses of some enzymes in removal of plant impurities from raw wool fabrics //Journal of the Institute of Science and Technology. – 2023. – Т. 13. – №. 4. – С. 2415-2422.

ISSN 3030-3907

OPTIKA DARSLARIDA KREATIV FIKRLASHNI RIVOJLANTIRISH

Avulova Zamira Tursunmurodovna
Shahrisabz davlat pedagogika instituti "Tabiiy fanlar" kafedrasi Katta o'qituvchi
ORCID: 0009-0003-7560-006X
E-mail: zamiraavulova@gmail.com
Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi
"Tabiiy fanlar" kafedrasi v.b.dotsenti,PhD
E-mail: nomozova23@mail.com
ORCID: 0009-0002-9330-9287
Begmatova Shabnam Ulug'bek qizi
Fizika va astranomiya 3-kurs talabasi
Tursunpo'lotova Sevinch Bekzod qizi
Fizika va astranomiya 3-kurs talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada optika darslarida o'quvchilarning kreativ fikrlashini rivojlantirishning nazariy asoslari, didaktik tamoyillari va zamonaviy pedagogik texnologiyalardan foydalanish yo'llari keng yoritilgan. Optika bo'limi fizikaning eng muhim va murakkab qismlaridan biri bo'lib, unda yorug'likning qaytishi, sinishi, interferensiya, difraksiya va qutblanish kabi hodisalarni o'rganish katta ahamiyatga ega. Tadqiqotda muammoli ta'lim, interaktiv metodlar, STEAM yondashuvi hamda raqamli texnologiyalar asosida dars tashkil etishning samaradorligi tahlil qilingan. Shuningdek, PhET simulyatsiyalari, virtual laboratoriyalar va tajribaviy mashg'ulotlar orqali o'quvchilarning mustaqil izlanish ko'nikmalarini rivojlantirish imkoniyatlari ko'rsatib berilgan. Kreativ fikrlashni rivojlantirish jarayonida o'quvchilar faqat tayyor bilimlarni o'zlashtirib qolmay, balki muammoli vaziyatlarni tahlil qilish, yangi yechimlar ishlab chiqish va fizik qonuniyatlarni amaliyotda qo'llash qobiliyatini ham shakllantiradi.

Kalit so'zlar. Optika, kreativ fikrlash, STEM, interfaol metodlar, yorug'lik hodisalari, muammoli ta'lim.

Аннотация. В данной статье подробно рассматриваются теоретические основы, дидактические принципы и современные педагогические технологии развития креативного мышления учащихся на уроках оптики. Раздел оптики является одним из наиболее важных и сложных в физике, включающим такие явления, как отражение, преломление, интерференция, дифракция и поляризация света. В исследовании анализируется эффективность использования проблемного обучения, интерактивных методов, STEAM-подхода и цифровых технологий в организации учебного процесса. Особое внимание уделяется применению PhET-симуляций, виртуальных лабораторий и экспериментальных занятий, способствующих развитию

ISSN 3030-3907

исследовательских навыков учащихся. Развитие креативного мышления позволяет учащимся не только усваивать готовые знания, но и анализировать проблемные ситуации, находить новые решения и применять физические законы на практике.

Ключевые слова. Оптика, креативное мышление, STEM, интерактивные методы, световые явления, проблемное обучение.

Abstract. This article provides a detailed analysis of the theoretical foundations, didactic principles, and modern pedagogical technologies for developing students' creative thinking in optics lessons. The optics section is one of the most important and complex areas of physics, covering phenomena such as reflection, refraction, interference, diffraction, and polarization of light. The study examines the effectiveness of problem-based learning, interactive methods, STEAM approaches, and digital technologies in organizing the learning process. Special attention is given to the use of PhET simulations, virtual laboratories, and experimental activities that enhance students' research and inquiry skills. Developing creative thinking enables students not only to acquire ready-made knowledge but also to analyze problem situations, find new solutions, and apply physical laws in practice.

Keywords. Optics, creative thinking, STEM, interactive methods, light phenomena, problem-based learning.

KIRISH.

Hozirgi global transformatsiya davrida ta'lim tizimi oldida turgan asosiy vazifa faqatgina nazariy bilimlarni berish emas,balki o'quvchilarda 4K ko'nikmalarini (kreativlik,tanqidiyfikrlash,kollaboratsiya va kommunikatsiya) shakllantirishdir.Optika fani yorug'likning tabiati va uning moddalar bilan ta'sirlashuvini o'rganar ekan, u o'quvchida nafaqat ko'rish, balki mantiqiy mushohada qilish qobiliyatini ham shakllantiradi. Ijodiy fikrlashni rivojlantirishning asosiy omili — bu o'quvchilarni tayyor chizmalardan voz kechib, mustaqil ravishda yorug'lik yo'lini bashorat qilishga o'rgatishdir.

Dars jarayonida yorug'likning qaytishi va sinishi kabi mavzularni o'rganishda o'quvchilarga hayotiy hamda kutilmagan vaziyatlar taqdim etiladi. Masalan, "Nima uchun ko'zgudagi tasvirimiz o'ng va chap tomonni almashtirib ko'rsatadi-yu, lekin tepa va pastni almashtirmaydi?" kabi muammoli savollar o'quvchining fazoviy tasavvurini faollashtiradi. Bu yerda ijodkorlik shundaki, o'quvchi o'zi bilgan oddiy hodisaga ilmiy nuqtai nazardan yangicha yechim izlaydi.

O'quvchilarning ijodiy salohiyatini oshirishda "Yaratuvchanlik ta'limi" muhim ahamiyatga ega. Bu usulda o'quvchi nazariy tushunchalarni amaliy asbobga aylantirishi lozim. Masalan:Nur yo'naltirgichlar: Oddiy ko'zgular va

ISSN 3030-3907

linzalar yordamida yorug‘lik dastasini xonaning bir burchagidan ikkinchi burchagiga murakkab to‘siqlar osha yetkazib berish topshirig‘i.

Tabiiy tahlil: Kamalakning hosil bo‘lishini shunchaki rasmda ko‘rish emas, balki suv tomchilari va nur manbai yordamida sinf xonasida uning sun’iy modelini yaratish.

Bunday amaliy ishlar o‘quvchida “Men bu qonuniyatni amalda qo‘llay olaman” degan ishonchni uyg‘otadi. Bu esa xalqaro baholash tizimlarida (masalan, PISA) talab etiladigan “bilimlarni amaliyotda qo‘llash” ko‘nikmasiga to‘la mos keladi. Ijodiy fikrlash chegaralarni tan olmaydi. Optika darslari biologiya bilan bog‘langanda ko‘zning tuzilishi va undagi nuqsonlarni bartaraf etish usullari o‘rganiladi. Tasviriy san’at bilan bog‘langanda esa ranglarning qo‘shilishi va inson ruhiyatiga ta’siri tahlil qilinadi. Bu yondashuv o‘quvchida dunyoni yaxlit bir tizim sifatida ko‘rish imkonini beradi. Fizika, ayniqsa uning eng vizual bo‘limi hisoblangan Optika, kreativlikni rivojlantirish uchun cheksiz imkoniyatlar maydonidir. Optika darslarida yorug‘likning tabiati, sinishi va qaytishi kabi mavzularni shunchaki formulalar orqali emas, balki hayotiy muammolar va vizual tajribalar orqali o‘rgatish o‘quvchining dunyoqarashini kengaytiradi.

Tadqiqot metodologiyasi: Optika darslarida ijodiy muhitni yaratish uchun quyidagi xalqaro standartlarga asoslangan yondashuvlar tavsiya etiladi:

A. Muammoli ta’lim (Problem-Based Learning) O‘qituvchi darsni tayyor faktlar bilan emas, savol bilan boshlashi lozim. Masalan: “Nima uchun cho‘ldagi sarob ko‘rinadi?” yoki “Nima uchun ko‘zoynak taqqan odam yomg‘irda qolsa, linzalari bug‘lanadi?”. Bu kabi savollar o‘quvchini izlanishga majbur qiladi.

B. STEM va Modellashtirish O‘quvchilarga oddiy linza yoki oyna berib, ulardan periskop, mikroskop yoki teleskop modelini yasashni so‘rash ularning muhandislik fikrlashini uyg‘otadi.

C. Vizualizatsiya va Optik Illyuziyalar Optik illyuziyalar orqali dars o‘tish o‘quvchining diqqatini oshiradi va “ko‘rish” hamda “idrok etish” o‘rtasidagi farqni tushunishga yordam beradi. (Misol tariqasida) Mavzu: Yorug‘likning sinishi va to‘la ichki qaytish hodisasi. Fokus (Qiziqtirish): Suvli stakanga solingan qalamning “siniq” bo‘lib ko‘rinishini kuzatish. Gipoteza: O‘quvchilar nima uchun bunday bo‘layotganini o‘z so‘zlari bilan tushuntirishga harakat qilishadi. Tajriba: Lazer nuri va turli muhitlar (suv, shisha, yog‘) yordamida nurning yo‘nalishini o‘zgartirishni amalda sinab ko‘rishadi. Kreativ yechim: “Agar yorug‘lik sinmaganda, bizning hayotimiz qanday o‘zgarar edi?” mavzusida kichik esse yoki loyiha tayyorlash.

Xalqaro standartlar va baholash (PISA) Kreativ fikrlashni baholashda PISA (Programme for International Student Assessment) quyidagi mezonlarga tayanadi: G‘oyalarning ravonligi: Muammoga ko‘plab yechimlar topish.

ISSN 3030-3907

Moslashuvchanlik: Masalaga turli burchaklardan yondashish. O‘ziga xoslik (Originality): Hech kim o‘ylamagan noodatiy yechimni taklif qilish. Optika masalalarini yechishda faqatgina

n = sina/sinb formulasiga bog‘lanib qolmay, nur yo‘lini chizish (Ray tracing) va uni hayotiy qurilmalarda qo‘llanilishini tasvirlash kreativlikni baholashning asosiy indikatoridir.Bugungi kunda fizika darslarini, xususan optikani, raqamli texnologiyalarsiz tasavvur qilib bo‘lmaydi. Kreativlikni oshirishda kompyuter modellarining o‘rni beqiyos. O‘quvchi real laboratoriyada qila olmaydigan tajribalarini (masalan, yorug‘lik tezligiga yaqin tezlikda harakatlanish yoki turli sayyoralarning atmosferasida nurning sinishi) virtual muhitda sinab ko‘radi.

Tajriba erkinligi: Virtual simulyatsiyalar o‘quvchiga xato qilishdan qo‘rqmaslik imkonini beradi. Har qanday xato yangi bir g‘oya yoki natijaga olib kelishi mumkinligini anglash ijodiy jasoratni shakllantiradi.

Vizual dinamika: Nur dastasining turli muhitlardan o‘tishini real vaqt rejimida kuzatish va uning parametrlarini (to‘lqin uzunligi, muhit zichligi) o‘zgartirish orqali o‘quvchi jarayonning mohiyatini chuqur tushunadi.

Muammoli vaziyatlarni shakllantirishning innovatsion usullari

Dars davomida o‘quvchilarga “Fizik paradokslar” taqdim etilishi lozim. Masalan, “Agar biz yorug‘likdan tezroq harakat qilsak, ko‘zguda o‘zimizni ko‘ra olamizmi?” yoki “Nima uchun chuqur dengiz tubidagi baliqlar yorug‘liksiz ham bir-birini sezadi?”. Bu kabi savollar o‘quvchini nafaqat darslik bilan cheklanishga, balki qo‘shimcha ilmiy manbalarni o‘rganishga va original g‘oyalar ustida ishlashga undaydi.

TAHLIL VA NATIJALAR: Xalqaro standartlar asosida o‘quvchilarning ijodiy mahsulotlarini baholashda quyidagi mezonlarga e’tibor qaratish lozim:

Muammoni aniqlash qobiliyati: O‘quvchi hodisadagi ziddiyatni yoki yechilishi kerak bo‘lgan masalani mustaqil topa bilishi.

Yechimning soddaligi va samaradorligi: Murakkab optik asbobni oddiy maishiy vositalar yordamida yasash mahorati.

Ilmiy asoslanganlik: Har qanday ijodiy yondashuv fizik qonuniyatlarga zid kelmasligi va mantiqiy xulosaga ega bo‘lishi.O‘quvchida kreativlikni shakllantirish tasodifiy jarayon emas, balki izchil bosqichlardan iborat tizimdir. Maqolada quyidagi metodik zanjirni yoritish maqsadga muvofiq:

1. Intellektual hujum va farazlar maydoni

Darsning kirish qismida o‘quvchilarga “Agar...” bilan boshlanuvchi ssenariylar beriladi.

Misol: “Agar havoning sindirish ko‘rsatkichi suvnikidan katta bo‘lib qolsa, olam qanday ko‘rinishga kelar edi?”

ISSN 3030-3907

Ushbu bosqichda o‘quvchining har qanday, hatto eng g‘alati tuyulgan fikri ham inobatga olinadi. Bu ulardagi fikriy qoliplarni (stereotiplarni) sindirishga xizmat qiladi.

2. Muammoli tajribalar (Eksperimental tadqiqotlar)

Kreativlikni rivojlantirishda “oddiy asbob — murakkab xulosa” tamoyili qo‘llaniladi.Lazer va suv tomchisi: Bir tomchi suvni lazer nuri yo‘liga qo‘yish orqali devorda mikroskopik tasvirni hosil qilish. O‘quvchi ushbu tajriba orqali suv tomchisining linza kabi ishlashini amalda ko‘radi va uning fokus masofasini o‘zgartirish yo‘llarini o‘ylab topadi.

Yashirin tasvirlar: Yorug‘likning qutblanishi mavzusida o‘quvchilarga “faqat ma’lum burchak ostida ko‘rinadigan yozuvlar” yaratish topshirig‘ini berish. Bu ularda kriptografiya (shifrlash) va optikaning o‘zaro bog‘liqligi haqida yangi g‘oyalar uyg‘otadi.

3. Konstruktorlik va dizayn loyihalari

Xalqaro standartlar o‘quvchidan muhandislik ko‘nikmalarini talab etadi.

Gologramma yaratish: Smartfon ekrani va shaffof plastik bo‘laklari yordamida uch o‘lchamli (3D) tasvir hosil qiluvchi piramida yasash.

Quyosh pechi: Oddiy alyumin qog‘oz (fayga) va karton yordamida yorug‘lik energiyasini bir nuqtaga to‘plovchi va issiqlik hosil qiluvchi qurilma modelini loyihalash. Bu jarayonda o‘quvchi ko‘zgularning shakli va nurning konsentratsiyasi bo‘yicha o‘zining mustaqil yechimlarini taklif qiladi.

XULOSA. O‘qituvchi mahorati: Yo‘naltiruvchi va maslahatchi Ijodiy darslarda o‘qituvchi bilimni shunchaki bayon qiluvchi emas, balki scaffolding (tayanch yordam) beruvchi moderatorga aylanadi. U o‘quvchiga javobni aytmaydi, balki o‘sha javobga olib boruvchi “yo‘l xaritasi”ni chizishda ko‘maklashadi.Kreativlikni bo‘g‘uvchi omillardan qochish:“Bu noto‘g‘ri”, “Bu darslikda yo‘q” kabi cheklovchi iboralardan voz kechish;Standart masalalarni yechishdan ko‘ra, masalaning shartini o‘zgartirishni rag‘batlantirish;Har bir o‘quvchining shaxsiy kashfiyotini (hatto u fanga allaqachon ma’lum bo‘lsa ham) “yangi ixtiro” sifatida tan olish.Xalqaro ta’lim tizimida o‘quvchining ijodiy mahsulotini baholashda faqat “to‘g‘ri” yoki “noto‘g‘ri” degan yondashuvdan voz kechiladi. Maqolada taklif etilayotgan baholash tizimi quyidagi uchta ustun ustiga qurilishi lozim:G‘oyalarning o‘zgaruvchanligi (Moslashuvchanlik): O‘quvchi bir xil optik hodisani turli sharoitlarda qo‘llay olishi. Masalan, nurning to‘la ichki qaytishi hodisasini ham suv tomchisida, ham optik tolali aloqa simida tushuntirib bera olishi.Yechimning mukammalligi (Detallashtirish): Taklif etilgan ijodiy g‘oya qanchalik ilmiy asoslangan? O‘quvchi o‘zi yasagan asbobning ishlash prinsipini fizik qonunlar bilan qanchalik aniq bog‘lay oladi?Tafakkur oqimi (Ravonlik): Berilgan muammoli vaziyat yuzasidan o‘quvchi qisqa vaqt ichida qanchalik ko‘p

ISSN 3030-3907

gipotezalar (taxminlar) ishlab chiqa olishi.Ma’lumotlarni qayta ishlash va kutilayotgan natijalar.Tajriba va kuzatishlar shuni ko‘rsatadiki, optika darslarida ijodiy yondashuvni qo‘llash dars samaradorligini quyidagi yo‘nalishlarda keskin oshiradi:Bilimlarning mustahkamligi: Amaliyot va shaxsiy kashfiyot orqali olingan bilim yodlangan nazariyaga qaraganda uzoqroq xotirada saqlanadi.Mantiqiy bog‘liqlik: O‘quvchi fizikani hayotdan uzilgan fan emas, balki atrof-muhitni tushuntiruvchi asosiy vosita deb qabul qiladi.O‘z-o‘ziga ishonch: Noodatiy masalalarni yecha olish qobiliyati o‘quvchida boshqa aniq fanlarni o‘rganishga nisbatan ham yuqori ishtiyoq uyg‘otadi.Amaliy tavsiyalar va xalqaro tajriba.Maqolani yakunlashda o‘qituvchilar uchun quyidagi strategik tavsiyalarni kiritish maqsadga muvofiq:Xatoni darsning bir qismi sifatida qabul qilish: Ijodiy jarayonda noto‘g‘ri taxminlar — bu haqiqatga olib boruvchi zinadir. O‘quvchi xato qilishdan qo‘rqmagan muhitdagina haqiqiy ijodkorlik uyg‘onadi.Loyiha ishlariga urg‘u berish: Har bir bob yakunida o‘quvchilarga kichik bir optik moslama yaratish yoki tabiiy hodisani izohlash bo‘yicha ijodiy loyiha topshirish.Savol berish san’ati: O‘qituvchi o‘quvchiga “Nima?” degan savoldan ko‘ra, ko‘proq “Qanday?” va “Nima uchun?” degan savollarni berishi, ularni chuqur tahlilga chorlashi lozim.Xalqaro ta’lim standartlariga ko‘ra, bugungi kun fizika darsining asosiy mahsuli — bu yod olingan formulalar emas, balki muammoli vaziyatda oqilona va noodatiy yechim topa oladigan tafakkur egasidir. Optika darslarida ijodiy muhitning yaratilishi o‘quvchilarda quyidagi natijalarni beradi:Murakkab jarayonlarni sodda modellar orqali tushuntirish qobiliyati;Hodisalarning sabab va oqibatlarini chuqur tahlil qilish;Mavjud bilimlarni yangi, notanish vaziyatlarda qo‘llash mahorati.Shunday qilib, optika darslari o‘quvchini nafaqat bilimli, balki kelajakda murakkab muhandislik va texnologik vazifalarni hal qila oladigan ixtirochi sifatida shakllantiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmon va Qarorlari:
2. O‘zbekiston Respublikasining “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni. – Toshkent, 2020.
3. O‘zbekiston Respublikasi xalq ta’limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi.
4. Ilmiy va pedagogik manbalar (O‘zbek tilida):
5. Yo‘ldoshev J.G‘., Usmonov S.A. Zamonaviy pedagogik texnologiyalarni amaliyotga joriy etish. – Toshkent: Fan va texnologiyalar, 2008.
6. Omonov H.T., Xo‘jayev N.X. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. – Toshkent: Iqtisod-moliya, 2009.
7. Ismoilov A.A. Fizika o‘qitishda innovatsion yondashuvlar va STEM ta’limi. – Toshkent: “O‘qituvchi” nashriyoti, 2021.
8. Xalqaro ilmiy manbalar va darsliklar (Ingliz va rus tillarida):

ISSN 3030-3907

9. Hecht, E. (2017). Optics (5th global edition). Pearson Education. (Dunyoning eng nufuzli optika darsliklaridan biri).
10. Lucas, B., & Spencer, E. (2017). Teaching Creative Thinking: Developing Learners Who Have the Confidence to Think Differently. Crown House Publishing.
11. PISA 2022 Creative Thinking Framework. OECD (Iqtisodiy hamkorlik va taraqqiyot tashkiloti) hisobotlari.
12. Ландсберг Г.С. (2010). Оптика. Учебное пособие для вузов. – Москва: Физматлит.
13. Resnick, R., Halliday, D., & Krane, K. S. (2010). Physics. John Wiley & Sons.
14. Elektron ta’lim resurslari va veb-saytlar:
15. PhET Interactive Simulations (University of Colorado Boulder) – Interfaol optik simulyatsiyalar platformasi: 15.https://phet.colorado.edu
16. Khan Academy – Fizika va optika bo‘limi darslari.
17. ZiyoNET axborot-ta’lim tarmog‘i resurslari: www.ziyonet.uz

ISSN 3030-3907

VIRTUAL LABORATORIYALAR ORQALI OPTIKANI O`RGATISH

Avulova Zamira Tursunmurodovna
Shahrisabz davlat pedagogika instituti "Tabiiy fanlar" kafedrasi Katta o'qituvchi
ORCID: 0009-0003-7560-006X
E-mail: zamiraavulova@gmail.com
Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi
Shahrisabz davlat pedagogika instituti "Tabiiy fanlar" kafedrasi v.b.dotsenti,PhD
E-mail: nomozova23@mail.com
ORCID: 0009-0002-9330-9287
Nurmanova Marjona Elmon qizi
Shahrisabz davlat pedagogika instituti 3-kurs talabasi
Xudaynazarova Zarifa Shuhrat qizi
Shahrisabz davlat pedagogika instituti 3-kurs talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqola optikani o'qitishda virtual laboratoriyalardan foydalanishning samaradorligini tahlil qiladi. An'anaviy laboratoriyalarning cheklovlari, xususan, qimmat uskunalar va xavfsizlik masalalari muhokama qilinadi. Virtual laboratoriyalar talabalarga xavfsiz va interaktiv muhitda tajribalar o'tkazish, nazariy bilimlarni amaliy ko'nikmalar bilan mustahkamlash imkonini beradi. Ular o'quv jarayonini yanada qiziqarli va tushunarli qilish bilan birga, ta'limga bo'lgan imkoniyatlarni kengaytiradi. Tadqiqot virtual laboratoriyalarning optika ta'limidagi zamonaviy pedagogik yondashuv sifatida ahamiyatini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Virtual Laboratoriyalar, Optika Ta'limi, Fizika O'qitish, Ta'lim Texnologiyalari, Interaktiv O'qitish, Amaliy Ko'nikmalar, Simulyatsiyalar.

Abstract. This article analyzes the effectiveness of using virtual laboratories in teaching optics. It discusses the limitations of traditional laboratories, particularly concerning costly equipment and safety issues. Virtual laboratories enable students to conduct experiments in a safe and interactive environment, reinforcing theoretical knowledge with practical skills. They make the learning process more engaging and understandable while expanding access to education. The study highlights the significance of virtual laboratories as a modern pedagogical approach in optics education.

Keywords: Virtual Laboratories, Optics Education, Physics Teaching, Educational Technology, Interactive Learning, Practical Skills, Simulations

Аннотация. Данная статья анализирует эффективность использования виртуальных лабораторий в преподавании оптики. Обсуждаются ограничения традиционных лабораторий, в частности, дорогостоящее оборудование и вопросы безопасности. Виртуальные лаборатории позволяют

студентам проводить эксперименты в безопасной и интерактивной среде, закрепляя теоретические знания практическими навыками. Они делают процесс обучения более увлекательным и понятным, одновременно расширяя доступ к образованию. Исследование подчеркивает значение виртуальных лабораторий как современного педагогического подхода в обучении оптике.

Ключевые слова: Виртуальные Лаборатории, Обучение Оптике, Преподавание Физики, Образовательные Технологии, Интерактивное Обучение, Практические Навыки, Симуляции

KIRISH.

Optika zamonaviy fan va texnologiyaning asosiy ustunlaridan biri bo‘lib, uning tamoyillari tibbiyotdan tortib aloqa tizimlarigacha, astronomiyadan tortib sanoat ishlab chiqarishigacha bo‘lgan keng ko‘lamli sohalarda qo‘llaniladi. Shu bois, optik bilimlarni chuqur o‘zlashtirish va amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirish muhandislik, fizika va boshqa texnik yo‘nalishlar bo‘yicha mutaxassislar tayyorlashda muhim ahamiyat kasb etadi. An’anaviy ta’lim usullari, xususan, real laboratoriyalarda tajribalar o‘tkazish, o‘quvchilarga nazariy bilimlarni amaliyotda sinab ko‘rish imkonini bersa-da, ular ko‘pincha qimmatbaho uskunalar, xavfsizlik protokollari va cheklangan resurslar kabi qator muammolar bilan bog‘liq. Bu esa, ayniqsa, yuqori darajadagi ta’lim muassasalarida optika fanini o‘qitish samaradorligini oshirish bo‘yicha yangi yondashuvlarni izlashni taqozo etadi.

So‘nggi yillarda texnologik taraqqiyot, xususan, sun’iy intellekt (SI) va interaktiv tizimlarning rivojlanishi ta’lim jarayoniga sezilarli ta’sir ko‘rsatdi. Texnik oliy ta’lim muassasalarida talabalarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishda zamonaviy, interaktiv va SI yordamida o‘qitish usullari hal qiluvchi rol o‘ynaydi [1]. Ushbu yondashuvlar talabalarga texnologiya bilan ishlash ko‘nikmalarini egallashda yordam beradi, chunki ko‘pgina texnik sohalar inson-texnologiya tizimlari bilan ishlashni talab qiladi. Optika ta’limida ham bu tendensiya o‘z aksini topmoqda, bunda virtual laboratoriyalar an’anaviy usullarga muqobil yoki ularni to‘ldiruvchi samarali vosita sifatida maydonga chiqmoqda.

Virtual laboratoriyalar optik hodisalarni xavfsiz, arzon va cheklovlarsiz o‘rganish uchun noyob imkoniyatlarni taqdim etadi. Ular talabalarga murakkab optik tizimlarni simulyatsiya qilish, turli parametrlarni o‘zgartirish va natijalarni real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi. SI integratsiyasi virtual laboratoriyalarning samaradorligini yanada oshirishi mumkin, chunki SI o‘rganish jarayonini soddalashtiradi, ma’lumotlarni tahlil qilish qobiliyatini yaxshilaydi va yuqori natijalar beradi, bu esa o‘z navbatida talabalarning mavzularni tez o‘zlashtirishiga olib keladi. Shu nuqtai nazardan, virtual laboratoriyalar orqali optikani o‘qitish nafaqat nazariy bilimlarni mustahkamlash, balki amaliy

ISSN 3030-3907

ko‘nikmalarni rivojlantirish, tanqidiy fikrlashni shakllantirish va muammolarni hal qilish qobiliyatini oshirish uchun ham muhim ahamiyatga ega.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI.

So‘nggi yillarda ta’lim texnologiyalari sohasidagi jadal rivojlanish, ayniqsa, pandemiya sharoitida masofaviy ta’limga bo‘lgan ehtiyojning ortishi, virtual laboratoriyalarga bo‘lgan ilmiy qiziqishni sezilarli darajada oshirdi. Optika ta’limida virtual laboratoriyalarning qo‘llanilishi bo‘yicha adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, bu yondashuv an’anaviy o‘qitish usullariga nisbatan bir qator muhim afzalliklarga ega bo‘lib, talabalarning o‘zlashtirishini va amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirishda samarali vosita bo‘lib xizmat qilmoqda. Zamonaviy tadqiqotlar virtual laboratoriyalarning nafaqat nazariy bilimlarni mustahkamlash, balki murakkab optik hodisalarni vizuallashtirish va tushunishda ham muhim rol o‘ynashini ta’kidlaydi [2].

Adabiyotlar virtual laboratoriyalarning asosiy afzalliklaridan biri sifatida ularning cheksiz imkoniyatlarini ko‘rsatadi. An’anaviy laboratoriyalarda mavjud bo‘lgan qimmatbaho uskunalar, xavfsizlik protokollari va cheklangan resurslar kabi muammolar virtual muhitda bartaraf etiladi. Talabalar istalgan vaqtda va istalgan joyda tajribalar o‘tkazishlari, turli parametrlarni cheklovlarsiz o‘zgartirishlari va natijalarni real vaqt rejimida kuzatishlari mumkin. Bu esa, o‘z navbatida, talabalarga optik tizimlarning xatti-harakatlarini chuqurroq tushunishga, xatolardan o‘rganishga va tanqidiy fikrlash qobiliyatlarini rivojlantirishga yordam beradi. Masalan, virtual muhitda yorug‘likning tarqalishi, difraksiya, interferensiya kabi hodisalarni turli sharoitlarda simulyatsiya qilish orqali talabalar ularning fizik mohiyatini aniqroq anglab yetishadi.

Sun’iy intellekt (SI) va interaktiv tizimlarning virtual laboratoriyalarga integratsiyasi ushbu ta’lim vositalarining samaradorligini yanada oshirmoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, SI yordamida o‘qitish usullari talabalarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Xususan, SI virtual laboratoriyalarda o‘rganish jarayonini soddalashtiradi, ma’lumotlarni tahlil qilish qobiliyatini yaxshilaydi va yuqori natijalar beradi, bu esa o‘z navbatida talabalarning mavzularni tez o‘zlashtirishiga olib keladi. SI algoritmik yordamida talabalarning o‘zlashtirish darajasini baholashi, ularning xatolarini aniqlashi va shaxsiy ehtiyojlariga moslashtirilgan qayta aloqa va qo‘shimcha materiallar taqdim etishi mumkin. Bu esa har bir talaba uchun individual o‘quv yo‘nalishini yaratishga imkon beradi, bu esa an’anaviy sinf sharoitida qiyin bo‘lgan jarayondir.

Virtual laboratoriyalarning pedagogik samaradorligi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ular talabalarning motivatsiyasini oshirishga, mavzuga bo‘lgan qiziqishini uyg‘otishga va mustaqil o‘rganish ko‘nikmalarini rivojlantirishga yordam beradi. Interaktiv simulyatsiyalar va o‘yinlashtirish

ISSN 3030-3907

elementlari talabalarni faol ishtirok etishga undaydi, bu esa passiv tinglashdan ko‘ra samaraliroq o‘rganishga olib keladi. Virtual optika laboratoriyalari talabalarga real dunyo muammolarini hal qilish uchun zarur bo‘lgan amaliy tajribani taqdim etadi, masalan, optik asboblarni loyihalash, sozlash va ularning ishlashini tahlil qilish kabi vazifalarni bajarish imkoniyatini beradi. Bu esa, muhandislik psixologiyasi nuqtai nazaridan, inson-texnologiya tizimlari bilan ishlash ko‘nikmalarini egallashda muhim ahamiyatga ega, chunki ko‘pgina texnik sohalar aynan shu turdagi tizimlar bilan ishlashni talab qiladi.

Biroq, adabiyotlar virtual laboratoriyalarni qo‘llashdagi ba’zi qiyinchiliklarni ham ko‘rsatadi. Jumladan, yuqori sifatli virtual laboratoriyalarni yaratish va ularni doimiy ravishda yangilab borish uchun sezilarli resurslar, texnologik infratuzilma va mutaxassislik bilimlari talab etiladi. Shuningdek, talabalarning virtual muhitda orttirgan ko‘nikmalarini real laboratoriya sharoitlariga qanchalik samarali o‘tkaza olishlari masalasi ham muhokama qilinmoqda. Ba’zi tadqiqotlar virtual tajribalar real dunyo tajribalarini to‘liq almashtira olmasligini, balki ularni to‘ldiruvchi vosita sifatida qaralishi kerakligini ta’kidlaydi. Shu bois, virtual laboratoriyalarni o‘quv dasturlariga integratsiya qilishda ularning didaktik maqsadlari aniq belgilanishi va o‘qituvchilarning ushbu texnologiyalardan samarali foydalanish bo‘yicha malakasini oshirishga e’tibor qaratilishi lozim.

Xulosa qilib aytganda, mavzuga oid adabiyotlar tahlili virtual laboratoriyalarning optika ta’limida muhim va istiqbolli vosita ekanligini tasdiqlaydi. Ular talabalarga nazariy bilimlarni amaliyotda qo‘llash, murakkab optik hodisalarni tushunish va kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirish uchun noyob imkoniyatlar yaratadi. SI integratsiyasi esa bu imkoniyatlarni yanada kengaytirib, shaxsiy o‘rganish tajribasini ta’minlaydi va o‘quv jarayonining samaradorligini oshiradi. Kelajakdagi tadqiqotlar virtual laboratoriyalarning pedagogik samaradorligini yanada chuqurroq o‘rganish, ularni real laboratoriyalar bilan optimal tarzda integratsiya qilish metodologiyalarini ishlab chiqish va SI asosidagi adaptiv o‘quv tizimlarini takomillashtirishga qaratilishi lozim. Ushbu yondashuvlar optika ta’limini yanada innovatsion va talabalar uchun jozibador qilishga xizmat qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu tadqiqot virtual laboratoriyalar orqali optikani o‘qitish samaradorligini baholashga qaratilgan bo‘lib, aralash usullar (mixed-methods) yordamida virtual laboratoriyalarning talabalarning o‘zlashtirishiga, motivatsiyasiga, amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirishga va tanqidiy fikrlash qobiliyatlariga ta’sirini tahlil qilish imkonini beradi. Tadqiqotning asosiy maqsadi – optika ta’limida virtual laboratoriyalarni qo‘llashning pedagogik samaradorligini

ISSN 3030-3907

aniqlash, ularning afzalliklari va qiyinchiliklarini empirik asosda baholash hamda sun’iy intellekt (SI) integratsiyasining o‘quv jarayoniga ta’sirini o‘rganishdan iborat.

Tadqiqot dizayni kvazi-eksperimental yondashuvga asoslanadi. Bunda ikki yoki uchta guruh talabalar ishtirok etadi: birinchi guruh (nazorat guruhi) an’anaviy laboratoriya mashg‘ulotlarida ishtirok etadi, ikkinchi guruh (eksperimental guruh 1) virtual optika laboratoriyalaridan foydalanadi, va agar imkon bo‘lsa, uchinchi guruh (eksperimental guruh 2) SI integratsiyalashgan virtual laboratoriyalarda ta’lim oladi. Ushbu dizayn guruhlar o‘rtasidagi farqlarni, xususan, o‘zlashtirish darajasi, amaliy ko‘nikmalar va motivatsiya bo‘yicha farqlarni aniqlashga yordam beradi. Kvazi-eksperimental dizayn real ta’lim sharoitlarida amalga oshirilishi mumkinligi sababli, uning natijalari amaliy ahamiyatga ega. Tadqiqot davomiyligi bir akademik semestrni tashkil etadi, bu esa uzoq muddatli ta’sirni kuzatish uchun yetarli vaqtni ta’minlaydi.

Tadqiqot ishtirokchilari texnik oliy ta’lim muassasalarining optika yoki tegishli yo‘nalishlarda tahsil olayotgan bakalavriat talabalaridan tanlab olinadi. Tanlama tasodifiy bo‘lmagan usulda (masalan, qulay tanlama yoki maqsadli tanlama) shakllantiriladi, chunki ta’lim muassasalarida guruhlarni tasodifiy ajratish ko‘pincha qiyin. Har bir guruhda kamida 30-40 nafar talaba bo‘lishi rejalashtiriladi, bu esa statistik tahlil uchun yetarli ma’lumotni ta’minlaydi. Ishtirokchilarning demografik ma’lumotlari (yoshi, jinsi, avvalgi akademik ko‘rsatkichlari) to‘planadi va guruhlar o‘rtasidagi dastlabki farqlarni nazorat qilish uchun hisobga olinadi. Tadqiqotga jalb qilinishdan oldin barcha talabalardan xabardor qilingan rozilik olinadi.

Ma’lumotlarni yig‘ish bir necha bosqichda va turli usullar yordamida amalga oshiriladi. Birinchidan, talabalarning optika bo‘yicha dastlabki bilim darajasini aniqlash uchun barcha guruhlarda semestr boshida oldindan test (pre-test) o‘tkaziladi. Semestr oxirida esa o‘zlashtirishdagi o‘zgarishlarni baholash uchun yakuniy test (post-test) o‘tkaziladi. Testlar optikaning asosiy tamoyillari va amaliy masalalarini qamrab oladi. Ikkinchidan, talabalarning motivatsiyasi, qiziqishi, virtual laboratoriyalardan foydalanish tajribasi va ularning samaradorligi haqidagi subyektiv fikrlarini aniqlash uchun so‘rovnomalar o‘tkaziladi. So‘rovnomalar Likert shkalasi asosida tuzilgan va ochiq savollarni o‘z ichiga oladi. Uchinchidan, virtual laboratoriyalardan foydalanish jarayonida talabalarning faolligi, tajribalarni bajarish tezligi, xatolar soni va ularni tuzatish qobiliyati kabi ma’lumotlar tizim tomonidan avtomatik ravishda qayd etiladi. Ayniqsa, SI integratsiyalashgan virtual laboratoriyalarda talabalarning o‘zlashtirish jarayoni, qiyinchiliklari va shaxsiy o‘quv yo‘nalishlari haqidagi ma’lumotlar to‘planadi. To‘rtinchidan, sifat ma’lumotlarini yig‘ish maqsadida eksperimental guruhlardagi talabalar bilan

ISSN 3030-3907

fokus-guruh suhbatlari yoki individual intervyular o‘tkaziladi. Bu suhbatlar virtual laboratoriyalarning afzalliklari, kamchiliklari va takomillashtirish bo‘yicha takliflar haqida chuqur tushunchalar beradi.

Yig‘ilgan ma’lumotlar miqdoriy va sifat usullari yordamida tahlil qilinadi. Miqdoriy ma’lumotlar (pre-test va post-test natijalari, so‘rovnoma ballari, virtual laboratoriya faoliyati ko‘rsatkichlari) statistik dasturlar (masalan, SPSS yoki R) yordamida tahlil qilinadi. Guruhlar o‘rtasidagi farqlarni aniqlash uchun dispersiya tahlili (ANOVA) va t-testlar qo‘llaniladi. Shuningdek, o‘zgaruvchilar o‘rtasidagi bog‘liqliklarni o‘rganish uchun korrelyatsion tahlil o‘tkaziladi. Sifat ma’lumotlar (ochiq savollarga javoblar, fokus-guruh suhbatlari va intervyular transkriptlari) tematik tahlil usuli yordamida tahlil qilinadi. Bunda takrorlanuvchi mavzular, naqshlar va asosiy g‘oyalar aniqlanadi. SI yordamida to‘plangan ma’lumotlar esa talabalarning o‘quv jarayonidagi xatti-harakatlarini modellashtirish va shaxsiy o‘rganish yo‘nalishlarini optimallashtirish uchun ishlatilishi mumkin, bu esa inson-texnologiya tizimlari bilan ishlash ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Tadqiqotning etik jihatlariga e’tibor qaratiladi. Barcha ishtirokchilarga tadqiqotning maqsadi, jarayoni va ularning huquqlari haqida to‘liq ma’lumot beriladi. Ishtirok etish ixtiyoriy bo‘lib, har qanday bosqichda tadqiqotdan chiqib ketish huquqi ta’minlanadi. Ma’lumotlar anonim tarzda to‘planadi va shaxsiy ma’lumotlarning maxfiyligi kafolatlanadi. To‘plangan ma’lumotlar faqat ilmiy maqsadlarda ishlatiladi va uchinchi shaxslarga oshkor etilmaydi. Tadqiqotni o‘tkazishdan oldin tegishli etik qo‘mita tomonidan ruxsat olinadi.

Ushbu metodologiya virtual laboratoriyalarning optika ta’limidagi o‘rnini miqdoriy va sifat jihatdan tahlil qilishga imkon beradi. Kvazi-eksperimental dizayn va aralash usullar yondashuvi virtual laboratoriyalarning o‘zlashtirishga, motivatsiyaga va amaliy ko‘nikmalarga ta’sirini aniq baholashga yordam beradi. Ayniqsa, SI integratsiyasining ta’lim samaradorligiga ta’sirini o‘rganish, kelajakda virtual ta’lim tizimlarini takomillashtirish uchun tavsiyalar beradi. Tadqiqot natijalari optika ta’limi bo‘yicha o‘quv dasturlarini ishlab chiquvchilar, o‘qituvchilar va ta’lim texnologiyalari mutaxassislari uchun qimmatli ma’lumot bo‘lib xizmat qiladi, shu bilan birga, zamonaviy texnologiyalarni ta’lim jarayoniga integratsiya qilish bo‘yicha ilmiy adabiyotlarga hissa qo‘shadi.

XULOSA.

Ushbu maqola optika ta’limida virtual laboratoriyalarning dolzarbligi va samaradorligini atroflicha tahlil qildi. Ular an’anaviy usullarning cheklovlarini bartaraf etib, talabalarga nazariy bilimlarni amaliyotda qo‘llash, murakkab optik hodisalarni chuqurroq tushunish va amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirish uchun keng imkoniyatlar yaratadi. Sun’iy intellekt integratsiyasi o‘quv jarayonini shaxsiylashtirib, ta’lim samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Garchi ularni

ISSN 3030-3907

joriy etishda resurs va texnologik qiyinchiliklar mavjud bo‘lsa-da, virtual laboratoriyalar optika ta’limining kelajagi uchun muhim va istiqbolli yo‘nalish bo‘lib, real laboratoriyalar bilan uyg‘unlashgan holda optimal natijalar beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Pan, Z., Cheok, A. D., Müller, W., & Pan, J. (Muharrirlar). Ta'lim, Trening va Amaliyotda Virtual va Kengaytirilgan Reallik Bo‘yicha Tadqiqotlar Qo‘llanmasi. Hershey, PA: IGI Global, 2020.
2. Selwyn, N. Raqamli ta'lim: Imkoniyatlar, Qiyinchiliklar va Kelajak. London: Routledge, 2022.
3. Faour, M. A., & Hamdan, M. "Virtual Laboratoriyalar Fizika Ta'limi Uchun: Tizimli Tahlil." Ta'lim va Axborot Texnologiyalari, vol. 36, no. 2, 2021, pp. 1901-1925.
4. García-Martínez, J. M., García-Martínez, P., & García-Martínez, R. "Masofaviy va Virtual Laboratoriyalar Optika va Fotonika Ta'limi Uchun." Amaliy Fanlar, vol. 12, no. 1, 2022, pp. 1-20.
5. Akçayır, M., & Akçayır, G. "Kengaytirilgan Reallik Fizika Ta'limida: Tizimli Sharh." Ta'lim va Axborot Texnologiyalari, vol. 35, no. 1, 2020, pp. 1-20.
6. Maiztegui, A., & García-Zubia, J. (Eds.). Oliy ta'limda texnologiya bilan boyitilgan ta'lim: Yangi yondashuvlar va eng yaxshi amaliyotlar. Cham: Springer, 2021.
7. Dalgarno, B., & Lee, M. J. W. "Virtual Haqiqat Fizika Ta'limida: So‘nggi Ishlanmalarning Sharhi." Fan Ta'limi va Texnologiya Jurnali, vol. 30, no. 3, 2021, pp. 301-315.
8. Chen, J., & Wang, L. "Virtual laboratoriyalar orqali optikada talabalar faolligi va o‘rganishini oshirish." Xalqaro Fan Ta'limi Jurnali, jild. 43, son. 10, 2021, bet. 1651-1670.
9. Lederman, N. G., & Abell, S. K. (Eds.). Fan Ta'limi boyicha Tadqiqotlar Ma'lumotnomasi. New York: Routledge, 2022.

ISSN 3030-3907

OLIY TA’LIM KAMPUSIDA SUN’IY INTELLEKT VA 3D VIZUALIZATSIYA ASOSIDA ISHLAB CHIQILGAN “AQLLI YO‘L KO‘RSATKICH” VEB-ILOVASINING IMKONIYATLARI VA ISTIQBOLLARI

Xamroyeva Dilafro‘z Namozovna
Navoiy davlat universiteti, f.-m.f.f.d. (PhD), dotsent
E-meil: hdilafruz_285@mail.ru
G‘ayratova Rayxona Olimjon qizi
Navoiy davlat universiteti, talaba
E-meil: gayratovarayxona2007@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada oliy ta’lim muassasalari infratuzilmasini raqamlashtirish va talabalar uchun qulay ekotizim yaratish masalalari ko‘rib chiqiladi. Tadqiqot obyekti sifatida Navoiy davlat universiteti Aniq fanlar binosi tanlangan bo‘lib, unda sun’iy intellekt va 3D vizuallash texnologiyalari integratsiyasi asosida ishlab chiqilgan “Aqlli yo‘l ko‘rsatkich” veb-ilovasining imkoniyatlari tahlil qilinadi. Loyiha doirasida Three.js texnologiyasi yordamida binolarning 3D modellarini shakllantirish, sun’iy intellekt asosida ovozli yordamchi va eng qisqa marshrutni aniqlash algoritmlari tahlil qilingan. Shuningdek, ilovaning inklyuzivlik imkoniyatlari hamda favqulodda vaziyatlarda evakuatsiya qilish tizimi bilan integratsiyalashuvi ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Smart Campus, 3D modellashtirish, sun’iy intellekt, navigatsiya, inklyuziv ta’lim, QR-kod.

Abstract. This article discusses the digitalization of higher education infrastructure and the creation of a convenient ecosystem for students. The research object is the Faculty of Exact Sciences building of Navoi State University, where the capabilities of the “Smart Navigation” web application developed through the integration of Artificial Intelligence and 3D visualization technologies are analyzed. Within the framework of the project, Three.js technology was used to create 3D building models, while AI-based voice assistant functions and shortest-path algorithms were also examined. In addition, the inclusivity features of the application and its integration with emergency evacuation systems were considered.

Keywords: Smart Campus, 3D modeling, artificial intelligence, navigation, inclusive education, QR code.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы цифровизации инфраструктуры высших учебных заведений и создания удобной экосистемы для студентов. В качестве объекта исследования выбрано здание факультета точных наук Навоийский государственный университет, где анализируются возможности веб-приложения «Умный навигатор», разработанного на основе

интеграции технологий искусственного интеллекта и 3D-визуализации. В рамках проекта с использованием технологии Three.js были созданы 3D-модели зданий, а также исследованы алгоритмы голосового помощника на базе искусственного интеллекта и поиска кратчайшего маршрута. Кроме того, рассмотрены возможности инклюзивности приложения и его интеграция с системой эвакуации в чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: Smart Campus, 3D-моделирование, искусственный интеллект, навигация, инклюзивное образование, QR-код.

KIRISH.

Oliy ta’lim muassasalarining (OTM) infratuzilmasini raqamlashtirish nafaqat dars jarayonlarini, balki kampus ichidagi navigatsiya va xavfsizlik tizimlarini ham qamrab olishi lozim. O‘zbekiston Respublikasida oliy ta’lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasida belgilanganidek, zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari asosida talabalar uchun qulay va inklyuziv muhit yaratish muhim ahamiyatga ega [1].

Yirik universitet kampuslari murakkab me’moriy tuzilishga ega bo‘lib, yangi kelgan talabalar, mehmonlar va xususan, imkoniyati cheklangan shaxslar uchun kerakli auditoriya yoki kafedralarni topishda muayyan qiyinchiliklarni yuzaga keltiradi. An’anaviy statik xaritalar yoki qog‘oz ko‘rsatkichlar real vaqtdagi o‘zgarishlarni aks ettira olmaydi va zamonaviy foydalanuvchilarning ehtiyojlarini to‘liq qondirmaydi. So‘nggi yillarda ta’limda raqamli texnologiyalardan foydalanish, ayniqsa, inklyuzivlikni ta’minlash borasida ko‘plab tadqiqotlar olib borilmoqda. Biroq, ko‘plab mavjud tizimlar faqatgina 2D xaritalar bilan cheklangan bo‘lib, ular bino ichidagi qavatlararo harakatlanishni va sun’iy intellekt orqali muloqot qilish imkoniyatini taqdim etmaydi.

Mavjud muammolarni bartaraf etish maqsadida hozirda «Aqlli yo‘l ko‘rsatkich” nomli zamonaviy raqamli navigatsiya tizimi ishlab chiqilgan. Loyiha uchun namuna obyekt sifatida Navoiy davlat universiteti Aniq fanlar fakulteti binosi tanlangan. Ushbu tizim sun’iy intellekt, QR kod, GPS va 3D vizuallashtirish texnologiyalarini yagona platformada birlashtirgan holda foydalanuvchilarga bino ichida qulay va tezkor navigatsiyani ta’minlashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, ilovada imkoniyati cheklangan shaxslar uchun maxsus imkoniyatlar mavjud. Ushbu maqolada «Aqlli yo‘l ko‘rsatkich” veb-ilovasining asosiy imkoniyatlari yoritiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 8-oktabrdagi PF-5847-sonli Farmoni *«O‘zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»* farmoni mazkur tadqiqotning asosiy qonuniy-siyosiy poydevori hisoblanadi. Ushbu farmon oliy ta'limni 2030-yilgacha raqamlashtirish va modernizatsiya

ISSN 3030-3907

qilishning strategik yo‘nalishlarini belgilab bergan. Hujjat “Smart Campus” kontseptsiyasini amalga oshirishga, ta’lim muassasalarida axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini keng joriy etishga va raqamli infratuzilmani rivojlantirishga davlat darajasida yo‘l ochib beradi. “Aqlli yo‘l ko‘rsatkich” ilovasi aynan shu strategik mandat doirasida ishlab chiqilgan bo‘lib, farmonning 5-bandida ko‘rsatilgan “innovatsion raqamli xizmatlar” talabiga javob beradi.

Retsker va Sadykov tomonidan [2] Markaziy Osiyo, hamda O‘zbekiston oliy ta’lim muassasalarida raqamli transformatsiyaning hozirgi holati va istiqbollari tahlil qilingan. Muslimov, Muhamedov va Ortiqovning [3] taqdiqotlarida o‘zbek kampuslarida aqlli texnologiyalarni joriy etish imkoniyatlarini ko‘rib chiqilgan. Afyouni, Kyriakou, Kalogirou va Claramunt [4] tomonidan ichki navigatsiya uchun Bluetooth Low Energy (BLE) beakonlari va graf nazariyasiga asoslangan qisqa yo‘l algoritmlaridan foydalanish o‘rganilgan. Tadqiqotda bino ichidagi joylashuvni aniqlash uchun BLE signallarini trilateration usulida qayta ishlash va Dijkstra algoritmini qo‘llash metodologiyasi bayon etilgan. Liu, Zhang va Wangning sun'iy intellekt va tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) asosida kampus navigatsiyasini amalga oshirishning ilg‘or yondashuvi taqdim etilgan [5]. Prandi, Salomoni va Mirrining [6] ommaviy sensorlar (people sensing) va crowdsourcing yondashuvi orqali barcha foydalanuvchilar, shu jumladan nogironligi bo‘lgan shaxslar uchun moslashtirilgan ichki navigatsiya tizimi mPASS taqdim etilgan. Crowd-sourcing mexanizmining sifati foydalanuvchilar faolligiga bog‘liqligi esa asosiy cheklov sifatida ko‘rsatilgan. Santos, Moreira va Menesesning [7] universitetlar kampusida QR-kod asosida qurilgan arzon va samarali ichki joylashuvni aniqlash va navigatsiya tizimi batafsil tavsiflangan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. “Aqlli yo‘l ko‘rsatkich” veb-ilovasini amaliyotga tatbiq etish metodologiyasi quyidagi texnologik va mantiqiy bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

Fazoviy modellashtirish: bino infratuzilmasi, qavatlar va auditoriyalar joylashuvi o‘rganilib, Three.js texnologiyasi yordamida interaktiv 3D hamda 2D xaritalar ishlab chiqildi.

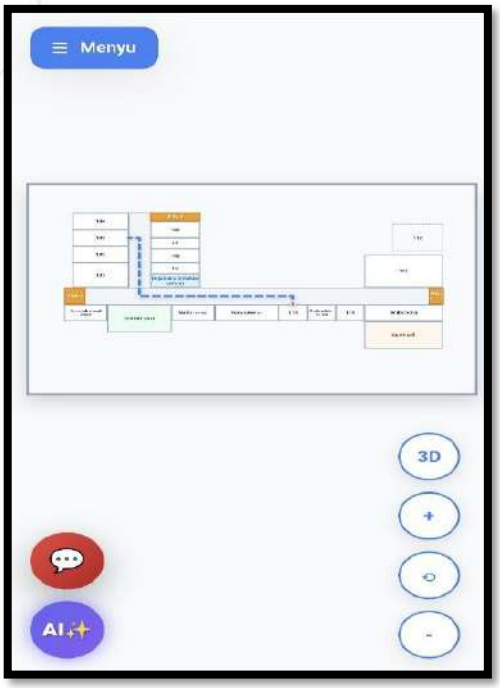
Tizimli integratsiya: veb-ilova foydalanuvchilarga akademik ma’lumotlarni taqdim etish uchun universitetning hemis platformasi bilan ma’lumotlarning bir qismi integratsiyalanadi.

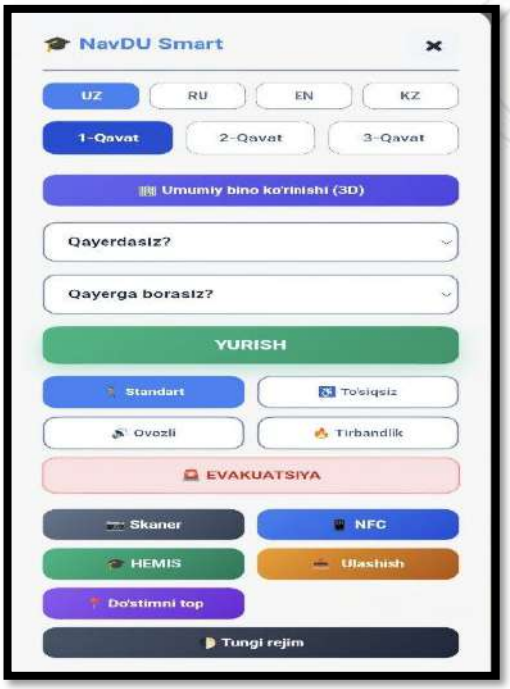
Sun’iy intellekt algoritmlari integratsiyasi: foydalanuvchini eng qisqa yo‘l orqali so‘rovlarga javob berish maqsadida sun’iy intellekt yordamchisi va tegishli algoritmlar joriy etilgan.

Inklyuzivlik va xavfsizlik: imkoniyati cheklangan shaxslar uchun maxsus funksiyalar va “Evakuatsiya” funksiyalari ishlab chiqilgan.

ISSN 3030-3907

Tizimning asosiy oynasidagi menyu bo‘limidan foydalanuvchi o‘zining joriy joylashuvi va borishi kerak bo‘lgan manzilni tanlaydi. Shundan so‘ng dastur avtomatik ravishda eng optimal va eng qisqa marshrutni aniqlab, xarita orqali ko‘rsatadi. 2D xarita rejimida yo‘nalish chiziqli ko‘rinishda tasvirlanadi (1-rasm) va foydalanuvchi kerakli xonagacha bo‘lgan harakat yo‘nalishini bosqichma-bosqich kuzatib borishi mumkin. Ushbu funksiya ayniqsa yangi talabalar, mehmonlar va universitet hududini yaxshi bilmaydigan foydalanuvchilar uchun qulaylik yaratadi.





1-rasm. **2-rasm.**

Tizimning boshqaruv paneli barcha foydalanuvchilar ehtiyojlarini hisobga olgan holda ishlab chiqilgan. Ilova ko‘p tillilik funksiyasiga ega bo‘lib, o‘zbek, rus, ingliz va qozoq tillarida ishlash imkoniyatini beradi. Bu esa xorijiy talabalar va mehmonlar uchun ham foydalanishni ancha qulaylashtiradi. Shuningdek, foydalanuvchilar qavatlarni alohida tanlash, marshrutni qayta qurish hamda xaritani yaqinlashtirish yoki uzoqlashtirish funksiyalaridan foydalanishlari mumkin (2-rasm).

ISSN 3030-3907





3-rasm. **4-rasm**

Ilovaning yana bir muhim jihati — 3D vizuallashtirish texnologiyasidir. Foydalanuvchi maxsus tugma orqali xaritani 3D rejimiga o‘tkazishi mumkin. Bu rejim bino tuzilishini hajmli ko‘rinishda tasvirlaydi hamda foydalanuvchiga qavatlar joylashuvi, yo‘laklar va asosiy obyektlarni fazoviy jihatdan yaxshiroq tushunishga yordam beradi. Natijada foydalanuvchi nafaqat yo‘lni ko‘radi, balki bino ichidagi umumiy infratuzilmani ham aniq tasavvur qila oladi (3-rasm).

“Aqlli yo‘lko‘rsatkich” tizimi inklyuziv muhit yaratishga ham alohida e’tibor qaratadi. Dasturda jismoniy imkoniyati cheklangan foydalanuvchilar uchun 5 ta asosiy rejim bor:

1. “Standart” rejimda maxsus funksiyalardan tashqari barcha funksiyalar normal darajada ishlaydi.

2. “To‘siqsiz marshrut” rejimi mavjud bo‘lib, ushbu funksiya zinapoyalarsiz va qulay harakatlanish yo‘nalishlarini tavsiya etadi. Bundan tashqari, ko‘zi ojiz yoki ko‘rish imkoniyati cheklangan foydalanuvchilar uchun ovozli yo‘riqnoma tizimi ham joriy etilgan. Tizim foydalanuvchini ovoz orqali kerakli manzilga bosqichma-bosqich yo‘naltirib boradi (2-rasm).

3. “Ovozli” rejimda esa gapirish va tinglash imkoniyatlari qo‘llaniladi.

Bundan tashqari, platformaga sun’iy intellekt asosidagi yordamchi integratsiya qilingan (4-rasm). Foydalanuvchilar matnli yoki ovozli tarzda tizimga savol berishlari mumkin. Masalan, “114-xonaga qanday boraman?” yoki “Kutubxona qayerda joylashgan?” kabi savollar yuborilganda, tizim avtomatik ravishda kerakli marshrutni shakllantiradi va foydalanuvchini kerakli manzilga

ISSN 3030-3907

yo‘naltiradi. Bu esa tizimni oddiy xaritadan ko‘ra aqlli raqamli yordamchi darajasiga olib chiqadi.

4. “Tirbandlik” rejimida odamlar ko‘p to‘plangan joylarni ko‘rish mumkin va tirbandlik bo‘lmagan yo‘llarni topish mumkin.

5. Xavfsizlik masalalari ham tizimning asosiy ustunliklaridan biri hisoblanadi. Favqulodda vaziyatlarda, jumladan yong‘in yoki zilzila sodir bo‘lganda, foydalanuvchi maxsus “Evakuatsiya” rejimi orqali eng yaqin xavfsiz chiqish yo‘nalishini olishi mumkin. Tizim avtomatik ravishda foydalanuvchini eng qisqa va xavfsiz evakuatsiya yo‘li bo‘ylab yo‘naltiradi (2-rasm). Bundan tashqari fon uchun “Tungi“ va “Yorug‘lik“ rejimlari bor. Qo‘shimcha ravishda chat tugmasi mavjud bo‘lib, u orqali tayyor murojaatlarni yuborish mumkin va bu so‘rovlar telegram botlari orqali adminga yuboriladi (1-rasm).

Sahifani kattalashtirish va kichiklashtirish imkoniyatlari mavjud bo‘lib, bu funksiyalar yozuvlarni o‘qishni qulaylashtiradi.

Shuningdek, ilovada QR-kod va NFC texnologiyalari qo‘llanilgan bo‘lib, foydalanuvchi ushbu funksiyalar yordamida o‘z joylashuvini tezkor aniqlashi mumkin. Bundan tashqari, “Do‘stimni top” kabi interaktiv funksiyalar talabalar o‘rtasidagi kommunikatsiyani yanada qulaylashtiradi (2-rasm).

XULOSA. Veb-ilova O‘zbekiston oliy ta’lim tizimida amaliyotga tatbiq etishning istiqbollari va 2030-yilgacha oliy ta’limni rivojlantirish konsepsiyasida belgilangan raqamlashtirish maqsadlariga to‘liq mos keladi. Kelajakda platforma va obuna tizimining joriy etilishi tizimning qamrovini yanada kengaytiradi hamda uning barqaror rivojlanishini ta’minlaydi.

“Aqlli yo‘l ko‘rsatkich” ilovasi Google Maps va oddiy navigatsiya tizimlaridan farqli ravishda bino ichida aniq ishlaydi, 3D vizuallashtirish orqali qavat va xonalarni ko‘rsatadi hamda sun’iy intellekt yordamida savollarga avtomatik marshrut beradi. Oddiy tizimlarda bu imkoniyatlar yo‘q yoki cheklangan bo‘lsa, ushbu ilovada inklyuziv marshrut, ovozli yo‘riqnoma va evakuatsiya rejimi ham mavjud. Shu sababli u faqat xarita emas, balki Smart Campus uchun mo‘ljallangan aqlli navigatsiya tizimi hisoblanadi.

Veb-ilova asosan bepul bo‘lib, universitetga tashrif buyuruvchi mehmonlar va yangi foydalanuvchilar hamda doimiy foydalanuvchilar uchun ham qulayliklar bo‘ladi.

Obuna tizimi ikki platformada ham joriy etiladi: har bir versiyada bepul standart va VIP ta’riflar taklif etish rejalashtirilgan. Bu yondashuv foydalanuvchilarga ehtiyojiga qarab xizmatlardan foydalanish imkonini beradi hamda tizimning barqaror rivojlanishini ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-5847-sonli Farmoni (2019, 8-oktabr). *O‘zbekiston Respublikasi oliy ta'lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida.* O‘zbekiston Respublikasi Qonun hujjatlari ma'lumotlar bazasi. https://lex.uz/docs/4545887

2. Retsker, T., & Sadykov, T. (2021). *Digital Transformation of Higher Education Institutions in Central Asia.* Journal of Educational Technology, 18(3), 45–62. https://doi.org/10.1007/s10639-021-10523-x

3. Muslimov, N., Muhamedov, B., & Ortiqov, A. (2022). *Smart Campus: Raqamli texnologiyalar orqali ta'lim sifatini oshirish.* O‘zbekiston Milliy universiteti ilmiy axboroti, 2, 112–120.

4. Afyouni, I., Kyriakou, M., Kalogirou, V., & Claramunt, C. (2022). *Indoor Navigation Using BLE Beacons and Graph-Based Shortest Path Algorithm.* Sensors, 22(8), 2981. https://doi.org/10.3390/s22082981

5. Liu, Y., Zhang, H., & Wang, S. (2023). *AI-Powered Campus Wayfinding: A Natural Language Approach to Indoor Navigation.* IEEE Transactions on Learning Technologies, 16(2), 210–225. https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3256201

6. Prandi, C., Salomoni, P., & Mirri, S. (2021). *mPASS: Integrating People Sensing and Crowdsourcing for Accessible Indoor Navigation.* IEEE Access, 9, 71456–71471. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3078852

7. Santos, A., Moreira, A., & Meneses, F. (2022). *QR-Code Based Indoor Positioning and Navigation System for University Campuses.* Computers, 11(4), 57. https://doi.org/10.3390/computers11040057

POLIETILEN ISHLAB CHIQARISH CHIQINDISINING SUYUQ VA QATTIQ FRAKSIYALARINI IQ-SPEKTROSKOPIYA USULI BILAN TAVSIFI

Xayrulloyev Rizamat
Buxoro davlat texnika universiteti, tayanch doktorant
E-mail: rxayrulloyev@bstu.uz
Ostonov Firuz
Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent, texnika fanlari falsafa doktori

Annotatsiya. Ushbu maqolada polietilen ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan past molekulyar og‘irlikli chiqindining suyuq va qattiq (past molekulyar polimer) fraksiyalari IQ – spektofotemriyasi(IQ- infraqizil) usuli bilan o‘rganilgan. IQ - spektofotemriya usulida olingan spektrlar asosida har ikki fraksiya uchun asosiy funksional guruhlar aniqlangan va solishtirma tahlil o‘tkazilgan. Suyuq fraksiyada C=O guruh (1724 sm^{-1}), terminal olefin tebranishlari (987, 908, 887 sm^{-1}) va uzun zanjirli metilen guruhlari (2920, 2851 sm^{-1}) aniqlangan. Polimer vaks fraksiyasida esa C=O guruh yo‘qligi, ortorombik kristall fazaga xos 730/719 sm^{-1} dublet va 1473/1461 sm^{-1} metilen egilish tebranishlari qayd etilgan. Olingan natijalar GC-MS (GC-MS = Gaz xromatografiya — mass-spektrometriya) ma'lumotlari bilan muvofiqlashtirilib, har ikki fraksiyaning kolloid-kimyoviy qo‘llanilish salohiyati muhokama qilingan.

Kalit so‘zlar: IQ spektroskopiyasi, alfa-olefinlar, polimer vaks, polietilen chiqindisi, funksional guruh tahlili, kolloid kimyo.

Аннотация. В данной статье методом ИК-спектрофотометрии (ИК — инфракрасный) исследованы жидкая и твёрдая (низкомолекулярный полимер) фракции низкомолекулярных отходов производства полиэтилена. На основе ИК-спектров для обеих фракций идентифицированы основные функциональные группы и проведён сравнительный анализ. В жидкой фракции обнаружены карбонильная группа C=O (1724 $см^{-1}$), характеристические полосы поглощения терминальных олефинов (987, 908, 887 $см^{-1}$) и длинноцепочечных метиленовых групп (2920, 2851 $см^{-1}$). В спектре твёрдой фракции отсутствует полоса C=O, однако присутствуют дублет 730/719 $см^{-1}$, характерный для орторомбической кристаллической фазы полиэтилена, а также дублет деформационных колебаний CH_2 при 1473/1461 $см^{-1}$. Полученные результаты сопоставлены с данными ГХ-МС (ГХ-МС = газовая хроматография — масс-спектрометрия), и обсуждается коллоидно-химический потенциал обеих фракций.

Ключевые слова: ИК-спектроскопия, альфа-олефины, полимерный воск, отходы полиэтилена, анализ функциональных групп, коллоидная химия.

ISSN 3030-3907

Abstract. In this study, the liquid and solid (low molecular weight polymer) fractions of low-molecular-weight by-products generated during polyethylene production were investigated by IR spectrophotometry (IR — infrared). Based on the IR spectra, the principal functional groups were identified for both fractions and a comparative analysis was carried out. The liquid fraction exhibits a carbonyl group C=O at 1724 cm^{-1}, characteristic absorption bands of terminal olefins at 987, 908 and 887 cm^{-1}, and long-chain methylene groups at 2920 and 2851 cm^{-1}. The solid fraction shows no C=O absorption; instead, a doublet at 730/719 cm^{-1} diagnostic of the orthorhombic crystalline phase of polyethylene and a CH_2 bending doublet at 1473/1461 cm^{-1} are observed. The results are correlated with GC-MS data (GC-MS = gas chromatography–mass spectrometry) and the colloid-chemical application potential of both fractions is discussed.

Keywords: IR spectroscopy, alpha-olefins, polymer wax, polyethylene waste, functional group analysis, colloid chemistry.

1. KIRISH.

Polietilen (PE) dunyoda eng ko‘p ishlab chiqariladigan polimerlardan biri bo‘lib, yiliga 100 million tonnadan ortiq miqdorda ishlab chiqariladi [1]. Ishlab chiqarish jarayonida, xususan Ziegler-Natta va metallosen katalizatorlari ishtirokida olib boriladigan past bosimli etilen polimerizatsiyasida, sezilarli miqdorda past molekulyar og‘irlikli yon mahsulotlar hosil bo‘ladi [2]. Bu chiqindilar odatda suyuq fraksiya va qattiq polimer vaks ko‘rinishida bo‘lib, utilizatsiya muammosini keltirib chiqaradi.

Zamonaviy yashil kimyo tamoyillariga ko‘ra, sanoat chiqindilarini yuqori qiymatli mahsulotlarga aylantirish muhim ilmiy va amaliy vazifadir [3]. Suyuq fraksiyani GC-MS usulida o‘rganish natijasida 50 dan ortiq organik birikma aniqlangan bo‘lib, ular orasida C_{10}–C_{22} qatoridagi chiziqli tuzilishga ega alfa-olefinlar, siklogeksan hosilalari, keton va aldegid guruhli birikmalar, shuningdek 1,2-diol birikmalar mavjud.

IQ spektroskopiyasi funksional guruhlarni tezkor va ishonchli aniqlash imkonini beruvchi usul bo‘lib, ATR(*ATR bu IQ spektroskopiyasining qulay va tezkor texnikasi*) texnikasi namunani maxsus tayyorlamasdan to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘lchash imkonini beradi [5, 6]. Ushbu tadqiqotning maqsadi — polietilen chiqindisining suyuq va qattiq vaks fraksiyalarini ATR-IQ usulida tavsiflab, keyingi kolloid-kimyoviy tadqiqotlar uchun spektroskopik asosiy ma'lumotnoma bazasini yaratish.

2. EKSPERIMENTAL QISM.

2.1. Namunalar

ISSN 3030-3907

Namuna 1 — Suyuq fraksiya: polietilen sexida hosil bo‘lgan monomolekulyar polimerdan ajratib olingan sariq rangli suyuqlik; GC-MS tahlilida 50 dan ortiq organik birikma aniqlangan.

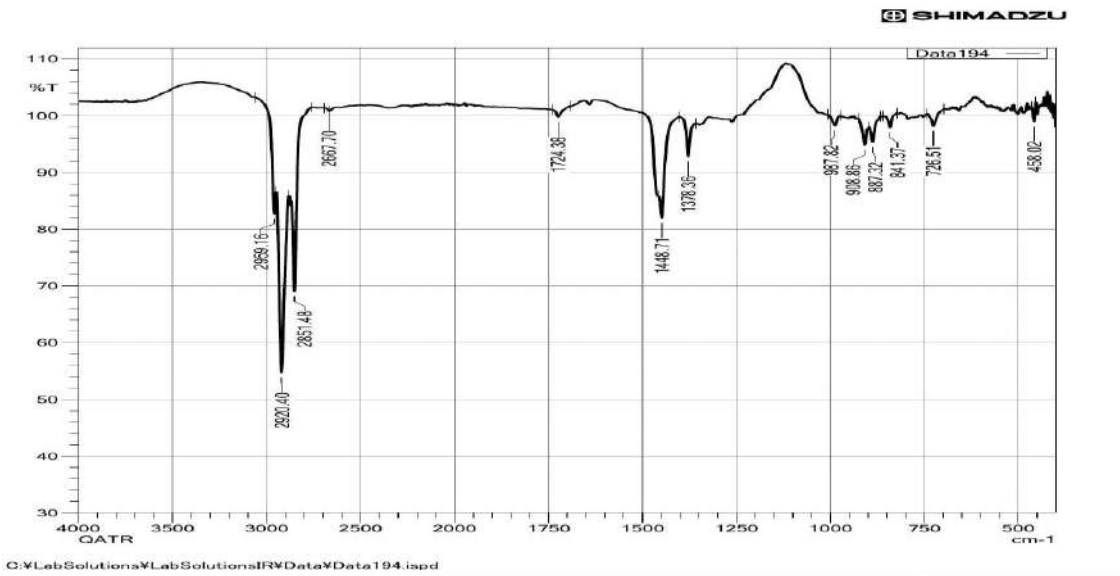
Namuna 2 — Polimer vaks: quyi molekulyar og‘irlikli polietilen asosli oq-sariq rangli qattiq modda; xona haroratida qattiq holda.

2.2. IQ-spektroskopiya sharoitlari

Spektrlar Shimadzu ishlab chiqarishidagi ATR-IQ spektrometrda olingan. O‘lchash to‘lqin soni diapazoni 4000–500 sm^{-1}, spektral ajratish qobiliyati 4 sm^{-1}, o‘lchashlar soni 20, matematik ishlov berish usuli — SqrTriangle apodizatsiyasi*(kvadrat uchburchak oyna funktsiyasi)*. Suyuq namuna ATR kristalliga bevosita tomizildi. Qattiq fraksiya (past molekulyar og‘irlikli polietilen) namunasidan kichik bo‘lak olib, ATR kristali ustiga qo‘yildi va presslash vinti yordamida kristal bilan mustahkam kontakt ta'minlangach spektri olindi.

3. NATIJALAR VA MUHOKAMA.

3.1. Suyuq fraksiyaning IQ spektri



1-rasm. Suyuq fraksiyaning ATR-IQ spektri (Shimadzu QATR)

Suyuq fraksiya spektrida (1-rasm) 2920 va 2851 sm^{-1} dagi kuchli CH_2 absorbsiya tasmalari uzun zanjirli alifatik birikmalar mavjudligini ko‘rsatadi. 1724 sm^{-1} dagi C=O absorbsiyasi GC-MS da aniqlangan 2-dekanon va E-15-geptadeksenalni spektroskopik jihatdan tasdiqlaydi [7]. 987, 908 va 887 sm^{-1} dagi piklar terminal alfa-olefinlarning klassik belgisi bo‘lib, 1-dokosen, 1-geksadesen va 1-tetradesen-ni tasdiqlaydi [8]. 726 sm^{-1} dagi absorbsiya uzun $-(CH_2)_n-$ zanjirlarining sinxron deformatsion tebranishiga ($n \geq 4$) tegishli. 2667 sm^{-1} — aldegid C–H uchun Fermi rezonans tebranishi.

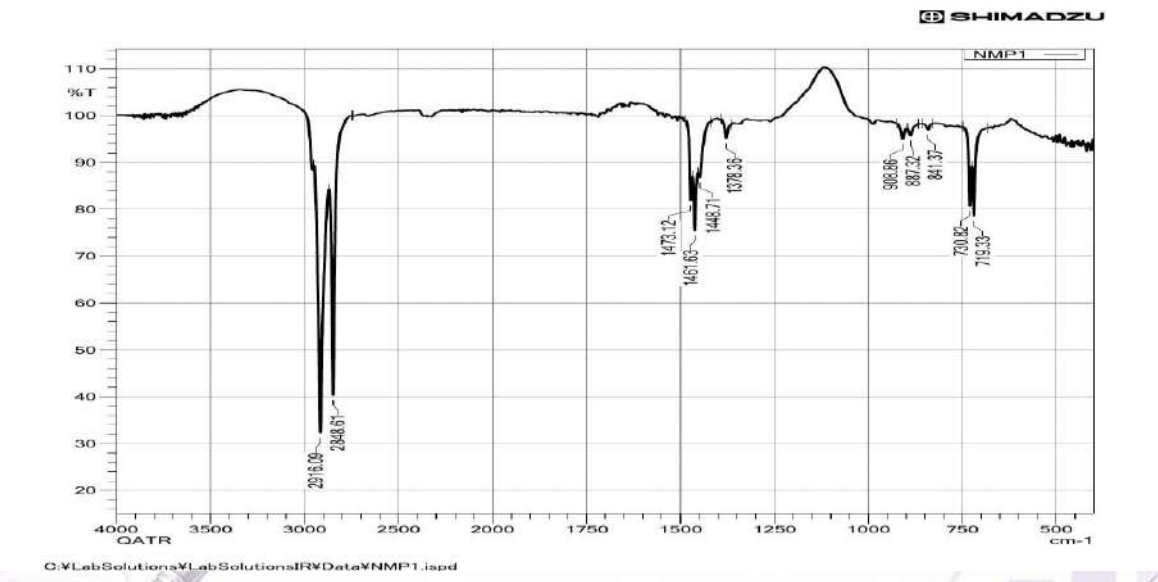
ISSN 3030-3907

1-jadval.

Suyuq fraksiyaning ATR-IQ spektridagi asosiy absorbsiya tasmalari

To‘lqin soni, sm^{-1}	Tebranish turi	Izohlash
2959	$\nu_{as}CH_3$	Metil assimetrik cho‘zilishi
2920	$\nu_{as}CH_2$ (kuchli)	Metilen assimetrik cho‘zilishi
2851	$\nu_{s}CH_2$ (kuchli)	Metilen simmetrik cho‘zilishi
2667	Fermi rezonans	Aldegid C–H (geptadeksenal)
1724	$\nu C=O$	Keton/aldegid (2-dekanon, geptadeksenal)
1448	$\delta_{as}CH_2$	Metilen egilish tebranishi
1378	$\delta_{s}CH_3$	Metil simmetrik egilishi
987	δ=CH (trans-olefin)	Trans alfa-olefin tebranishi
908	γ=CH_2 (vinylidin)	Terminal =CH_2 guruh
887	γ=CH_2 (vinilidin)	Vinilidin tip olefin
841	γ=CH	Trisubstitutlangan olefin
726	ρCH_2 (zanjir)	Uzun -$(CH_2)_n$- tebranishi, n≥4

3.2. Polimer vaks fraksiyasining IQ - spektri



2-rasm. Polimer vaks fraksiyasining ATR-IQ spektri (Shimadzu QATR)

Polimer vaks spektrida (2-rasm) 1724 sm^{-1} dagi C=O absorbsiyasi to‘liq yo‘q — bu fraksiyada keton yoki aldegid guruhlar mavjud emasligini ko‘rsatadi. 730 va 719 sm^{-1} dagi ikki komponentli dublet ortorombik kristall fazaga ega

ISSN 3030-3907

polietilanning klassik diagnostik belgisi hisoblanadi [10]. Bu dublet faqat tartibli kristall tuzilmada kuzatiladi. 1473 va 1461 sm^{-1} dagi CH_2 egilish tebranishlari dubleti ham kristall faza haqidagi xulosani tasdiqlaydi. CH_2 cho‘zilish tasmalari suyuq fraksiyaga nisbatan pastroq chastotada (2916/2848 vs 2920/2851 sm^{-1}) joylashgan, bu kristall muhitdagi tartibli CH_2 joylashishidan dalolat beradi [11].

2-jadval.

Polimer vaks fraksiyasining ATR-IQ spektridagi asosiy absorbsiya tasmalari

To‘lqin soni, sm^{-1}	Tebranish turi	Izohlash
2916	$\nu_{as}CH_2$ (kuchli)	Kristallik CH_2 assimetrik cho‘zilishi
2848	$\nu_{s}CH_2$ (kuchli)	Kristallik CH_2 simmetrik cho‘zilishi
1724 (yo‘q)	C=O (kuzatilmaydi)	Keton/aldegid guruh yo‘q
1473	δCH_2 (kristallik)	Ortorombik kristall faza belgisi
1461	δCH_2 (amorf)	Amorf/monoklin faza belgisi
1448	δCH_2	Aralash holat metilen tebranishi
1378	$\delta_s CH_3$	Metil egilishi
730	ρCH_2 (kristallik)	Ortorombik PE kristall fazasi — dublet I
719	ρCH_2 (kristalin)	Ortorombik PE kristall fazasi — dublet II

3.3. Ikki fraksiyani solishtirma tahlili

3-jadval.

Suyuq fraksiya va polimer vaks IQ spektrlarining solishtirmasi

Spektral belgi	Suyuq fraksiya	Polimer vaks
C=O (1724 sm^{-1})	Mavjud (o‘rtacha)	Yo‘q
Olefin tasmalari (987–841 sm^{-1})	Kuchli, bir nechta	Kuchsiz (841 sm^{-1})
CH_2 egilish mintaqasi	Bitta keng pik (1448)	Dublet (1473/1461)
Rocking mintaqasi	Bitta pik (726)	Dublet (730/719)

ISSN 3030-3907

CH_2 cho‘zilish holati	Amorf: 2920/2851	Kristalik: 2916/2848
Aldegid Fermi rezonans	Mavjud (2667 sm^{-1})	Yo‘q
Umumiy tuzilish	Amorf ko‘p komponentli	Qisman kristallik PE

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, suyuq fraksiya alfa-olefinlar, keton/aldegid va uzun zanjirli uglevodorodlar aralashmasi bo‘lib, kolloid emulsiya va surfaktant tizimlar tayyorlash uchun mos xom ashyo hisoblanadi. Polimer vaks esa asosan kristallik past molekulyar og‘irlikli polietilen bo‘lib, lyubrikant kompozitsiyalarida, qoplama va organogel tizimlarida qo‘llash imkoniyati mavjud.

4. XULOSA.

1. Polietilen ishlab chiqarish chiqindisining suyuq va qattiq vaks fraksiyalari ATR-IQ spektroskopiyasi usulida muvaffaqiyatli tavsiflandi.

2. Suyuq fraksiyada GC-MS bilan aniqlangan alfa-olefinlarning spektroskopik tasdiqlanishi (987, 908, 887 sm^{-1}) va keton/aldegid guruhlar (1724 sm^{-1}) aniqlandi.

3. Polimer vaks fraksiyasida 730/719 sm^{-1} dublet va 1473/1461 sm^{-1} dublet — ortorombik kristall fazaga xos polietilen belgisi sifatida qayd etildi.

4. Ikki fraksiya o‘rtasidagi asosiy farq C=O guruhining faqat suyuq fraksiyada mavjudligi va kristall tuzilmaning faqat polimer vaksda kuzatilishida namoyon bo‘ladi.

5. Olingan IQ ma'lumotlari fraksiyalar asosida kolloid tizimlar yaratish va ularning xossalarini o‘rganish bo‘yicha keyingi tadqiqotlar uchun asosiy spektroskopik ma'lumotnoma bazasini tashkil etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. PlasticsEurope. Plastics – the Facts 2023. Brussels, 2023. 48 p.
2. Albizzati E., Giannini U., Collina G. et al. Polypropylene handbook. Hanser, Munich, 1996. P. 11–111.
3. Anastas P.T., Warner J.C. Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford University Press, 1998. 152 p.
4. Griffiths P.R., de Haseth J.A. Fourier Transform Infrared Spectrometry. 2nd ed. Wiley, 2007. 560 p.
5. Mirabella F.M. (ed.) Internal Reflection Spectroscopy. Marcel Dekker, New York, 1993. 336 p.
6. Pavia D.L., Lampman G.M., Kriz G.S., Vyvyan J.R. Introduction to Spectroscopy. 5th ed. Cengage, 2015. 768 p.
7. Colthup N.B., Daly L.H., Wiberley S.E. Introduction to Infrared and Raman Spectroscopy. 3rd ed. Academic Press, 1990. 547 p.

ISSN 3030-3907

8. Lin-Vien D. et al. The Handbook of IR and Raman Characteristic Frequencies. Academic Press, 1991. 503 p.
9. Krimm S., Liang C.Y., Sutherland G.B.B.M. IR Spectra of High Polymers. II. Polyethylene // J. Chem. Phys. 1956. Vol. 25. P. 549.
10. Snyder R.G., Strauss H.L., Elliger C.A. C–H Stretching Modes of n-Alkyl Chains // J. Phys. Chem. 1982. Vol. 86. P. 5145–5150.

ISSN 3030-3907

YORUG`LIK HODISALARINI ILMIYLIK VA KO`RGAZMALILIK

Avulova Zamira Tursunmurodovna
Shahrisabz davlat pedagogika instituti "Tabiiy fanlar" kafedrasi Katta o'qituvchi
ORCID: 0009-0003-7560-006X
E-mail: zamiraavulova@gmail.com
Nomozova Dilnoza Mamarajab qizi
Shahrisabz davlat pedagogika instituti "Tabiiy fanlar" kafedrasi v.b.dotsenti,PhD
E-mail: nomozova23@mail.com
ORCID: 0009-0002-9330-9287
Ergashov Shaxriyor Elmurod o`g`li
Shahrisabz davlat pedagogika instituti III kurs talabasi
Yunusova Sabena Eshniyoz qizi
Shahrisabz davlat pedagogika instituti III kurs talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqola yorug'lik hodisalarining ilmiy asoslarini chuqur tahlil qiladi va ularni o'rganishda ilmiylik tamoyillariga rioya qilishning ahamiyatini yoritadi. Unda yorug'lik hodisalarini ta'lim jarayonida samarali va tushunarli tarzda ko'rgazmali namoyish etish usullari atroflicha ko'rib chiqiladi. Maqola fizika o'qitish metodikasini takomillashtirishga qaratilgan amaliy tavsiyalar beradi. Tadqiqot natijalari yorug'lik hodisalarini o'rganishda nazariya va amaliyot uyg'unligini ta'minlashga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Yorug'lik Hodisalari, Ilmiylik, Ko'rgazmalilik, Fizika Ta'limi, Optika, Eksperiment, Didaktika, Vizualizatsiya.

Abstract. This article deeply analyzes the scientific foundations of light phenomena and highlights the importance of adhering to scientific principles in their study. It thoroughly examines effective and understandable methods for the visual demonstration of light phenomena within the educational process. The paper provides practical recommendations aimed at improving physics teaching methodology. The research findings contribute to ensuring the harmony of theory and practice in the study of light phenomena.

Keywords: Light Phenomena, Scientific Rigor, Visual Demonstration, Physics Education, Optics, Experimentation, Didactics, Visualization.

Аннотация. Данная статья глубоко анализирует научные основы явлений света и подчеркивает важность соблюдения принципов научности при их изучении. В ней подробно рассматриваются эффективные и понятные методы наглядной демонстрации световых явлений в образовательном процессе. Статья предлагает практические рекомендации, направленные на совершенствование методики преподавания физики. Результаты

исследования способствуют обеспечению гармонии теории и практики в изучении световых явлений.

Ключевые слова: Явления Света, Научность, Наглядность, Обучение Физике, Оптика, Эксперимент, Дидактика, Визуализация.

KIRISH.

Yorug‘lik hodisalari fizika fanining markaziy o‘rinlaridan birini egallab, nafaqat tabiatning fundamental qonuniyatlarini tushunishda, balki kundalik hayotimiz va zamonaviy texnologiyalar rivojida ham hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ushbu hodisalarni chuqur ilmiy asosda o‘rganish va ularni ko‘rgazmali tarzda namoyish etish ta'lim jarayonida ham, ilmiy tadqiqotlarda ham muhim ahamiyat kasb etadi. Yorug‘likning qaytishi, sinishi, difraksiyasi, interferensiyasi va polyarizatsiyasi kabi murakkab jarayonlarni ilmiy jihatdan tahlil qilish, ularning matematik modellarini yaratish va nazariy asoslarini mustahkamlash fizika ta'limining ajralmas qismidir. Shu bilan birga, bu hodisalarni amaliyotda kuzatish, eksperimental tarzda o‘rganish va vizualizatsiya qilish talabalarning mavzuni chuqur o‘zlashtirishlari, abstrakt tushunchalarni konkretlashtirishlari uchun zarurdir.

So‘nggi yillarda fizika ta'limida, xususan optika bo‘limida, innovatsion yondashuvlar va interfaol usullarni qo‘llashga alohida e'tibor qaratilmoqda. Bekmurod Xushvaqtov va uning hamkasblari tomonidan olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, optika darslarida interfaol usullardan foydalanish, shuningdek, Fresnel biprizmalari yordamida yorug‘lik interferensiyasini tushuntirish kabi ko‘rgazmali vositalar o‘quv jarayonining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Geometrik optikada muammolarni yechish ko‘nikmalarini fanlararo integratsiya orqali rivojlantirish va sferik ko‘zgular hamda tasvir hosil bo‘lishining ilmiy-nazariy asoslarini o‘rgatish ham ilmiylik va ko‘rgazmalilik sintezining yorqin namunasidir. Umumiy fizika kursining optika bo‘limidan laboratoriya ishlarining o‘quv qo‘llanmasi [1] ham ushbu yo‘nalishdagi amaliy qadamlardan biridir.

Mazkur maqola yorug‘lik hodisalarini ilmiy jihatdan tahlil qilishning zamonaviy yondashuvlarini, ularni eksperimental o‘rganish usullarini va ko‘rgazmali namoyish etish metodologiyasini atroflicha ko‘rib chiqishni maqsad qilgan. Unda ilmiylik va ko‘rgazmalilik o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni mustahkamlash, ta'lim va tadqiqot jarayonlarida ularning sintezini ta'minlash yo‘llari tahlil etiladi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI

Yorug‘lik hodisalarining ilmiy va ko‘rgazmali jihatlarini o‘rganishga bag‘ishlangan zamonaviy adabiyotlar tahlili ushbu sohadagi tadqiqotlarning chuqurligi va xilma-xilligini ko‘rsatadi. Ushbu mavzu bo‘yicha olib borilgan ishlar

ISSN 3030-3907

nafaqat yorug‘likning fundamental qonuniyatlarini tushunishga qaratilgan, balki ularni ta'lim jarayonida samarali yetkazish metodologiyasini ham qamrab oladi. So‘nggi yillarda fizika ta'limida, xususan optika bo‘limida, ilmiylik va ko‘rgazmalilik tamoyillarini uyg‘unlashtirishga qaratilgan innovatsion yondashuvlar jiddiy e'tiborga molikdir. Bu yondashuvlar abstrakt nazariyalarni konkret tajribalar va vizualizatsiyalar orqali o‘quvchilar ongiga singdirishni maqsad qiladi.

Bekmurod Xushvaqtov va uning hamkasblari tomonidan olib borilgan tadqiqotlar ushbu yo‘nalishdagi muhim qadamlardan biridir. Ular o‘z ishlarida optika darslarida "noan'anaviy o‘qitishning innovatsion asoslari"ni joriy etish orqali ilmiy tushunchalarni o‘zlashtirish samaradorligini oshirishga intilishgan. Bu yondashuv, ayniqsa, murakkab yorug‘lik hodisalarini tushuntirishda, an'anaviy usullarga nisbatan sezilarli afzalliklarga ega ekanligi ta'kidlanadi. Masalan, 2024 yilda chop etilgan ishlarida optika darslarida interfaol usullardan foydalanishning ahamiyatini ko‘rsatib, ularning o‘quvchilarning mavzuga bo‘lgan qiziqishini oshirish va tushunish darajasini chuqurlashtirishdagi rolini tahlil qilganlar. Interfaol usullar nafaqat nazariy bilimlarni mustahkamlaydi, balki talabalarga yorug‘lik hodisalarini real vaqt rejimida kuzatish va ular bilan o‘zaro aloqada bo‘lish imkoniyatini beradi, bu esa ko‘rgazmalilik tamoyilini amalda tatbiq etishning yorqin namunasidir.

Yorug‘lik interferensiyasi kabi murakkab hodisalarni tushuntirishda ko‘rgazmali vositalarning o‘rni beqiyosdir. Xushvaqtovning 2023 yildagi tadqiqotida Fresnel biprizmalari yordamida yorug‘lik interferensiyasini tushuntirish metodikasi atroflicha yoritilgan. Ushbu yondashuv, nazariy jihatdan murakkab bo‘lgan interferensiya naqshlarining hosil bo‘lish mexanizmini vizual tarzda namoyish etish orqali o‘quvchilarning mavzuni chuqur anglashiga yordam beradi. Bu yerda ilmiy tahlil (interferensiya shartlari, to‘lqinlarning superpozitsiyasi) ko‘rgazmali eksperiment (biprizma orqali hosil bo‘lgan naqshlar) bilan uyg‘unlashib, mavzuning har tomonlama o‘zlashtirilishini ta'minlaydi. Shuningdek, 2020 yilda nashr etilgan "Umumiy fizika kursining optika bo‘limidan laboratoriya ishlarining o‘quv qo‘llanmasi" ham yorug‘lik hodisalarini eksperimental tarzda o‘rganishga qaratilgan amaliy qadamdir. Bu qo‘llanma talabalarga nazariy bilimlarni amaliyotda sinab ko‘rish, o‘lchovlar o‘tkazish va natijalarni tahlil qilish orqali ilmiy tadqiqot ko‘nikmalarini rivojlantirish imkonini beradi. Laboratoriya ishlari yorug‘likning qaytishi, sinishi, difraksiyasi kabi asosiy hodisalarni bevosita kuzatish va ularning qonuniyatlarini mustaqil ravishda kashf etish uchun zarur platformani yaratadi.

Geometrik optikada muammolarni yechish ko‘nikmalarini rivojlantirishda fanlararo integratsiyaning ahamiyati ham Xushvaqtovning 2024 yildagi ishlarida

ISSN 3030-3907

ta'kidlangan. Bu yondashuv fizika, matematika va hatto informatika kabi fanlararo bilimlarni birlashtirish orqali talabalarning analitik fikrlash qobiliyatini oshiradi va murakkab optik tizimlarni tahlil qilishga tayyorlaydi. Sferik koʻzgular va tasvir hosil boʻlishining ilmiy-nazariy asoslarini oʻrgatishga bagʻishlangan tadqiqot ham ilmiylik va koʻrgazmalilik sintezining yana bir yorqin namunasidir. Bu ishda sferik koʻzgularning fokus masofasi, optik kuchi va tasvir xususiyatlari kabi nazariy tushunchalar vizual diagrammalar, chizmalar va ehtimoliy kompyuter simulyatsiyalari orqali tushuntiriladi. Bu esa abstrakt formulalarni real dunyo hodisalari bilan bogʻlashga yordam beradi.

Umuman olganda, Bekmurod Xushvaqtovning soʻnggi yillardagi tadqiqotlari yorugʻlik hodisalarini ilmiy jihatdan chuqur tahlil qilish va ularni koʻrgazmali tarzda namoyish etish metodologiyasini takomillashtirishga qaratilgan keng qamrovli yondashuvni aks ettiradi. Uning ishlari fizika ta'limida innovatsion pedagogik usullarni qoʻllash, nazariy bilimlarni amaliy koʻnikmalar bilan bogʻlash va talabalarning mavzuni har tomonlama oʻzlashtirishini ta'minlashga xizmat qiladi. Kelajakdagi tadqiqotlarida yorugʻlikning korpus-toʻlqin dualizmi kabi yanada murakkab va fundamental tushunchalarni fizika ta'limida qanday tahlil qilish masalasi koʻrib chiqilishi rejalashtirilganligi ham ushbu yoʻnalishdagi izlanishlarning davomiyligidan dalolat beradi. Bu esa yorugʻlik hodisalarining ilmiylik va koʻrgazmalilik tamoyillari asosida oʻrganilishini yanada chuqurlashtirishga xizmat qiladi. Adabiyotlar tahlili shuni koʻrsatadiki, yorugʻlik hodisalarini oʻrganishda nazariya va amaliyot, abstrakt tushunchalar va vizual namoyishlar oʻrtasidagi muvozanatni topish, ta'lim samaradorligini oshirishning asosiy omilidir.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu maqolada yorugʻlik hodisalarini ilmiy va koʻrgazmali jihatdan tahlil qilishga qaratilgan tadqiqot, sifatli (qualitative) yondashuvga asoslangan boʻlib, mavjud adabiyotlarni chuqur tahlil qilish va sintez qilish orqali amalga oshirildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi – yorugʻlik hodisalarining murakkab nazariy asoslarini ta'lim jarayonida samarali yetkazishda ilmiylik va koʻrgazmalilik tamoyillarining oʻzaro bogʻliqligini va ularning sintezini ta'minlash yoʻllarini aniqlashdir. Metodologiya, birinchi navbatda, optika ta'limi sohasidagi eng soʻnggi ilmiy nashrlarni, pedagogik yondashuvlarni va eksperimental metodikalarni tizimli ravishda koʻrib chiqishni oʻz ichiga oladi.

Adabiyotlarni tanlash jarayoni aniq mezonlarga asoslandi. Faqatgina yorugʻlik hodisalarining ilmiy tahlili, ularni eksperimental oʻrganish usullari, koʻrgazmali namoyish etish metodologiyasi hamda fizika ta'limida innovatsion pedagogik yondashuvlarga bagʻishlangan, 2020 yildan keyin chop etilgan ilmiy maqolalar, monografiyalar va oʻquv qoʻllanmalari koʻrib chiqildi. Bu vaqt oralig‘i,

ISSN 3030-3907

mavzuga oid eng zamonaviy tendentsiyalar va tadqiqot natijalarini qamrab olish imkonini berdi. Xususan, Bekmurod Xushvaqtov va uning hamkasblari tomonidan optika ta'limida interfaol usullardan foydalanish, Fresnel biprizmalari yordamida yorug‘lik interferensiyasini tushuntirish, geometrik optikada muammolarni yechish ko‘nikmalarini fanlararo integratsiya orqali rivojlantirish hamda sferik ko‘zgular va tasvir hosil bo‘lishining ilmiy-nazariy asoslarini o‘rgatish kabi ishlari alohida diqqat markazida bo‘ldi. Shuningdek, umumiy fizika kursining optika bo‘limidan laboratoriya ishlarining o‘quv qo‘llanmasi ham amaliy metodologiyaning muhim manbasi sifatida tahlil qilindi.

Tadqiqotning analitik doirasi ilmiylik va ko‘rgazmalilik tamoyillarining o‘zaro ta'sirini baholashga qaratilgan edi. Har bir o‘rganilgan metodika yoki yondashuv quyidagi jihatlar bo‘yicha tahlil qilindi:

Ilmiy asoslilik darajasi: Yorug‘lik hodisalarining fundamental qonuniyatlari, matematik modellar va nazariy tushunchalarning qanchalik chuqur va aniq yoritilganligi.

Ko‘rgazmalilik samaradorligi: Eksperimental namoyishlar, vizualizatsiya vositalari, interfaol simulyatsiyalar va boshqa amaliy usullarning mavzuni tushunishga va abstrakt tushunchalarni konkretlashtirishga qanchalik yordam berishi.

Pedagogik innovatsiyalar: An'anaviy o‘qitish usullaridan farqli o‘laroq, qanday yangi yondashuvlar qo‘llanilganligi va ularning o‘quv jarayoniga ta'siri.

Ma'lumotlarni sintez qilish bosqichida, tahlil qilingan adabiyotlardan olingan eng samarali metodlar va yondashuvlar umumlashtirildi. Bu sintez, yorug‘lik hodisalarini o‘qitishda ilmiylik va ko‘rgazmalilikni uyg‘unlashtirishning universal tamoyillarini shakllantirishga xizmat qildi. Masalan, Xushvaqtovning ishlari shuni ko‘rsatadiki, interfaol usullar va Fresnel biprizmalari kabi ko‘rgazmali vositalar nazariy bilimlarni amaliy tajriba bilan bog‘lashda muhim rol o‘ynaydi. Bu esa talabalarning mavzuga bo‘lgan qiziqishini oshiribgina qolmay, balki ularning chuqur tushunishini ham ta'minlaydi. Fanlararo integratsiya esa murakkab muammolarni yechishda turli fan sohalaridan bilimlarni qo‘llash imkoniyatini beradi, bu ham ilmiylikni amaliyot bilan bog‘lashning samarali yo‘li hisoblanadi.

Tadqiqot metodologiyasi, shuningdek, yorug‘lik hodisalarining korpus-to‘lqin dualizmi kabi yanada murakkab va fundamental tushunchalarni fizika ta'limida qanday tahlil qilish masalasiga e'tibor qaratilgan kelajakdagi izlanishlar uchun ham asos yaratadi. Bu, mavjud bilimlarni chuqurlashtirish va yangi pedagogik yondashuvlarni ishlab chiqish zaruratini ta'kidlaydi. Metodologiya doirasida, har bir hodisa (qaytish, sinish, difraksiya, interferensiya, polyarizatsiya) bo‘yicha ilmiy tahlil usullari (matematik modellar, fizik qonunlar) va ularni

ISSN 3030-3907

ko‘rgazmali namoyish etish vositalari (eksperimental qurilmalar, simulyatsiyalar, vizual diagrammalar) o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik aniqlandi.

Ushbu tadqiqotda qo‘llanilgan metodologiya, yorug‘lik hodisalarini o‘rganishda nazariya va amaliyot, abstrakt tushunchalar va vizual namoyishlar o‘rtasidagi muvozanatni topishga qaratilgan. Bu, ta'lim samaradorligini oshirishning asosiy omili sifatida qaraladi. Metodologiya, shuningdek, mavjud adabiyotlardagi bo‘shliqlarni aniqlashga va kelajakdagi tadqiqot yo‘nalishlarini belgilashga yordam berdi. Masalan, innovatsion texnologiyalarning (virtual reallik, kengaytirilgan reallik) yorug‘lik hodisalarini ko‘rgazmali namoyish etishdagi salohiyati kabi masalalar, ushbu metodologiya asosida yanada chuqur o‘rganilishi mumkin bo‘lgan yo‘nalishlar sifatida belgilandi.

Tadqiqotning cheklovlari sifatida, u asosan mavjud nashr etilgan adabiyotlarga tayanadi va empirik ma'lumotlarni (masalan, talabalar bilan o‘tkazilgan so‘rovlar yoki eksperimentlar) o‘z ichiga olmaydi. Biroq, bu metodologiya, mavjud bilimlarni tizimlashtirish, eng yaxshi amaliyotlarni aniqlash va yorug‘lik hodisalarini o‘qitishda ilmiylik va ko‘rgazmalilikni birlashtirish bo‘yicha mustahkam nazariy asos yaratish uchun yetarli hisoblanadi. Yakuniy natijada, ushbu metodologiya yorug‘lik hodisalarini o‘qitishda samaradorlikni oshirishga qaratilgan kompleks yondashuvni taklif etadi, bu esa fizika ta'limining sifatini yaxshilashga xizmat qiladi.

XULOSA.

Ushbu maqola yorug‘lik hodisalarini o‘rganishda ilmiy asoslilik va ko‘rgazmalilikning uyg‘unlashuvi muhimligini atroflicha tahlil qildi. Unda nazariy bilimlarni chuqur matematik modellar va fizik qonuniyatlar orqali tushuntirish bilan birga, ularni eksperimental kuzatuvlar, interfaol simulyatsiyalar va vizualizatsiya vositalari bilan birlashtirish zarurati ta'kidlandi. Bu sintez talabalarning abstrakt tushunchalarni konkretlashtirishiga, mavzuni har tomonlama anglashiga va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirishiga yordam beradi. Natijada, innovatsion pedagogik yondashuvlar, jumladan fanlararo integratsiya va amaliy laboratoriya ishlari fizika ta'limining samaradorligini sezilarli darajada oshirib, kelajak mutaxassislarini zamonaviy ilmiy-texnologik muammolarni yechishga tayyorlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. A. Mahmudov. *Optika bo‘limini o‘qitish metodikasi.* Toshkent: O‘qituvchi, 2022.
2. Q. Mahmudov. *Fizika va zamonaviy optik texnologiyalar*. Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.
3. U. Tolipov. *Fizika ta’limida innovatsion yondashuvlar.* Toshkent: Universitet, 2023.

ISSN 3030-3907

4. R. Xoliqov. *Fizika ta'limi tadqiqotlari: Zamonaviy yondashuvlar.* Toshkent: Tafakkur, 2023.
5. M. Ochilov. "Yorug'lik hodisalarini o'qitishda interaktiv simulyatsiyalardan foydalanish." *Fizika, matematika va informatika jurnali*, 2021, №2, 15–22-betlar.
6. Sh. Sharipov. "Virtual laboratoriyalarning optika bo'limini o'qitishdagi ahamiyati." *Pedagogik ta'lim*, 2022, №4, 40–46-betlar.
7. B. Farberman. "Tajriba asosida o'qitish orqali o'quvchilarning fizik tushunchalarini rivojlantirish." *Xalq ta'limi*, 2023, №1, 28–35-betlar.
8. A. Abduqodirov. "To'lqin optikasini o'qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalar." *Ta'lim va innovatsiya*, 2020, №3, 11–18-betlar.
9. N. Saidahmedov. "Kengaytirilgan reallik texnologiyalarining fizika ta'limidagi o'rni." *Uzluksiz ta'lim*, 2023, №2, 52–58-betlar.
10. J. Yo'ldoshev. "Kognitiv yondashuv va fizika ta'limi samaradorligi." *Ilm va ta'lim*, 2022, №5, 33–39-betlar.

ISSN 3030-3907

ЗНАЧЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЧЕПОЛОВОЙ СИСТЕМЫ В РАЗВИТИИ ВТОРИЧНОГО БЕСПЛОДИЯ У ЖЕНЩИН

Юнусова Азиза Равхматиллоевна
Ассистент кафедры акушерства и гинекологии №3 Самаркандского государственного медицинского университета
Рахмонова Азиза Шодияр кизи
Ордтнотор кафедры акушерства и гинекологии №3Самаркандского государственного медицинского университета

Аннотация. Женщины с успешными беременностями и родами в прошлом, которые в настоящее время не могут забеременеть и родить ребенка, получают диагноз «вторичное бесплодие» или «бесплодие 2 степени». Такая форма репродуктивной дисфункции может возникнуть по ряду причин: Возраст. Начиная с 30 лет, происходит постепенное угасание репродуктивной функции женщины. Это связано с истощением овариального резерва, неблагоприятными изменениями в хромосомах яйцеклеток, «накоплением» хронических болезней организма. Инфекции. Перенесенные инфекционно-воспалительные заболевания могут привести к патологическим изменениям в органах репродуктивно системы. Осложнения после абортов, выскабливаний, родов. Повреждения эндометрия матки могут нарушать процесс имплантации плодного яйца и приводить к вторичному бесплодию. Новообразования репродуктивной системы. Полипы, кисты, миомы препятствуют наступлению беременности либо являются угрозой для успешного вынашивания ребенка Иммунологическая несовместимость супругов. Иммунитет женщины может агрессивно реагировать на репродуктивные клетки мужчины, тем самым, не позволяя произойти зачатию и наступлению беременности. В этом случае говорят о наличии антиспермальных антител. В данной статье рассматриваются вопросы изучения значимости функциональных исследований мочевыделительной системы в развитии вторичного бесплодия у женщин.

Ключевые слова: вторичное бесплодие, мочеполовая система, беременность, репродуктивная функция.

Аннотация. Илгари муваффақиятли ҳомиладорлик ва туғруқни бошдан кечирган, аммо ҳозирги вақтда ҳомиладор бўла олмаётган ва фарзанд кўра олмаётган аёлларга «иккиламчи бепуштлик» ёки «II даражали бепуштлик» ташхиси қўйилади. Репродуктив функциянинг бу турдаги бузилиши қатор сабаблар туфайли юзага келиши мумкин: Ёш омиллари. 30 ёшдан кейин аёлнинг репродуктив функцияси аста-секин пасая бошлайди. Бу тухумдонлар захирасининг камайиши, тухум ҳужайралари хромосомаларидаги ноқулай

ISSN 3030-3907

ўзгаришлар ҳамда организмда сурункали касалликларнинг тўпланиши билан боғлиқ. Инфекциялар. Ўтказилган инфекцион-яллиғланиш касалликлари репродуктив тизим аъзоларида патологик ўзгаришларни келтириб чиқариши мумкин. Аборт, бачадонни қириш (кюретаж) ва туғруқдан кейинги асоратлар. Бачадон эндометрийсининг шикастланиши уруғланган тухумнинг имплантация жараёнини бузиб, иккиламчи бепуштликка олиб келиши мумкин. Репродуктив тизим ўсмалари. Полиплар, кисталар ва миомалар ҳомиладорликнинг юзага келишига тўсқинлик қилиши ёки ҳомилани муваффақиятли олиб юришга хавф туғдириши мумкин. Эр-хотиннинг иммунологик мос келмаслиги. Аёл организмининг иммун тизими эркакнинг жинсий ҳужайраларига қарши агрессив реакция билдириши натижасида уруғланиш ва ҳомиладорлик юзага келмаслиги мумкин. Бу ҳолат антиспермал антитаначалар мавжудлиги билан изоҳланади. Ушбу мақолада аёлларда иккиламчи бепуштлик ривожланишида сийдик ажратиш тизимининг функционал текширувлари аҳамиятини ўрганиш масалалари кўриб чиқилади. Калит сўзлар: иккиламчи бепуштлик, сийдик-таносил тизими, ҳомиладорлик, функционал тадқиқотлар.

Калит сузлари: Иккиламчи бепуштлик, урогенетал тизим, репродуктив функция

Annotation. Women with successful pregnancies and childbirth in the past who are currently unable to get pregnant and give birth to a child, receive a diagnosis of "secondary infertility" or "infertility of the 2nd degree". This form of reproductive dysfunction can occur for a number of reasons: Age. Starting from the age of 30, there is a gradual extinction of a woman's reproductive function. This is due to the depletion of the ovarian reserve, unfavorable changes in the chromosomes of eggs, the "accumulation" of chronic diseases of the body. Infections. Transferred infectious and inflammatory diseases can lead to pathological changes in the organs of the reproductive system. Complications after abortions, curettage, childbirth. Damage to the endometrium of the uterus can disrupt the process of implantation of the fetal egg and lead to secondary infertility. Neoplasms of the reproductive system. Polyps, cysts, fibroids prevent the onset of pregnancy or are a threat to the successful bearing of a child. Immunological incompatibility of spouses. A woman's immune system can react aggressively to a man's reproductive cells, thereby preventing conception and pregnancy from occurring. In this case, they talk about the presence of antisperm antibodies This article discusses the issues of studying the significance of functional studies of the urinary system in the development of secondary infertility in women

Keywords: secondary infertility, genitourinary system, pregnancy, reproductive function

ВВЕДЕНИЕ.

Бесплодием страдают мужчины и женщины во всем мире. Оценка распространенности данного состояния в настоящее время неточна, считается, что более 8% супружеских пар в течение репродуктивного периода сталкиваются с данной проблемой (ВОЗ, 1993). При расчете на общую популяцию это значит, что в мире насчитываются миллионы супружеских пар, для которых проблема бесплодия является причиной личных страданий и влечет за собой распад семьи.

Клинический подход к обследованию и лечению пациентов, страдающих бесплодием, достаточно сильно варьирует в различных клиниках в зависимости от применения тех или иных методов обследования (гормональный и инфекционный скрининг, УЗИ,эндоскопические методы). Во многих клиниках, занимающихся обследованиями бесплодных супружеских пар, объем проводимого обследования неодинаков. Недостаточно определены критерии, используемые в диагностике некоторых форм бесплодия, по-разному интерпретируются клинические данные, не унифицированы различные лабораторные показатели [2,9].

Существующее многообразие факторов, ответственных за нарушение репродуктивной функции, требует соблюдения стандартизированных методик обследования пациентов, критериев отбора и выбора метода терапии, что значительно повышает эффективность проводимого лечения.

Обследование пары по поводу бесплодия начинают с беседы с обоими супругами, так как репродуктивная способность у мужчин снижена в 30 – 40% случаев бесплодного брака [1,5]. Обследование супругов должно быть обеспечено консультациями сексопатолога, невропатолога, терапевта и юриста. Сроки обследования по поводу бесплодия не должны превышать 2 – 3 мес, а лечения – 2 лет с момента обращения в клинику. Супружеская пара может быть предупреждена, что средняя частота наступления беременности после лечения бесплодия не превышает 40% и колеблется от 20 до 80% в зависимости от характера нарушения репродуктивной функции. В настоящее время установлено, что после полного клинико- лабораторного обследования у 5 – 10% пар причина бесплодия остается невыясненной. При первой беседе супругам необходимо разъяснить, что без полного поэтапного обследования, только после 1 – 2 визитов к врачу не стоит рассчитывать на желаемый результат»[4,9].

Алгоритм обследования при женском бесплодии должен прежде всего включать анализ клинико-анамнестических показателей. При опросе следует обращать внимание на длительность бесплодия и связь нарушения репродуктивной функции с какими-либо факторами. Необходимо подробно

ISSN 3030-3907

описывать характер менструальной функции, изменение массы тела за короткий период времени, наличие выделений из молочных желез. Кроме того, учитывается и психологическая ситуация в семье.

Большое внимание уделяется перенесенным ранее заболеваниям, оперативным вмешательствам, поскольку наличие в прошлом любых гинекологических операций – по поводу кист яичников, внематочной беременности, хирургического лечения шейки матки, аборта, осложненного течения родов – может стать причиной бесплодия. Следует выяснить, были ли диагностированы у женщины заболевания, передающиеся половым путем (хламидиоз, уреаплазмоз, гонорея, вирусная инфекция и др.), поскольку известна их роль в развитии приобретенной патологии маточных труб [3,7].

В исследованиях ВОЗ (1993) отмечалось, что практически у половины женщин, обследованных по поводу бесплодия, воспалительные процессы гениталий были гонококковой этиологии, у остальных выявлялись хламидийная, микоплазменная, вирусная и другие неспецифические инфекции[6,8]. Распространенность хламидийной инфекции резко повысилась за последние годы. Это связано частично с широким внедрением более точных методов выявления возбудителя, но и отражает высокий уровень инфицированности.

Цель исследования. Изучить важность функционального исследования мочеполовой системы в развитии вторичного бесплодия у женщин и соотнести его с современными методами.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Для выполнения поставленной перед нами задачи мы отобрали в общей сложности 150 пациентов с развитием вторичного бесплодия и имеющих проблемы с мочевыделительной системой, а также отобрали 20 здоровых добровольцев для сравнения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ. Доля женщин с патологией мочевыводящих путей в со ставе больных бесплодием достигает 37%, причем половина из них - женщины старше 40 лет. Наблюдается четкая тенденция к увеличению числа женщин, страдающих этой патологией, обращающихся за лечением бесплодия. Основными причинами лечения бесплодия у женщин с патологией мочевыделительной системы являются повторный брак и отсутствие адекватной медицинской помощи (42 и 40%) при своевременном лечении пациенток. Женщины с этой системной патологией чувствуют себя относительно комфортно с точки зрения социально-экономического статуса, образования, уровня доходов и материальной обеспеченности. Функциональная активность репродуктивной системы определяется состоянием овариального резерва пациенток, их маркерами являются

ISSN 3030-3907

продолжительность менструального цикла, уровни ФСГ и АМГ, размер яичников и количество антральных фолликулов в них; в то же время нормальный овариальный резерв характеризуется регулярным менструальным циклом продолжительностью 28-30 дней, яичники не менее 5 см3, количество антральных фолликулов в них не менее 5 в каждом; при уменьшении резервов яичников уменьшается менструальный цикл, повышается уровень ФСГ, снижаются значения ингибиторов В и АМГ, уменьшается объем яичников, уменьшается количество антральных фолликулов в них. Наиболее точным признаком из всех биохимических показателей, отражающим состояние овариального резерва и прогнозирующим снижение и потерю функции репродуктивной системы, является концентрация АМГ в сыворотке крови. Состояние овариального резерва связано с возрастом пациенток. У женщин в возрасте до 40 лет нормальный овариальный резерв составлял 75%, только в 22% случаев в возрасте от 40 до 45 лет, и у всех пациенток старше трех лет и 45 лет овариальный резерв был снижен или был обнаружен очень незначительно. Исключение составляют пациентки с эндокринной патологией: старение яичников при ПСО задерживается почти на 10 лет, по сравнению со сверстниками с овуляторным менструальным циклом, при первичном гипогонадотропном гипогонадизме параметры овариального резерва не меняются в течение жизни женщины. У женщин с патологией мочевыделительной системы с эндометриоидными кистами яичников тактика лечения бесплодия определяется размерами кист и состоянием овариального резерва пациентки. При наличии эндометриоидных кист размером до 3 см художественные программы без предоперационного лечения приводят к беременности у 24% женщин.

Хирургическое лечение миомы матки небольших размеров, не деформирующей полость у женщин позднего репродуктивного возраста, приводит к ухудшению параметров овариального резерва во время послеоперационной реабилитации в течение 8-12 месяцев, что снижает эффективность лечения бесплодия после двух и более раз. Проведение художественных программ у женщин с миоматозными узлами, которые не разрывают полость матки, эффективно у 25% пациенток. Эффективность художественных программ у женщин позднего репродуктивного возраста определяется не характером схем стимуляции яичников и эмбриологическими предпочтениями, а состоянием резерва яичников. В программах АРТ у пациенток позднего репродуктивного возраста с нормальными овариальными резервами достигает 11%, при этом только у 29% овариальных резервов снижается частота наступления беременности. У

ISSN 3030-3907

пациенток с очень низким овариальным резервом лечение бесплодия с использованием их яйцеклеток неэффективно. Среди пациенток позднего репродуктивного возраста очень низкий уровень и половина пациенток со сниженными резервами яичников должны использовать донорские яйцеклетки для выполнения репродуктивной функции у всех женщин. Возраст 42 года очень важен для получения их яйцеклеток в программах ВРТ. Частота репродуктивных потерь у женщин позднего репродуктивного возраста составляет 30%, они достигают беременности с помощью методов ВРТ, хотя частота неонатальных осложнений и пороков развития рожденных детей не превышает популяционную норму во время беременности.

ВЫВОД. Для клинической практики рекомендуется комплекс лечебно-диагностических мероприятий, который оценивает состояние репродуктивной системы у женщин с патологией мочевыводящих путей. Разработаны и рекомендованы к применению в клинической практике методы оценки овариального резерва у женщин с бесплодием, позволяющие прогнозировать перспективы реализации репродуктивной функции. Были определены показатели нормального, сниженного и крайне низкого овариального резерва. Исследования показали, что включение параметров оценки функциональных возможностей яичников в алгоритм обследования пациенток с бесплодием позволяет повысить эффективность и безопасность лечения. Снижение функционального резерва яичников, способствующее выявлению аниклаша, позволяет избежать необоснованных диагностических и терапевтических мер

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев П.А. Анемический синдром в клинической практике. - М.: Наука, 2001. - 165 с. 2. Гланц С. Медико-биологическая статистика. - М.: Практика, 1998. – 459 с.

2. Елкманн Е., Фандрей Я., Пагел Х. Ингибирование продукции эритропоэтина провоспалительными цитокинами // Гематология и трансфузиология. - 1997. - Т. 42. - № 1. - С. 16-19

3. Кулаков В.И., Маргиани Ф.А., Назаренко Т.А. Структура женского бесплодия и прогноз восстановления репродуктивной функции при использовании современных эндоскопических методов // Акушерство и гинекология. - 2001. - № 3. - С. 33-39.

4. Луговская С.А. [и др.]. Лабораторная гематология. - М.: Наука, 2006. - 150 с.

5. Сметник В.П., Тумилович Л.Г. Неоперативная гинекология: руководство для врачей. - М.: ООО МИА, 2000. - 592 с.

ISSN 3030-3907

6. Яглов В.В. Воспалительные заболевания органов малого таза // Гинекология. - 2001. - Т. 1. - № 3. - С. 12-14.
7. Nemeth E., Valore E.V., Territo M. Hepcidin a putative mediator of anemiaof inflammation is a type II acutephaseprotein // Blood. - 2003. - Vol. 101. - P. 2461-2463.
8. Watanabe K., Kawai Y., Takeuchi K., Shimizi N. Reticulocyte maturity as an indicator for estimating qualitative abnormality of erythropoiesis // Journal of Clinical Parhtology. -1994. - Vol. 47. - P. 736-739. 10. Weiss G., Goodnough L.T. Anemia of Chronic Disease // New. Eng. J. Med - 2005. - Vol. 352. - № 10. - P. 1011-1023.

ISSN 3030-3907

UDC: 616.322-002:578.825.12:578.825.11

PREVALENCE AND ETIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CYTOMEGALOVIRUS AND EPSTEIN–BARR VIRUS INFECTIONS IN CHILDREN WITH PHARYNGEAL TONSIL PATHOLOGY

Gulnoza Rustamovna Rustamova
PhD, Associate Professor, Department of Pediatrics and Medical Genetics No. 3 Samarkand State Medical University
E-mail: rustamovagulnoza85@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0680-9965
Samarkand, Uzbekistan

Abstract. In recent years, particular attention has been paid to studying the role of herpesvirus infections in the development of chronic pathologies of the lymphoid pharyngeal ring. Among these, cytomegalovirus infection (CMVI) and Epstein–Barr virus (EBV) are considered to be of major clinical significance. These viruses demonstrate a strong tropism for lymphoid tissue and are capable of long-term persistence in the human body. Prolonged persistence of these viruses contributes to the maintenance of chronic inflammatory processes and the development of hypertrophic changes in the pharyngeal tonsil.

Keywords: cytomegalovirus infection, Epstein–Barr virus, pharyngeal tonsil, adenoid hypertrophy, chronic adenoiditis, herpesvirus infections, children, infection status, PCR diagnostics, ENT pathology.

Аннотация. В последние годы возрастает интерес к изучению влияния герпесвирусных инфекций на развитие хронических заболеваний лимфоидного глоточного кольца. Особое клиническое значение среди них имеют цитомегаловирус (ЦМВ) и вирус Эпштейна–Барр (ВЭБ), характеризующиеся высокой тропностью к лимфоидной ткани и способностью длительно сохраняться в организме человека. Персистенция данных вирусов способствует поддержанию хронического воспаления и развитию гипертрофических изменений глоточной миндалины.

Ключевые слова: цитомегаловирусная инфекция, вирус Эпштейна–Барр, глоточная миндалина, гипертрофия аденоидов, хронический аденоидит, герпесвирусы, детский возраст, вирусная инфицированность, полимеразная цепная реакция, оториноларингологическая патология.

Аннотация. Кейинги йилларда лимфоид ҳалқум ҳалқасининг сурункали касалликлари ривожланишида герпесвирус инфекцияларининг аҳамиятини ўрганишга қизиқиш тобора ортиб бормоқда. Бу гуруҳ ичида цитомегаловирус инфекцияси (ЦМВИ) ҳамда Эпштейн–Барр вируси (ЭББ) алоҳида клиник аҳамият касб этади. Ушбу вируслар лимфоид тўқималарга юқори даражада тропликка эга бўлиб, инсон организмида узоқ вақт давомида сақланиб қолиш

хусусияти билан ажралиб туради. Вирусларнинг давомли персистенцияси яллиғланиш жараёнининг узоқ муддат сақланишига ҳамда ҳалқум бодомчасида гипертрофик ўзгаришларнинг ривожланишига замин яратади.

Калит сўзлар: цитомегаловирус инфекцияси, Эпштейн–Барр вируси, ҳалқум бодомчаси, аденоид гипертрофияси, сурункали аденоидит, герпесвирус инфекциялари, болалар, вирус билан инфицирланганлик, ПЦР диагностикаси, оториноларингологик патология.

INTRODUCTION.

To determine the prevalence of CMVI and EBV infection, polymerase chain reaction (PCR) analysis of oropharyngeal swabs was performed in children with different degrees of adenoid hypertrophy. The results are presented in Table 1.

Table 1.

Prevalence of CMVI and EBV Infection According to the Degree of Adenoid Hypertrophy

Infection	Grade I n (%)	Grade II n (%)	Grade III n (%)	Statistical Significance
CMVI (n=37)	4 (5.3)	24 (31.6)	9 (11.8)	$p_1<0.00001$; $p_2<0.0001$
EBV (n=27)	5 (6.7)	19 (25.0)	3 (3.9)	$p_1<0.000001$; $p_2<0.005$
CMVI + EBV (n=12)	2 (2.6)	9 (11.9)	1 (1.3)	$p_1<0.05$; $p_2<0.0001$

Note: p indicates the significance of differences between groups.

Analysis of the obtained data demonstrated that the highest prevalence of CMVI, EBV, and mixed infection was observed in patients with grade II adenoid hypertrophy. The detected differences were statistically significant ($p<0.05$), suggesting an important role of herpesvirus infection in the pathogenesis of hypertrophic changes of the pharyngeal tonsil.

Microbiological Characteristics in Chronic Tonsillitis

Microbiological examination was performed in 65 patients with chronic tonsillitis. In 11 children, the analysis was not conducted because of previous antibacterial therapy that could have influenced bacteriological findings.

The results are presented in Table 2.

Table 2.

Microbial Composition in Children with Chronic Tonsillitis (n=65)

Microorganism	n	%
Staphylococcus aureus	15	23.5
Streptococcus pneumoniae	12	18.4

ISSN 3030-3907

Haemophilus influenzae	8	12.3
Candida spp.	7	10.7
Staphylococcus epidermidis	2	3.0
Streptococcus pyogenes	2	3.0
Mixed flora	10	15.3
No growth	9	13.8

The analysis demonstrated that *Staphylococcus aureus* and *Streptococcus pneumoniae* predominated in the microbial landscape of chronic tonsillitis, accounting for 23.5% and 18.4% of cases, respectively. These findings indicate the leading role of opportunistic bacterial flora in maintaining chronic inflammation of the palatine tonsils.

Microflora in Chronic Adenoiditis

Microbiological examination of nasopharyngeal samples was performed in 35 patients with chronic adenoiditis. The results are presented in Table 3.

Table 3.

Microbial Composition in Children with Chronic Adenoiditis (n=35)

Microorganism	n	%
Streptococcus pneumoniae	9	25.8
Staphylococcus aureus	6	17.2
Haemophilus influenzae	3	8.6
Streptococcus pyogenes	2	5.7
Candida spp.	2	5.7
Staphylococcus epidermidis	1	2.8
Mixed flora	5	14.2
No growth	7	20.0

It was established that *Streptococcus pneumoniae* and *Staphylococcus aureus* were the predominant microorganisms in chronic adenoiditis. These findings confirm the similarity between the microbiological profiles of chronic adenoiditis and chronic tonsillitis, suggesting common pathogenetic mechanisms of these diseases.

Relationship Between Microflora and the Degree of Adenoid Hypertrophy

To assess the influence of adenoid hypertrophy severity on microbial colonization, a comparative analysis of microflora composition was conducted. The results are presented in Table 4.

Table 4.

Microbial Composition According to the Degree of Adenoid Hypertrophy

Microflora	Grade I (n=7)	Grade II (n=23)	Grade III (n=5)

ISSN 3030-3907

S. pneumoniae	0	7	2
S. aureus	1	1	4
H. influenzae	0	2	1
S. epidermidis	1	0	0
S. pyogenes	0	2	0
Candida spp.	0	1	1
No growth	4	1	2
Mixed flora	4	1	0

The results demonstrated that the most pronounced microbial colonization was observed in patients with grade II adenoid hypertrophy. In grade III hypertrophy, an increased prevalence of *S. aureus* was noted, which may indicate a more pronounced chronic inflammatory process.

Cytological Characteristics of Nasopharyngeal Smears

Cytological examination of nasopharyngeal smears was performed to assess inflammatory activity and local immune response. The results are presented in Table 5.

Table 5.

Cellular Composition of Nasopharyngeal Smears

Parameter	Control (n=22)	Grade I (n=16)	Grade II (n=18)	Grade III (n=18)
Neutrophils, %	73.0±9.2	48.0±5.46*	45.2±4.25*	38.0±2.06*
Eosinophils, %	3.7±0.04	4.8±0.22*	6.4±0.89*	3.1±0.03*
Monocytes, %	9.9±1.01	11.8±2.28	11.4±0.65	6.4±0.71*
Lymphocytes, %	18.5	56.4±4.14*	61.6±1.23*	51.2±4.27*

*Note: *$p<0.05$ compared with the control group.*

Analysis of the cellular composition revealed a statistically significant decrease in neutrophil counts and an increase in lymphocyte levels compared with the control group. These changes indicate activation of adaptive immunity and chronic inflammation. The increased eosinophil count, particularly in grade II adenoid hypertrophy, may suggest the involvement of allergic mechanisms in disease pathogenesis.

REFERENCES

1. Mukhamadieva L.A., Rustamova G.R., Kudratova Z.E. Immediate results of complex treatment of children with chronic tonsillitis and chronic adenoiditis associated with CMV and EBV. *Western European Journal of Medicine and Medical Science*. 2024;2(5):20–24.
2. Kozlov V.S. *Chronic Tonsillitis in Children*. Moscow: Meditsina; 2018. 256 p.

ISSN 3030-3907

3. Palchun V.T., Magomedov M.M. *Otorhinolaryngology*. Moscow: GEOTAR-Media; 2020. 480 p.
4. Cohen J.I. Epstein–Barr virus infection. *New England Journal of Medicine*. 2000;343:481–492.
5. Mocarski E.S. Cytomegaloviruses. In: *Fields Virology*. 2013. p. 1960–2014.

ISSN 3030-3907

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ ТЕПЛИЦЫ ЗА С ЧЕТ УВЕЛИЧЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛА, НАКАПЛИВАЕМОГО В ТЕПЛОАККУМУЛЯТОРЕ

Садыков Жамал Джаббарович

Старший преподаватель, «Каршинский государственный технический у ниверситет»

Аннотация. Проведённое теоретическое исследование показывает, что основными геометрическими и энергетическими характеристиками солнечных теплиц являются коэффициенты ограждения и аккумулирования тепла. Поступление солнечной радиации практически мало зависит от угла падения лучей на прозрачные поверхности, в основном зависит от площади поверхности прозрачного ограждения. Количество тепла, аккумулируемое в тепловом аккумуляторе, определяется его теплоаккумулирующей эффективностью: материал, способность поглощения солнечной радиации, объем, место расположения. При достаточных значениях массы теплоаккумулирующих элементов вся или почти вся улавливаемая теплоаккумулирующими элементами солнечная энергия полезно используется, устраняется перегрев в теплице, суточные колебания температуры воздуха в теплице сглаживаются.

Ключевые слова: солнечная теплица, солнечная радиация, аккумуляция, теплоотдача, теплопроводность, коэффициент теплопередачи.

Abstract. The conducted theoretical study shows that the main geometric and energy characteristics of solar greenhouses are the enclosure and heat accumulation coefficients. The influx of solar radiation depends little on the angle of incidence of the rays on transparent surfaces, and mainly depends on the surface area of the transparent fence. The amount of heat accumulated in a heat accumulator is determined by its heat-storing efficiency: material, ability to absorb solar radiation, place location. With sufficient mass values of the heat-storing elements, all or almost all of the solar energy captured by the heat-storing elements is usefully used, overheating in the greenhouse is eliminated, and daily fluctuations in air temperature in the greenhouse are smoothed out.

Keywords: solar greenhouse, solar radiation, accumulation, heat transfer, thermal conductivity, heat transfer coefficient.

Annotatsiya. O‘tkazilgan nazariy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, quyosh issiqxonalarining asosiy geometrik va energetik xarakteristikalari issiqxonaning shaffof qoplamasi va issiqlikni akkumulyatsiyalash koeffitsiyentlari hisoblanadi. Quyosh radiatsiyasi oqimining tushishi shaffof yuzalarga nurlarning tushish burchagiga qisman bog‘liq bo‘lib asosan shaffof qoplamaning sirt maydoniga bog‘liq bo‘ladi. Issiqlik akkumulyatorida to‘plangan issiqlik miqdori uning

ISSN 3030-3907

issiqlikni akkumulyatsiyalash samaradorligi bilan belgilanadi: materiali, quyosh nurlanishini yutish qobiliyati, joylashuv o‘rni. Issiqlik saqlovchi elementlarning massa qiymatlari etarli bo‘lsa issiqlik to‘plovchi elementlar tomonidan qabul qilingan quyosh energiyasining hammasi yoki deyarli hammasi issiqxonani isitishga sarflanadi, issiqxonada haroratning ortib ketishi bartaraf etiladi va havo haroratining kunlik tebranishlari tekis taqsimlanadi.

Kalit so‘zlar: quyosh issiqxonasi, quyosh radiatsiyasi, issiqlikni akkumulyatsiyalash, issiqlik uzatish, issiqlik o‘tkazuvchanlik, issiqlik uzatish koeffitsiyenti.

ВВЕДЕНИЕ.

Энергетические потребности стран мира ежегодно возрастают. Развитие энергоснабжения и обеспечение потребностей в топливно-энергетических ресурсах достигается в настоящее время в основном за счет угля, нефти, газа и атомной энергетики. В последние годы во всем мире ведутся исследования, направленные на поиск и вовлечение в топливно-энергетический баланс новых источников энергии. Особый интерес проявляется к возобновляемым источникам энергии, таким как энергия солнца, ветра, гидроэнергия малых рек, приливная энергия и др. Солнечная энергетика относится к быстроразвивающимся отраслям науки, техники и технологии. Основу такого развития составляет создание и совершенствование высокоэффективных энергоустановок для преобразования солнечной энергии в тепловую и электрическую энергии [1,2, 8,9].

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР. В настоящее время энергосбережение и рациональное использование энергетических ресурсов в агропромышленном комплексе является актуальной проблемой для многих предприятий отрасли. Высокая энергоемкость сельскохозяйственной продукции, ограниченность энергетических ресурсов и высокая стоимость энергии на сегодняшний день являются основными энергетическими показателями сельскохозяйственного производства. Энерго- и ресурсосбережение являются одним из путей снижения себестоимости производимой продукции. Современный уровень развития сельскохозяйственной отрасли и состояние ее сырьевой базы требуют принципиально нового подхода к решению проблемы ее энергообеспечения, в том числе за счет использования традиционных и возобновляемых источников энергии. Основным вкладом в повышение энергоэффективности аграрной отрасли могут внести мероприятия по внедрению в агропромышленном комплексе возобновляемые источники энергии. Использование энергии возобновляемых источников энергии позволит сэкономить традиционные дефицитные энергоресурсы и улучшить

ISSN 3030-3907

экологию производства. В сельском хозяйстве существенная доля затрат топливно-энергетических ресурсов приходится на поддержание оптимальных параметров микроклимата на сельскохозяйственных зданий и сооружений, что способствует повышению продуктивности. Именно поэтому рекомендуются энергоустановки с возобновляемыми источниками энергии, в которых экономия топливно-энергетических ресурсов может составлять до 60–70 % и более [1,2, 4-9, 11,12]. Теплицы являются наиболее энергозатратными сооружениями. С повышением цен на углеводородные энергоносители, возрастает актуальность повышения их тепло-технологических показателей. Эффективность конструкции солнечной теплицы определяется её способностью аккумулировать тепло энергии солнечного излучения [4-6,10-12].

Определяющими энергетическими характеристиками солнечных теплиц являются следующие характеристики: - максимальное поступление солнечной радиации в теплицу, - минимальные тепловые потери, - максимальное аккумулирование тепла энергии солнечного излучения, прошедшего в теплицу.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ. Важнейшими геометрическими и энергетическими характеристиками солнечных теплиц являются коэффициенты ограждения K_o и аккумулирования K_a:

$$K_o = F_o / F_n ; \quad K_a = \Sigma Q_{ak} / \Sigma Q_{np} ; \qquad (1)$$

где F_o - площадь поверхности ограждения солнечной теплицы; F_n - площадь поверхности почвы теплицы; ΣQ_{ak} - количество, энергии солнечного излучения аккумулируемое в теплице; ΣQ_{np} - количество энергии солнечного излучения, входящей в солнечную теплицу.

Задачей тепловой и геометрической оптимизации солнечной теплицы является максимально эффективное сопряжение параметров коэффициентов ограждения K_o и аккумулирования K_a.

Традиционно солнечной теплицы по длине располагаются в широтном направлении [10-12]. Поверхности, воспринимающие солнечное излучение направлены на юг, северные стены и скаты теплоизолированные.

Высота теплицы от поверхности грунта до низа конструкций теплицы должна быть не менее h = 2,2 м, ширина пролета не должна превышать b = 9 м [2-4, 9-12]. Угол наклона южных прозрачных скатов определяет количество солнечной радиации, поступающей в теплицу.

Суммарная солнечная радиация, поступающая в теплицу за период инсоляции:

$$\Sigma Q_{np} = \Sigma S_{np} + \Sigma D_{np} ; \qquad (2)$$

ISSN 3030-3907

где ΣS_{np}, ΣD_{np} - сумма, прошедшей в теплицу, прямой и рассеянной солнечной радиации:

$$\Sigma S_{np} = \Sigma S_{\perp} B_s \cos i; \quad \Sigma D_{np} = \Sigma D B_d ; \qquad (3)$$

$S_{\perp}$, D - прямая и рассеянная радиация, падающая на прозрачную поверхность теплицы; B_s, B_d - коэффициенты светопропускаяния прямой и рассеянной радиации.

Поступление рассеянной радиации D практически мало зависит от угла падения лучей на прозрачные поверхности, в основном зависит от площади поверхности прозрачного ограждения. Поэтому количество прошедшей радиации является функцией прямой радиации S_{np}, падающей на поверхности прозрачного ограждения, и угла их падения i:

$$\Sigma Q_{np} = f(S_{\perp}, i) . \qquad (4)$$

Угол наклона нижнего прозрачного ската принимается в пределах $\rho = 45^{o}…60^{o}$ [2,11,12]. Как показывают расчеты, при углах наклона до $\rho = 60^{o}$ поступление солнечной радиации за отопительный сезон возрастает, при углах выше $\rho = 65^{o}$ - падает (рис. 1).

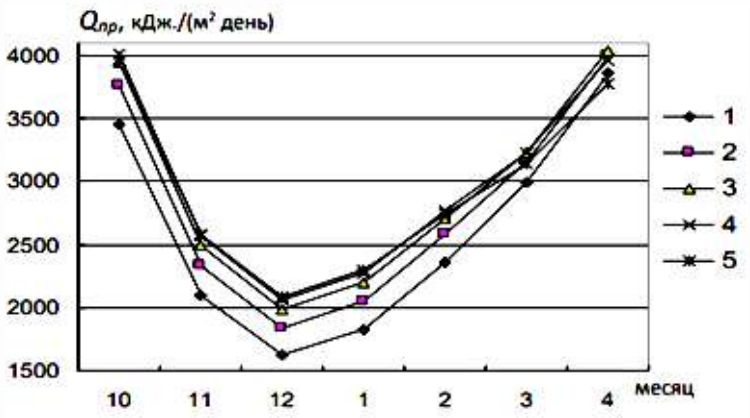


Рис.1. Среднемесячная суммарная солнечная радиация, поступающая в теплицу на перпендикулярную лучам поверхность Q_{np} в зависимости от угла наклона южного ската ρ:

$1 – \rho = 30^{o}$; $2 – \rho = 40^{o}$; $3 – \rho = 50^{o}$; $4 – \rho = 60^{o}$; $5 – \rho = 70^{o}$

Для условий Кашкадарьинской области наиболее оптимальным является $\rho = 60^{o}$. Угол наклона верхнего южного ската принимается в пределах.

$$\rho_1 = 25^{o}…50^{o} \text{ [4-6, 11].}$$

Определим изменение коэффициента ограждения K_o в зависимости от геометрических параметров теплицы. Принимаем постоянные значения $h = 2{,}2$ м; $\rho = 60^{o}$, $\rho_1 = 30^{o}$. Переменные величины: ширина пролета $b = 3…7$ м, длина теплицы $l = 10…30$ м.

Коэффициент ограждения будет определяться по формуле:

ISSN 3030-3907

$$K_o = \frac{(h + b/\cos\rho_1 + h/\sin\rho)\cdot l + 2hb + b^2/(2ctg\rho_1) + h^2 ctg\rho}{(b + h\cdot ctg\rho)\cdot l} \quad ; \quad (5)$$

где h, b, l - высота, ширина пролета и длина теплицы; ρ, ρ_1 - углы наклона нижнего и верхнего южных прозрачных скатов.

Как видно из рис. 2, с увеличением ширины пролета теплицы в пределах b = 5…6 м, коэффициент ограждения K_o резко падает. Увеличение длины теплицы более l = 26…28 м мало изменяет значения K_o.

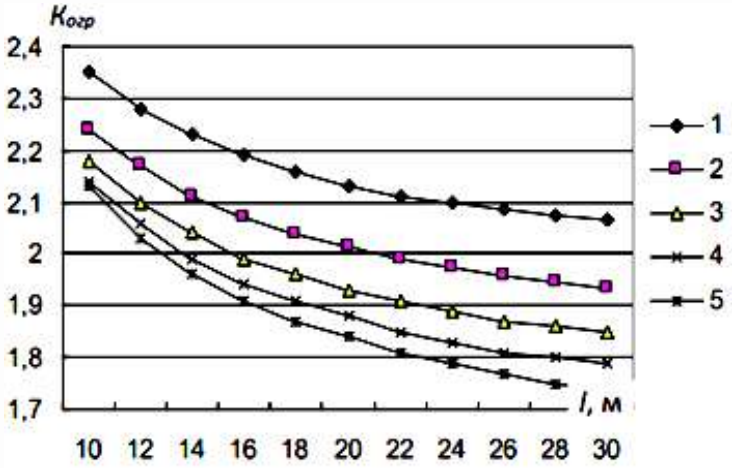


Рис. 2. Изменение коэффициента ограждения K_o в зависимости от ширины пролёта b и длины теплицы l:

1- b = 3 м; 2- b = 4 м; 3- b = 5 м; 4- b = 6 м; 5 – b = 7 м

Таким образом, в первом приближении, можно рекомендовать ширину пролета $b \geq 6$ м, длину теплицы $l \geq 25$ м.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ. Определим изменение коэффициента ограждения K_o в зависимости от угла ρ_1 в предалах ρ_1 = 25°…50°. Принимаем высоту скатов h_1 постоянной (не зависимо от угла ρ_1) при ρ_1 = 30°, которая определяется по формуле:

$$h_1 = \frac{b}{2}\cdot tg\rho_1 = \frac{b}{2}\cdot tg30^o = \frac{b}{2}\cdot 0{,}577\,. \quad (6)$$

В этом случае коэффициент ограждения:

$$K_o = \frac{\left(h + \sqrt{h_1^2 + (b - h_1/tg\rho_1)^2} + h/\cos\rho_1 + h/\cos\rho\right)\cdot l + 2hb + h_1 b + h^2 ctg\rho}{(b + h\cdot ctg\rho)\cdot l} \quad . (7)$$

Как видно из таблицы 1, с изменением угла ρ_1 коэффициент ограждения K_o изменяется незначительно. Наименьшее значение K_o при ρ_1 = 30°, наибольшее - при ρ_1 = 50°. Таблица 1. Изменение коэффициента ограждения K_o в зависимости от угла наклона ρ_1 при b = 6 м, l = 25 м.

ρ_1, град	25	30	35	40	45	50
K_o	1,827	1,822	1,825	1,831	1,84	1,85

ISSN 3030-3907

Для полной геометрической и тепловой характеристики гелиотеплицы, рассмотрим влияние угла наклона ρ_1 верхнего южного ската на соотношение суммы прошедшей солнечной радиации ΣQ_{np} и тепловых потерь ΣQ_{mn} в теплице. С увеличением угла наклона ρ_1 южного ската *1* поступление среднемесячной суммарной солнечной радиации Q_{np} падает пропорционально росту угла наклона ρ_1 (рис. 3).

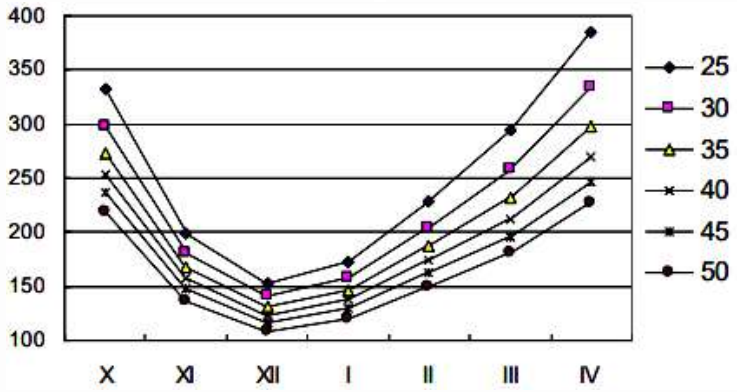


Рис. 3. Среднемесячная суммарная солнечная радиация Q_{np}, поступающая через южный скат 1 при ρ_1 = 25°…50°.

Суммарные теплопотери через верхние скаты определяются суммой теплопотерь через скаты 1 и 3:

$$\Sigma Q_{mn} = \Sigma Q_{m1} + \Sigma Q_{m3}; \qquad (8)$$

Теплопотери через скаты 1 и 3 определяются по формуле:

$$\Sigma Q_{mi} = K_i (t_в - t_н) F_i \tau; \qquad (9)$$

где K - коэффициент теплопередачи; F - площадь поверхности ската; $t_в$, $t_н$ - температура внутреннего и наружного воздуха; τ - время; i = 1 и 3 скаты.

Коэффициент теплопередачи K через ограждения, температуры внутреннего $t_в$ и наружного $t_н$ воздуха не зависят от угла наклона ρ_1 ската 1. Стеклянные скаты 1 имеют значительно больший коэффициент теплопередачи, чем непрозрачные скаты 3. Поэтому с увеличением ширины b_1 для ската 1 суммарные теплопотери ΣQ_{mn} возрастают, с увеличением ширины b_3 для ската 3 - падают. Соотношение теплопотерь через скаты можно представить в следующем виде:

$$B_1 = \frac{K_1 \cdot b_1}{K_1 \cdot b_1 + K_3 \cdot b_3}; \quad B_3 = \frac{K_3 \cdot b_3}{K_1 \cdot b_1 + K_3 \cdot b_3}. \qquad (10)$$

На рис. 4 показаны графики изменения доли теплопотерь B_1 и B_3 через верхние скаты в зависимости от угла наклона южного ската ρ_1 при средних коэффициентах теплопередачи K_1 = 6,4 Вт/(м^2 К) и K_3 = 3…4 Вт/(м^2 К).

ISSN 3030-3907

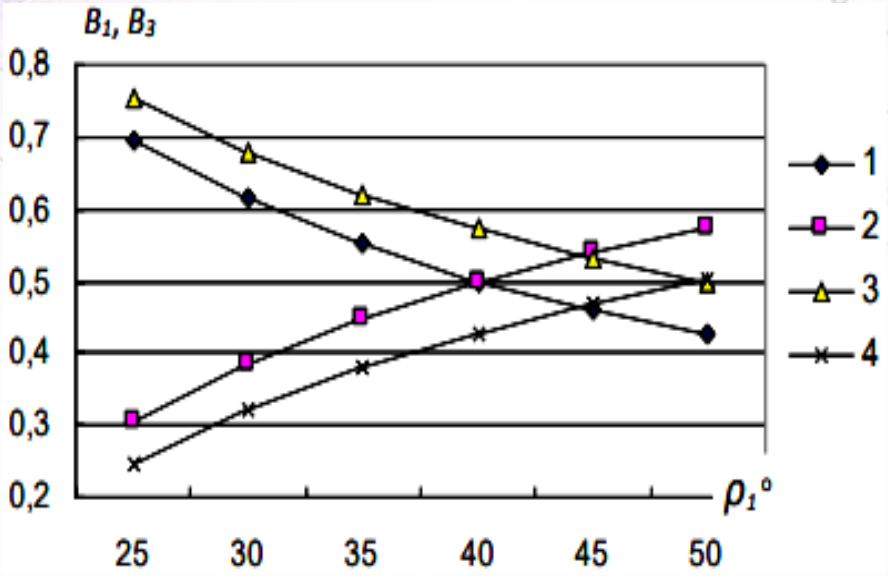


Рис. 4. Изменение доли теплопотерь B_1 и B_3 через верхние скаты в зависимости от угла наклона южного ската ρ_1:

1–южный скат 1 и 2-северный скат 3 при K_3 = 4 Вт/(м^2 К);

3–южный скат 1 и 4-северный скат 3 при K_3 = 3 Вт/(м^2 К)

Доли теплопотерь B_1 и B_3 изменяются пропорционально увеличению угла наклона ρ_1 (B_1 - падает; B_3 - возрастает). С ростом коэффициента теплопередачи K_3 доля теплопотерь B_3 - падает. Функции B_1 (B_3) = f (ρ_1) не имеют точек экстремумов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Таким образом, анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы. В качестве оптимального варианта геометрии солнечной теплицы можно рекомендовать параметры (рис. 1): ширина пролета. $b \geq 6$ м; длина теплицы $l \geq 25$ м; высота несущих конструкций h = 2,2 м; угол наклона нижнего южного ската ρ = 60^o; угол наклона верхнего южного ската ρ_1 = 30^o.

Количество тепла, аккумулируемого в конструкции теплицы:

$$\Sigma Q_{ак} = \Sigma Q_{пр} - \Sigma Q_{тп}\ ; \qquad (11)$$

где $\Sigma Q_{тп}$ - теплопотери в теплице.

Тепло, аккумулированное в теплице, выражается следующей суммой

$$\Sigma Q_{ак} = \Sigma Q_{ка} + \Sigma Q_{та}\ ; \qquad (12)$$

где $\Sigma Q_{ка}$, $\Sigma Q_{та}$ - тепло аккумулируемое в конструкции теплицы и тепловом аккумуляторе. Тепло аккумулируемое за период инсоляции в конструкции теплицы $\Sigma Q_{ка}$ определяется площадью поверхности грунта и наличием больших массивов в ограждении теплицы. Количество тепла, аккумулируемое в тепловом аккумуляторе, определяется его теплоаккумулирующей эффективностью: материал, способность поглощения солнечной радиации, объем, место расположения.

ISSN 3030-3907

В первом приближении требуемый суммарный объём теплоаккумулирующих элементов можно определить из соотношения [4]:

$$V_a = C_{ya} F_n / C_p ;$$

где C_{ya} - удельная теплоемкость теплового аккумулятора, отнесённая к 1 м^2 площади прозрачного ограждения, Дж/(м^2 К).

Для теплоаккумулирующих элементов V_a из емкостей с водой при удельной теплоёмкости воды C_p=4186 кДж/(м^3 К) и C_{ya}=620 кДж/(м^2 К) [4], при площади поверхности прозрачного ограждения F_n=150 м^2 , объем теплоаккумулирующих элементов составляет V_a= 22,2 м^3 .

При достаточных значениях массы теплоаккумулирующих элементов вся или почти вся улавливаемая теплоаккумулирующими элементами солнечная энергия полезно используется, устраняется перегрев в теплице, суточные колебания температуры воздуха в теплице сглаживаются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авезова Н.Р., Садыков Ж.Д. Влияние термического сопротивления коллекторно-аккумулирующей стены пассивных систем солнечного отопления на их коэффициент замещения тепловой нагрузки. // Гелиотехника. 2012. №1. С.47-53.
2. Амерханов Р.А. Оптимизация сельскохозяйственных энергетических установок с использованием возобновляемых видов энергии / Р.А. Амерханов. М.: Колос, 2003. 532 с.
3. Богословский В.Н. Строительная теплофизика. –М.: Высшая школа, 1982, 415 с.
4. Вардияшвили А.Б. Теплообмен и гидродинамика в комбинированных солнечных теплицах с субстратом и аккумулированием тепла. –Ташкент: Фан, 1990, 196 с.
5. Ким В.Д., Дусяров А.С., Ким В.В. Определение коэффициента конвективной теплоотдачи на внешних поверхностях гелиоустановок //Гелиотехника. –Ташкент: Фан, 2004, №2, С. 27-30.
6. Ким В.Д., Хайриддинов Б.Э., Холлиев Б.Ч. Радиционные и метеорологические режимы Кашкадарьинской области. -Карши: 2000, -73 с.
7. Марченко О.В. Системные исследования эффективности возобновляемых источников энергии /О.В. Марченко, С.В. Соломин // Теплоэнергетика. 2010. № 11. С. 12–17.
8. Садыков Ж.Д., Ким В.Д., Садыков Ж.Ж. Температурный режим воздухопроницаемой коллекторно-аккумулирующей стенки пассивной системы солнечного отопления. // Гелиотехника. 2003. №3. С. 57-61.

ISSN 3030-3907

9. Садыков Ж.Д., Ким В.Д., Файзиев Т.А. О температурной стратификации воздуха в солнечных сушильных установках. Вестник Белорусского ГСХА. 2015, №3, 165-169 с.
10. Теплицы и парники. СНиП 2.10.04-85. –М.: Стройиздат, 1985.
11. Хайриддинов Б.Э, Садыков Т.А. Комбинированные гелиотеплицы-сушилки. -Ташкент: Фан, 1992, -184 с. 12. Якубов Ю.Н. Аккумулирование энергии солнечного излучения. –Ташкент: Фан, 1981, 104 с.

ISSN 3030-3907

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССНОЙ МОДЕЛИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ И ОРГАНА ПО СЕРТИФИКАЦИИ

Матякубова Парахат Майлиевна
***Доктор технических наук, профессор профессор кафедры «Метрология, техническое регулирование, стандартизация и сертификация» Ташкентский государственный технический университет имени Ислама* Каримова**
Загидуллина Карина Рафаиловна
Докторант Ташкентского государственного технического университетамени Ислама Каримова
E-mail: zkarina99r@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada ISO 9001:2015, ISO/IEC 17025:2017 va ISO/IEC 17065:2012 xalqaro standartlari asosida faoliyat yurituvchi muvofiqlikni baholash tashkilotlari uchun integratsiyalashgan sifat menejmenti tizimining (ISMT) jarayon modeli ishlab chiqilgan. Tadqiqot davomida mavjud alohida menejment tizimlarining cheklovlari aniqlangan bo‘lib, ular hujjatlar takrorlanishi, boshqaruv jarayonlarining murakkablashuvi va resurslardan foydalanish samaradorligining pasayishiga olib kelishi ko‘rsatib berilgan. Muallif tomonidan strategik boshqaruv, operatsion jarayonlar, resurs ta’minoti hamda monitoring va takomillashtirish bosqichlarini o‘z ichiga olgan to‘rt darajali ISMT modeli taklif etilgan. ISO 9001, ISO/IEC 17025 va ISO/IEC 17065 talablarini uyg‘unlashtirish asosida 14 ta integratsiyalashgan jarayon shakllantirilgan. Taklif etilgan model sinov laboratoriyasi va sertifikatlashtirish organining funksional mustaqilligini saqlagan holda yagona boshqaruv tizimini yaratish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: integratsiyalashgan sifat menejmenti tizimi, ISO 9001, ISO/IEC 17025, ISO/IEC 17065, sinov laboratoriyasi, sertifikatlashtirish organi, jarayonli yondashuv, akkreditatsiya.

Аннотация. В статье разработана процессная модель интегрированной системы менеджмента качества (ИСМК) для организаций оценки соответствия, совмещающих деятельность испытательной лаборатории и органа по сертификации. Установлено, что раздельное внедрение требований ISO 9001:2015, ISO/IEC 17025:2017 и ISO/IEC 17065:2012 приводит к дублированию управленческих процедур, увеличению объёма документации и снижению эффективности использования ресурсов. Автором предложена четырёхуровневая процессная модель ИСМК, включающая стратегическое управление, основные процессы оценки соответствия, ресурсное обеспечение, мониторинг и постоянное улучшение. На основе сравнительного анализа требований международных стандартов разработана

ISSN 3030-3907

структура из 14 интегрированных процессов, обеспечивающая единое управление системой качества при сохранении требований компетентности испытательной лаборатории и беспристрастности органа по сертификации. Разработанная модель позволяет повысить согласованность процессов, исключить дублирование документации и сформировать основу для цифровизации системы менеджмента качества организаций оценки соответствия.

Ключевые слова: интегрированная система менеджмента качества, испытательная лаборатория, орган по сертификации, ISO 9001, ISO/IEC 17025, ISO/IEC 17065, процессный подход, беспристрастность, аккредитация.

Abstract. The article develops a process model of an integrated quality management system (IQMS) for conformity assessment organizations combining the activities of a testing laboratory and a certification body. It has been established that the separate implementation of ISO 9001:2015, ISO/IEC 17025:2017 and ISO/IEC 17065:2012 requirements leads to duplication of management procedures, increased documentation volume and reduced resource efficiency. The author proposes a four-level IQMS process model including strategic management, conformity assessment processes, resource support, monitoring and continual improvement. Based on a comparative analysis of international standard requirements, a structure of 14 integrated processes was developed, ensuring unified quality management while maintaining laboratory competence and certification body impartiality. The proposed model improves process consistency, reduces duplication and provides a basis for further digitalization of quality management systems.

Keywords: integrated quality management system, ISO 9001, ISO/IEC 17025, ISO/IEC 17065, testing laboratory, certification body, process approach, accreditation.

ВВЕДЕНИЕ.

В современных условиях развития международной торговли и глобальных цепочек поставок возрастает значение организаций оценки соответствия, обеспечивающих подтверждение качества, безопасности и соответствия продукции установленным требованиям. Испытательные лаборатории и органы по сертификации являются ключевыми элементами национальной инфраструктуры качества, поскольку от достоверности результатов испытаний и объективности принимаемых решений зависит доверие потребителей, производителей и регулирующих органов.

Международные стандарты ISO 9001:2015, ISO/IEC 17025:2017 и ISO/IEC 17065:2012 устанавливают требования к различным аспектам

ISSN 3030-3907

деятельности организаций оценки соответствия. ISO 9001 формирует универсальные принципы построения системы менеджмента качества, ISO/IEC 17025 определяет требования к компетентности испытательных лабораторий, а ISO/IEC 17065 регламентирует деятельность органов по сертификации продукции.

Несмотря на наличие общих принципов управления, на практике данные стандарты часто внедряются как самостоятельные системы. Это приводит к формированию отдельных комплектов документации, повторению идентичных процедур, увеличению административной нагрузки и усложнению управления процессами. Особенно данная проблема проявляется в организациях, которые одновременно выполняют функции испытательной лаборатории и органа по сертификации.

Анализ существующих подходов к построению интегрированных систем менеджмента показывает, что большинство исследований направлено на объединение ISO 9001 с экологическими стандартами и стандартами охраны труда. При этом вопросы интеграции требований ISO 9001:2015, ISO/IEC 17025:2017 и ISO/IEC 17065:2012 применительно к организациям оценки соответствия остаются недостаточно изученными. В частности, отсутствует единая процессная модель, позволяющая объединить требования указанных стандартов при сохранении компетентности испытательной деятельности и принципа беспристрастности сертификации.

В связи с этим возникает необходимость разработки интегрированной системы менеджмента качества, основанной на процессном подходе и обеспечивающей согласованное управление деятельностью испытательной лаборатории и органа по сертификации.

Цель исследования заключается в разработке процессной модели интегрированной системы менеджмента качества организаций оценки соответствия на основе гармонизации требований ISO 9001:2015, ISO/IEC 17025:2017 и ISO/IEC 17065:2012.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- провести сравнительный анализ требований международных стандартов и определить области их интеграции;
- сформировать структуру взаимосвязанных процессов интегрированной системы менеджмента качества;
- разработать многоуровневую модель управления процессами испытательной лаборатории и органа по сертификации;
- определить механизм сохранения беспристрастности органа по сертификации в условиях единой системы управления;

ISSN 3030-3907

• предложить показатели оценки результативности функционирования интегрированной системы менеджмента качества.

Предлагаемый подход направлен на устранение дублирования процессов, повышение эффективности управления ресурсами и создание единой системы постоянного улучшения деятельности организаций оценки соответствия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Методологической основой исследования является процессный подход к построению системы менеджмента качества, предусматривающий рассмотрение деятельности организации как совокупности взаимосвязанных процессов, направленных на достижение установленных результатов.

При разработке интегрированной системы менеджмента качества использовались следующие методы исследования:

• системный анализ требований международных стандартов;

• сравнительный анализ и группировка требований ISO 9001:2015, ISO/IEC 17025:2017 и ISO/IEC 17065:2012;

• процессное моделирование деятельности организаций оценки соответствия;

• риск-ориентированный подход;

• цикл постоянного улучшения PDCA.

Первым этапом исследования являлось проведение сравнительного анализа требований трёх международных стандартов с целью определения общих и специальных элементов системы менеджмента.

В качестве критериев интеграции требований использовались:

1. Наличие одинаковой управленческой цели процесса.
2. Возможность применения единой процедуры без нарушения требований аккредитации.
3. Сохранение технической компетентности испытательной лаборатории.
4. Обеспечение беспристрастности органа по сертификации.

На основе анализа были выделены три категории требований:

1. полностью интегрируемые процессы — процессы, требования к которым совпадают во всех рассматриваемых стандартах;

2. частично интегрируемые процессы — процессы, имеющие общую управленческую основу, но требующие сохранения специальных элементов;

3. независимые процессы — процессы, которые должны оставаться функционально разделёнными из-за требований компетентности или беспристрастности.

ISSN 3030-3907

Таблица 1.

Матрица интеграции требований ISO 9001:2015, ISO/IEC 17025:2017 и ISO/IEC 17065:2012

Элемент системы менеджмента	ISO 9001:2015	ISO/IEC 17025:2017	ISO/IEC 17065:2012	Уровень интеграции
Контекст организации и заинтересованные стороны	+	+	+	Полная интеграция
Политика и цели в области качества	+	+	+	Полная интеграция
Управление документацией и записями	+	+	+	Полная интеграция
Управление компетентностью персонала	+	+	+	Полная интеграция
Управление ресурсами и инфраструктурой	+	+	+	Полная интеграция
Управление рисками и возможностями	+	+	+	Полная интеграция
Внутренний аудит	+	+	+	Полная интеграция
Анализ со стороны руководства	+	+	+	Полная интеграция
Корректирующие действия и улучшение	+	+	+	Полная интеграция
Управление оборудованием и средствами измерений	частично	+	частично	Частичная интеграция с сохранением требований ИЛ
Выбор и применение методов испытаний	-	+	-	Специализированный процесс ИЛ

ISSN 3030-3907

Обеспечение достоверности результатов испытаний	-	+	-	Специализированный процесс ИЛ
Рассмотрение заявок на сертификацию	частично	-	+	Частичная интеграция
Оценивание продукции	-	-	+	Специализированный процесс ОС
Анализ результатов оценки	-	-	+	Независимый процесс ОС
Принятие решения о сертификации	-	-	+	Обязательное функциональное разделение
Управление беспристрастностью	частично	+	+	Интеграция с отдельным контролем

В результате анализа установлено, что значительная часть требований стандартов имеет общую управленческую основу и может быть объединена в рамках единой системы менеджмента качества.

Вместе с тем процессы, влияющие на достоверность результатов испытаний и беспристрастность сертификации, должны сохранять функциональное разделение.

На основании полученных результатов была разработана процессная архитектура ИСМК, включающая 14 процессов, объединённых в четыре группы:

1. Управленческие процессы:

- стратегическое управление;
- управление рисками;
- анализ результативности системы.

2. Основные процессы:

- взаимодействие с заказчиком;
- проведение испытаний;
- оценивание продукции;
- анализ результатов оценки;
- принятие решения о сертификации.

3. Обеспечивающие процессы:

ISSN 3030-3907

- управление персоналом;
- управление оборудованием;
- управление документацией;
- управление внешними ресурсами.

4. Процессы оценки и улучшения:

- внутренний аудит;
- корректирующие действия.

Разработанная методика позволила перейти от параллельного функционирования отдельных систем менеджмента к единой процессной модели, сохраняющей специальные требования ISO/IEC 17025 и ISO/IEC 17065.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ.

На основе проведённого анализа требований ISO 9001:2015, ISO/IEC 17025:2017 и ISO/IEC 17065:2012 разработана процессная модель интегрированной системы менеджмента качества испытательной лаборатории и органа по сертификации.

В отличие от традиционного подхода, основанного на параллельном функционировании отдельных систем менеджмента, предложенная модель рассматривает деятельность организации оценки соответствия как единую совокупность взаимосвязанных процессов.

Основой разработанной модели являются следующие принципы:

- процессный подход и управление взаимосвязанными видами деятельности;
- применение цикла постоянного улучшения PDCA;
- риск-ориентированное управление процессами;
- устранение дублирующих процедур;
- сохранение требований технической компетентности испытательной лаборатории;
- обеспечение независимости и беспристрастности органа по сертификации.

Архитектура интегрированной системы менеджмента качества сформирована в виде четырёх взаимосвязанных уровней (рисунок 1).

ISSN 3030-3907



Рисунок 1. Четырёхуровневая модель ИСМК.

Модель представлена в виде иерархической структуры из четырёх уровней, расположенных по принципу: стратегическое управление — основные процессы — ресурсное обеспечение — мониторинг и улучшение. Уровни взаимосвязаны двусторонними потоками информации и управленческих воздействий, реализуя цикл PDCA в масштабе всей системы. Первый уровень — стратегическое управление. Данный уровень обеспечивает формирование политики и целей в области качества, определение контекста организации, требований заинтересованных сторон, распределение ответственности и управление рисками.

Второй уровень — основные процессы оценки соответствия. Он включает процессы взаимодействия с заказчиком, проведения испытаний, оценки соответствия продукции, анализа результатов и принятия решения о сертификации.

Третий уровень — ресурсное обеспечение. Включает управление персоналом, оборудованием, инфраструктурой, документацией и внешними поставщиками, необходимыми для стабильного выполнения процессов.

Четвёртый уровень — мониторинг и постоянное улучшение. Обеспечивает оценку результативности ИСМК посредством внутренних аудитов, анализа показателей эффективности, корректирующих действий и анализа со стороны руководства.

ISSN 3030-3907

Предложенная структура позволяет объединить общие требования стандартов без нарушения специальных требований ISO/IEC 17025:2017 и ISO/IEC 17065:2012.

На основе предложенной четырехуровневой архитектуры была сформирована процессная структура интегрированной системы менеджмента качества. При разработке процессов учитывалась необходимость объединения общих требований ISO 9001:2015, ISO/IEC 17025:2017 и ISO/IEC 17065:2012 при сохранении специальных требований к компетентности испытательной лаборатории и беспристрастности органа по сертификации.

В отличие от традиционной структуры, предусматривающей независимое функционирование нескольких систем менеджмента, предложенная модель основана на объединении процессов с одинаковой управленческой целью. Это позволило исключить дублирование процедур и сформировать единую систему управления.

Разработанная процессная модель включает 14 интегрированных процессов, распределённых на четыре функциональные группы:

- управленческие процессы;
- основные процессы оценки соответствия;
- процессы обеспечения ресурсами;
- процессы мониторинга и улучшения.

Структура процессов интегрированной системы менеджмента качества представлена в таблице 2.

Таблица 2.

Структура процессов интегрированной системы менеджмента качества испытательной лаборатории и органа по сертификации

№	Группа процессов	Процесс ИСМК	Связь со стандартами
1	Управленческие	Анализ контекста организации и заинтересованных сторон	ISO 9001 / ISO 17025 / ISO 17065
2	Управленческие	Формирование политики, целей и ответственности	ISO 9001 / ISO 17025 / ISO 17065
3	Управленческие	Управление рисками и возможностями	ISO 9001 / ISO 17025 / ISO 17065
4	Основные	Рассмотрение заявок и взаимодействие с заказчиками	ISO 9001 / ISO 17025 / ISO 17065
5	Основные	Проведение испытаний продукции	ISO/IEC 17025

ISSN 3030-3907

6	Основные	Обеспечение достоверности результатов испытаний	ISO/IEC 17025
7	Основные	Оценивание продукции	ISO/IEC 17065
8	Основные	Анализ результатов оценки соответствия	ISO/IEC 17065
9	Основные	Принятие решения о сертификации	ISO/IEC 17065
10	Обеспечивающие	Управление компетентностью персонала	ISO 9001 / ISO 17025 / ISO 17065
11	Обеспечивающие	Управление оборудованием, ресурсами и инфраструктурой	ISO 9001 / ISO 17025
12	Обеспечивающие	Управление документацией и информацией	ISO 9001 / ISO 17025 / ISO 17065
13	Улучшение	Внутренний аудит и анализ результативности	ISO 9001 / ISO 17025 / ISO 17065
14	Улучшение	Корректирующие действия и постоянное улучшение	ISO 9001 / ISO 17025 / ISO 17065

Предложенное распределение процессов обеспечивает баланс между интеграцией и сохранением независимости критически важных функций.

Общие управленческие процессы объединяются в единую систему менеджмента качества, тогда как процессы испытаний и принятия решения о сертификации сохраняют необходимое функциональное разделение.

Это позволяет одновременно выполнить требования ISO/IEC 17025:2017 по обеспечению компетентности испытательной деятельности и требования ISO/IEC 17065:2012 по обеспечению беспристрастности органа по сертификации.

ISSN 3030-3907



Рисунок 2 — процессная карта ИСМК

Процессная карта ИСМК (рисунок 2) отображает взаимосвязи между 14 интегрированными процессами, сгруппированными в четыре функциональных блока. Управленческие процессы (анализ контекста, формирование политики и целей, управление рисками) задают направление для всей системы. Основные процессы оценки соответствия (рассмотрение заявок, проведение испытаний, обеспечение достоверности результатов, оценивание продукции, анализ результатов, принятие решения о сертификации) образуют центральный операционный блок, при этом процессы испытательной лаборатории и органа по сертификации сохраняют функциональное разделение. Обеспечивающие процессы (управление персоналом, оборудованием и инфраструктурой, документацией) поддерживают выполнение основных процессов. Процессы мониторинга и улучшения (внутренний аудит, корректирующие действия) замыкают цикл PDCA и обеспечивают обратную связь для стратегического управления.

Для оценки эффективности предложенной процессной модели проведено сравнение традиционного подхода, основанного на раздельном функционировании систем менеджмента, и разработанной интегрированной системы менеджмента качества.

При традиционном подходе требования ISO 9001:2015, ISO/IEC 17025:2017 и ISO/IEC 17065:2012 реализуются через отдельные процедуры, что приводит к повторению процессов управления документацией,

ISSN 3030-3907

внутреннего аудита, анализа со стороны руководства, управления рисками и корректирующих действий.

Предложенная модель обеспечивает объединение идентичных требований стандартов в единую процессную структуру при сохранении специализированных процессов испытательной лаборатории и органа по сертификации.

Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Сравнение традиционного подхода и разработанной процессной модели ИСМК

Критерий оценки	**Раздельные системы менеджмента**	**Предложенная ИСМК**
Структура управления	Отдельные системы ISO 9001, ISO/IEC 17025 и ISO/IEC 17065	Единая процессная архитектура
Управление документацией	Несколько независимых комплектов документов	Единая интегрированная документация
Внутренние аудиты	Проводятся отдельно по каждому стандарту	Комплексный аудит ИСМК
Анализ со стороны руководства	Раздельный анализ систем	Единая оценка результативности
Управление рисками	Фрагментированная оценка рисков	Общий риск-ориентированный подход
Распределение ответственности	Возможное дублирование функций	Чёткое определение владельцев процессов
Испытательная деятельность	Независимое управление	Сохранение требований ISO/IEC 17025
Решение по сертификации	Отдельный процесс	Сохранение независимости по ISO/IEC 17065
Оценка эффективности	Отдельные показатели	Единая система KPI

Полученные результаты показывают, что интеграция требований стандартов позволяет сформировать единую управляемую систему без снижения требований к компетентности и беспристрастности.

ISSN 3030-3907

Особенностью предложенной модели является не объединение всех процессов в единую структуру, а их рациональное распределение на интегрируемые и независимые процессы.

Таким образом, разработанная процессная модель обеспечивает:

- сокращение дублирования управленческих процедур;
- повышение прозрачности распределения ответственности;
- улучшение контроля выполнения процессов;
- создание основы для цифровизации системы менеджмента качества;
- повышение готовности организации к процедурам аккредитации.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ.

В результате проведённого исследования разработана процессная модель интегрированной системы менеджмента качества для организаций оценки соответствия, совмещающих деятельность испытательной лаборатории и органа по сертификации. Предложенная модель основана на гармонизации требований ISO 9001:2015, ISO/IEC 17025:2017 и ISO/IEC 17065:2012 и позволяет сформировать единую систему управления без нарушения специальных требований к компетентности и беспристрастности.

На основе сравнительного анализа международных стандартов определены общие, частично интегрируемые и специализированные процессы. Это позволило разработать четырехуровневую архитектуру ИСМК, включающую стратегическое управление, основные процессы оценки соответствия, ресурсное обеспечение, мониторинг и постоянное улучшение.

Сформирована структура из 14 взаимосвязанных процессов интегрированной системы менеджмента качества, обеспечивающая устранение дублирования управленческих процедур и повышение согласованности деятельности испытательной лаборатории и органа по сертификации.

Особенностью разработанной модели является сохранение функционального разделения критически важных процессов органа по сертификации: оценивания, анализа результатов и принятия решения о сертификации. Это обеспечивает выполнение требований ISO/IEC 17065:2012 по беспристрастности при использовании единой системы менеджмента.

Таким образом, разработанная процессная модель интегрированной системы менеджмента качества является практическим инструментом повышения эффективности организаций оценки соответствия и может применяться при подготовке испытательных лабораторий и органов по

ISSN 3030-3907

сертификации к внедрению, совершенствованию и поддержанию систем менеджмента в соответствии с международными требованиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ISO 9001:2015. Quality management systems — Requirements. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2015.
2. ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2017.
3. ISO/IEC 17065:2012. Conformity assessment — Requirements for bodies certifying products, processes and services. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2012.
4. ISO 31000:2018. Risk management — Guidelines. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2018.
5. ISO 19011:2018. Guidelines for auditing management systems. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2018.
6. Karapetrovic S., Willborn W. Integration of quality and environmental management systems // The TQM Magazine. 1998. Vol. 10(3). P. 204–213.
7. Karapetrovic S. Strategies for the integration of management systems and standards // The TQM Magazine. 2002. Vol. 14(1). P. 61–67.
8. Bernardo M., Casadesus M., Karapetrovic S., Heras I. How integrated are environmental, quality and other standardized management systems? An empirical study // Journal of Cleaner Production. 2009. Vol. 17(8). P. 742–750.
9. Bernardo M., Simon A., Tarí J.J., Molina-Azorín J.F. Benefits of management systems integration: a literature review // Journal of Cleaner Production. 2015. Vol. 94. P. 260–267.
10. Simon A., Karapetrovic S., Casadesus M. Evolution of integrated management systems in Spanish firms // Journal of Cleaner Production. 2012. Vol. 23(1). P. 8–19.
11. Domingues P., Sampaio P., Arezes P.M. Integrated management systems assessment: a maturity model proposal // Journal of Cleaner Production. 2016. Vol. 124. P. 164–174.
12. Nunhes T.V., Barbosa L.C.F.M., Oliveira O.J. Identification and analysis of the elements and functions integrable in integrated management systems // Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 142. P. 3225–3235.

ISSN 3030-3907

АЙОЛЛАРДА ИККИЛАМЧИ БЕПУШТЛИКНИ РИВОЖЛАНИШИДА УРОГЕНЕТАЛ ТИЗИМНИ ФУНКЦИОНАЛ УРГАНИШНИНГ АХАМИЯТИ

Юнусова Азиза Равхматиллоевна
Ассистент кафедры акушерства и гинекологии №3 Самаркандского государственного медицинского университета
Омонова Ноила Баходир кизи
Ордтнотор кафедры акушерства и гинекологии №3Самаркандского государственного медицинского университета

Аннотация. Женщины с успешными беременностями и родами в прошлом, которые в настоящее время не могут забеременеть и родить ребенка, получают диагноз «вторичное бесплодие» или «бесплодие 2 степени». Такая форма репродуктивной дисфункции может возникнуть по ряду причин: Возраст. Начиная с 30 лет, происходит постепенное угасание репродуктивной функции женщины. Это связано с истощением овариального резерва, неблагоприятными изменениями в хромосомах яйцеклеток, «накоплением» хронических болезней организма. Инфекции. Перенесенные инфекционно-воспалительные заболевания могут привести к патологическим изменениям в органах репродуктивно системы. Осложнения после абортов, выскабливаний, родов. Повреждения эндометрия матки могут нарушать процесс имплантации плодного яйца и приводить к вторичному бесплодию. Новообразования репродуктивной системы. Полипы, кисты, миомы препятствуют наступлению беременности либо являются угрозой для успешного вынашивания ребенка Иммунологическая несовместимость супругов. Иммунитет женщины может агрессивно реагировать на репродуктивные клетки мужчины, тем самым, не позволяя произойти зачатию и наступлению беременности. В этом случае говорят о наличии антиспермальных антител. В данной статье рассматриваются вопросы изучения значимости функциональных исследований мочевыделительной системы в развитии вторичного бесплодия у женщин Ключевые слова: вторичное бесплодие, мочеполовая система, беременность, функциональныеисследования

Ключевые слова: Вторичное бесплодие, мочеполовая система, репродуктивная функция.

Аннотация. Илгари муваффақиятли ҳомиладорлик ва туғруқни бошдан кечирган, аммо ҳозирги вақтда ҳомиладор бўла олмаётган ва фарзанд кўра олмаётган аёлларга «иккиламчи бепуштлик» ёки «II даражали бепуштлик» ташхиси қўйилади. Репродуктив функциянинг бу турдаги бузилиши қатор сабаблар туфайли юзага келиши мумкин: Ёш омиллари. 30 ёшдан кейин

ISSN 3030-3907

аёлнинг репродуктив функцияси аста-секин пасая бошлайди. Бу тухумдонлар захирасининг камайиши, тухум ҳужайралари хромосомаларидаги ноқулай ўзгаришлар ҳамда организмда сурункали касалликларнинг тўпланиши билан боғлиқ. Инфекциялар. Ўтказилган инфекцион-яллиғланиш касалликлари репродуктив тизим аъзоларида патологик ўзгаришларни келтириб чиқариши мумкин. Аборт, бачадонни қириш (кюретаж) ва туғруқдан кейинги асоратлар. Бачадон эндометрийсининг шикастланиши уруғланган тухумнинг имплантация жараёнини бузиб, иккиламчи бепуштликка олиб келиши мумкин. Репродуктив тизим ўсмалари. Полиплар, кисталар ва миомалар ҳомиладорликнинг юзага келишига тўсқинлик қилиши ёки ҳомилани муваффақиятли олиб юришга хавф туғдириши мумкин. Эр-хотиннинг иммунологик мос келмаслиги. Аёл организмининг иммун тизими эркакнинг жинсий ҳужайраларига қарши агрессив реакция билдириши натижасида уруғланиш ва ҳомиладорлик юзага келмаслиги мумкин. Бу ҳолат антиспермал антитаначалар мавжудлиги билан изоҳланади. Ушбу мақолада аёлларда иккиламчи бепуштлик ривожланишида сийдик ажратиш тизимининг функционал текширувлари аҳамиятини ўрганиш масалалари кўриб чиқилади. Калит сўзлар: иккиламчи бепуштлик, сийдик-таносил тизими, ҳомиладорлик, функционал тадқиқотлар.

Калит сузлари: Иккиламчи бепуштлик, урогенетал тизим, репродуктив функция.

Annotation. Women with successful pregnancies and childbirth in the past who are currently unable to get pregnant and give birth to a child, receive a diagnosis of "secondary infertility" or "infertility of the 2nd degree". This form of reproductive dysfunction can occur for a number of reasons: Age. Starting from the age of 30, there is a gradual extinction of a woman's reproductive function. This is due to the depletion of the ovarian reserve, unfavorable changes in the chromosomes of eggs, the "accumulation" of chronic diseases of the body. Infections. Transferred infectious and inflammatory diseases can lead to pathological changes in the organs of the reproductive system. Complications after abortions, curettage, childbirth. Damage to the endometrium of the uterus can disrupt the process of implantation of the fetal egg and lead to secondary infertility. Neoplasms of the reproductive system. Polyps, cysts, fibroids prevent the onset of pregnancy or are a threat to the successful bearing of a child. Immunological incompatibility of spouses. A woman's immune system can react aggressively to a man's reproductive cells, thereby preventing conception and pregnancy from occurring. In this case, they talk about the presence of antisperm antibodies This article discusses the issues of studying the significance of functional studies of the urinary system in the development of secondary infertility in women

ISSN 3030-3907

Key words: secondary infertility, genitourinary system, pregnancy., reproductive function.

КИРИШ.

Бепуштлик дунё бўйлаб эркаклар ва аёллар орасида учрайдиган муҳим тиббий ва ижтимоий муаммо ҳисобланади. Ҳозирги вақтда ушбу ҳолатнинг тарқалиш даражаси аниқ баҳоланмаган бўлса-да, маълумотларга кўра, репродуктив ёшдаги турмуш қурган жуфтликларнинг 8 фоиздан ортиғи мазкур муаммога дуч келади (ЖССТ, 1993). Умумий аҳоли сонига нисбатан ҳисоблаганда, бу дунёда миллионлаб оилалар учун бепуштлик шахсий азоб-уқубатларга сабаб бўлиб, оиланинг парчаланишига олиб келиши мумкинлигини англатади. Бепуштликдан азият чекаётган беморларни текшириш ва даволашга бўлган клиник ёндашув турли тиббиёт муассасаларида қўлланилаётган текширув усулларига (гормонал ва инфекцион скрининг, ультратовуш текшируви, эндоскопик усуллар ва бошқалар) қараб сезиларли даражада фарқ қилади. Бепушт жуфтликларни текшириш билан шуғулланувчи кўплаб клиникаларда ўтказиладиган текширувлар ҳажми ҳам бир хил эмас. Бепуштликнинг айрим шаклларини ташхислашда қўлланиладиган мезонлар етарлича аниқ белгиланмаган, клиник маълумотлар турлича талқин қилинади ҳамда лаборатория кўрсаткичлари ягона стандарт асосида баҳоланмайди. Репродуктив функциянинг бузилишига олиб келувчи омилларнинг хилма-хиллиги беморларни текширишда стандартлаштирилган усуллар, саралаш мезонлари ва даволаш тактикасини танлашни талаб қилади. Бу эса олиб борилаётган даволаш самарадорлигини сезиларли даражада оширади. Бепуштлик сабабларини аниқлаш мақсадида жуфтликни текшириш ҳар икки турмуш ўртоғи билан суҳбатдан бошланади, чунки бепушт никоҳ ҳолатларининг 30–40 фоизида эркакларнинг репродуктив қобилияти пасайган бўлади. Турмуш ўртоқларни текшириш жараёнида сексопатолог, невропатолог, терапевт ва ҳуқуқшунос маслаҳатлари ҳам таъминланиши лозим. Бепуштлик бўйича текширув муддати 2–3 ойдан, даволаш муддати эса клиникага мурожаат қилинган вақтдан бошлаб 2 йилдан ошмаслиги керак. Жуфтликка шуни тушунтириш лозимки, бепуштликни даволашдан кейин ҳомиладорликнинг ўртача юзага келиш кўрсаткичи 40 фоиздан ошмайди ва репродуктив функция бузилишининг хусусиятига қараб 20–80 фоиз оралиғида ўзгариб туради. Ҳозирги кунда тўлиқ клиник ва лаборатор текширувлардан кейин ҳам 5–10 фоиз жуфтликларда бепуштлик сабаби аниқланмай қолиши маълум. Биринчи учрашувдаёқ беморларга фақат 1–2 марта шифокор қабулига келиб, тўлиқ босқичма-босқич текширувсиз ижобий натижа кутиш мумкин эмаслиги тушунтирилиши керак. Аёллар бепуштлигини текшириш

ISSN 3030-3907

алгоритми, аввало, клиник ва анамнестик маълумотларни таҳлил қилишни ўз ичига олади. Сўров жараёнида бепуштликнинг давомийлиги ва репродуктив функция бузилишининг муайян омиллар билан боғлиқлигига эътибор қаратилади. Менструал функция хусусиятлари, қисқа вақт ичида тана вазнининг ўзгариши, сут безларидан ажралмалар мавжудлиги ҳам батафсил ўрганилади. Шунингдек, оиладаги психологик муҳит ҳам ҳисобга олинади. Аввал ўтказилган касалликлар ва жарроҳлик амалиётларига алоҳида аҳамият берилади. Чунки тухумдон кисталари, бачадондан ташқари ҳомиладорлик, бачадон бўйни касалликларини жарроҳлик йўли билан даволаш, аборт ёки асоратли туғруқлар каби ҳолатлар келгусида бепуштликка сабаб бўлиши мумкин. Шунингдек, аёлда жинсий йўл билан юқадиган касалликлар (хламидиоз, уреаплазмоз, гонорея, вирусли инфекциялар ва бошқалар) ташхисланганлиги ҳам аниқланиши зарур, чунки улар бачадон найларининг орттирилган патологиялари ривожланишида муҳим аҳамиятга эга. ЖССТнинг 1993 йилдаги тадқиқотларига кўра, бепуштлик сабабли текширилган аёлларнинг қарийб ярмида жинсий аъзолар яллиғланиш касалликлари гонококк инфекцияси билан боғлиқ бўлган, қолганларида эса хламидия, микоплазма, вирусли ва бошқа носпецифик инфекциялар аниқланган. Сўнгги йилларда хламидия инфекциясининг тарқалиши кескин ошган. Бу бир томондан қўзғатувчини аниқлашнинг янада аниқ усуллари жорий этилганлиги билан, иккинчи томондан эса аҳоли орасида инфекция билан зарарланиш даражаси юқори эканлиги билан изоҳланади.

ТАДҚИҚОТ МАҚСАДИ. Аёлларда иккиламчи бепуштлик ривожланишида сийдик-таносил тизимининг функционал текширувлари аҳамиятини ўрганиш ва уни замонавий диагностик усуллар билан таққослаш. Тадқиқот материаллари ва усуллари

Тадқиқот материаллари ва усуллари Қўйилган вазифани бажариш мақсадида иккиламчи бепуштлик ривожланган ҳамда сийдик ажратиш тизими билан боғлиқ муаммолари мавжуд бўлган жами 150 нафар бемор танлаб олинди. Шунингдек, таққослаш мақсадида 20 нафар соғлом кўнгилли шахслар назорат гуруҳи сифатида жалб этилди. Натижалар ва муҳокама Бепуштлик билан касалланган аёллар таркибида сийдик чиқариш йўллари патологиясига эга бўлганлар улуши 37% ни ташкил қилди, уларнинг ярмини 40 ёшдан ошган аёллар ташкил этди. Ушбу патология билан оғриган ва бепуштликни даволаш учун мурожаат қилаётган аёллар сонининг ортиб бориши кузатилди. Сийдик-таносил тизими патологиясига эга аёлларда бепуштликни даволашга мурожаат қилишнинг асосий сабаблари такрорий никоҳ ҳамда ўз вақтида ва етарли тиббий ёрдам кўрсатилмаганлиги бўлиб, улар мос равишда 42% ва 40% ҳолатларда қайд этилди. Ушбу тизим

ISSN 3030-3907

патологияси мавжуд аёллар ижтимоий-иқтисодий ҳолати, маълумот даражаси, даромади ва моддий таъминланганлиги нуқтаи назаридан нисбатан қулай шароитда яшашлари аниқланди. Репродуктив тизимнинг функционал фаоллиги беморларнинг овариал захираси ҳолати билан белгиланади. Унинг асосий кўрсаткичлари қуйидагилардан иборат: менструал цикл давомийлиги; фолликулостимулловчи гормон (ФСГ) даражаси; антимюллер гормони (АМГ) миқдори; тухумдонлар ҳажми; антрал фолликуллар сони. Нормал овариал захирада менструал цикл мунтазам бўлиб, 28–30 кун давом этади, тухумдонлар ҳажми камида 5 $см^3$ ни ташкил этади ва ҳар бир тухумдонда камида 5 та антрал фолликул аниқланади. Тухумдонлар захираси камайганда менструал цикл қисқаради, ФСГ даражаси ошади, ингибин В ва АМГ кўрсаткичлари пасаяди, тухумдонлар ҳажми кичраяди ҳамда антрал фолликуллар сони камаяди. Овариал захира ҳолатини акс эттирувчи ва репродуктив функциянинг пасайиши ҳамда йўқолишини башорат қилувчи энг аниқ биокимёвий кўрсаткич қон зардобидаги АМГ концентрацияси ҳисобланади. Овариал захира ҳолати бемор ёши билан чамбарчас боғлиқ эканлиги аниқланди. 40 ёшгача бўлган аёлларнинг 75% да нормал овариал захира кузатилган бўлса, 40–45 ёш оралиғида бу кўрсаткич 22% ни ташкил қилди. 45 ёшдан катта барча беморларда овариал захира сезиларли даражада пасайган ёки жуда кам миқдорда сақланганлиги қайд этилди. Эндокрин патологияси мавжуд беморлар бундан мустасно бўлди. Поликистоз тухумдон синдромида (ПТС) тухумдонларнинг қариши овулятор менструал цикли мавжуд тенгдош аёлларга нисбатан қарийб 10 йилга кечикади. Бирламчи гипогонадотроп гипогонадизмда эса овариал захира кўрсаткичлари аёл ҳаёти давомида деярли ўзгармайди. Сийдик-таносил тизими патологияси ва тухумдонларнинг эндометриоид кисталари мавжуд аёлларда бепуштликни даволаш тактикаси кисталарнинг ўлчами ҳамда овариал захира ҳолатига қараб белгиланади. Ўлчами 3 см гача бўлган эндометриоид кисталар мавжуд ҳолатларда операция олдидан даволаш ўтказилмасдан қўлланилган ёрдамчи репродуктив технологиялар дастурлари аёлларнинг 24% ида ҳомиладорликка эришиш имконини берган.

Натижаларнинг давоми Кеч репродуктив ёшдаги аёлларда бачадон бўшлиғини деформация қилмайдиган кичик ҳажмли миомаларни жарроҳлик йўли билан даволаш операциядан кейинги 8–12 ойлик реабилитация даврида овариал захира кўрсаткичларининг ёмонлашишига олиб келади. Бу эса бепуштликни даволаш самарадорлигини икки ва ундан ортиқ марта камайтиради. Бачадон бўшлиғини деформация қилмайдиган миоматоз тугунлари мавжуд аёлларда ёрдамчи репродуктив технологиялар (ЁРТ) дастурларининг самарадорлиги беморларнинг 25% ида ҳомиладорликка

ISSN 3030-3907

эришиш имконини берган. Кеч репродуктив ёшдаги аёлларда ЁРТ дастурларининг самарадорлиги тухумдонларни стимуляция қилиш схемалари ёки эмбриологик ёндашувларга эмас, балки асосан овариал захира ҳолатига боғлиқ эканлиги аниқланди. Нормал овариал захирага эга бўлган кеч репродуктив ёшдаги беморларда ЁРТ дастурлари орқали ҳомиладорликка эришиш кўрсаткичи 11% ни ташкил этган. Овариал захира пасайган беморларда эса ҳомиладорлик юзага келиш эҳтимоли сезиларли даражада камайган. Овариал захира жуда паст бўлган беморларда ўз тухум ҳужайраларидан фойдаланган ҳолда бепуштликни даволаш самарасиз ҳисобланади. Кеч репродуктив ёшдаги аёлларнинг аксариятида, айниқса овариал захира жуда паст ёки сезиларли даражада камайган ҳолатларда, репродуктив функцияни амалга ошириш учун донор тухум ҳужайраларидан фойдаланиш тавсия этилади. РТ дастурларида ўз тухум ҳужайраларидан фойдаланиш имкониятини баҳолашда 42 ёш муҳим чегара ҳисобланади. Кеч репродуктив ёшдаги аёлларда репродуктив йўқотишлар частотаси 30% ни ташкил этади. Бироқ ЁРТ усуллари ёрдамида ҳомиладорликка эришилганда ҳам, туғилган чақалоқларда неонатал асоратлар ва туғма нуқсонлар учраш частотаси аҳоли ўртасидаги табиий кўрсаткичлардан ошмайди.

Хулоса Клиник амалиёт учун сийдик чиқариш тизими патологияси мавжуд аёлларда репродуктив тизим ҳолатини ҳар томонлама баҳолашга қаратилган комплекс ташхисий ва даволаш чора-тадбирларини қўллаш тавсия этилади. Бепуштлик билан оғриган аёлларда овариал захирани баҳолаш усуллари ишлаб чиқилди ва клиник амалиётга жорий этиш учун тавсия этилди. Ушбу усуллар репродуктив функцияни амалга ошириш имкониятларини олдиндан башорат қилишга ёрдам беради. Нормал, пасайган ва жуда паст овариал захира кўрсаткичлари аниқланди. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, бепуштлик билан мурожаат қилган беморларни текшириш алгоритмига тухумдонларнинг функционал имкониятларини баҳолаш кўрсаткичларини киритиш даволашнинг самарадорлиги ва хавфсизлигини оширади. Тухумдонларнинг функционал захираси пасайганлигини эрта аниқлаш бепуштлик сабабларини тўғри баҳолаш имконини беради ҳамда асоссиз ташхисий ва даволаш чораларини қўллашнинг олдини олади.

Натижаларнинг давоми Кеч репродуктив ёшдаги аёлларда бачадон бўшлиғини деформация қилмайдиган кичик ҳажмли миомаларни жарроҳлик йўли билан даволаш операциядан кейинги 8–12 ойлик реабилитация даврида овариал захира кўрсаткичларининг ёмонлашишига олиб келади. Бу эса бепуштликни даволаш самарадорлигини икки ва ундан ортиқ марта камайтиради. Бачадон бўшлиғини деформация қилмайдиган миоматоз

ISSN 3030-3907

тугунлари мавжуд аёлларда ёрдамчи репродуктив технологиялар (ЁРТ) дастурларининг самарадорлиги беморларнинг 25% ида ҳомиладорликка эришиш имконини берган. Кеч репродуктив ёшдаги аёлларда ЁРТ дастурларининг самарадорлиги тухумдонларни стимуляция қилиш схемалари ёки эмбриологик ёндашувларга эмас, балки асосан овариал захира ҳолатига боғлиқ эканлиги аниқланди. Нормал овариал захирага эга бўлган кеч репродуктив ёшдаги беморларда ЁРТ дастурлари орқали ҳомиладорликка эришиш кўрсаткичи 11% ни ташкил этган. Овариал захира пасайган беморларда эса ҳомиладорлик юзага келиш эҳтимоли сезиларли даражада камайган. Овариал захира жуда паст бўлган беморларда ўз тухум ҳужайраларидан фойдаланган ҳолда бепуштликни даволаш самарасиз ҳисобланади. Кеч репродуктив ёшдаги аёлларнинг аксариятида, айниқса овариал захира жуда паст ёки сезиларли даражада камайган ҳолатларда, репродуктив функцияни амалга ошириш учун донор тухум ҳужайраларидан фойдаланиш тавсия этилади ЁРТ дастурларида ўз тухум ҳужайраларидан фойдаланиш имкониятини баҳолашда 42 ёш муҳим чегара ҳисобланади. Кеч репродуктив ёшдаги аёлларда репродуктив йўқотишлар частотаси 30% ни ташкил этади. Бироқ ЁРТ усуллари ёрдамида ҳомиладорликка эришилганда ҳам, туғилган чақалоқларда неонатал асоратлар ва туғма нуқсонлар учраш частотаси аҳоли ўртасидаги табиий кўрсаткичлардан ошмайди.

ХУЛОСА.

Клиник амалиёт учун сийдик чиқариш тизими патологияси мавжуд аёлларда репродуктив тизим ҳолатини ҳар томонлама баҳолашга қаратилган комплекс ташхисий ва даволаш чора-тадбирларини қўллаш тавсия этилади. Бепуштлик билан оғриган аёлларда овариал захирани баҳолаш усуллари ишлаб чиқилди ва клиник амалиётга жорий этиш учун тавсия этилди. Ушбу усуллар репродуктив функцияни амалга ошириш имкониятларини олдиндан башорат қилишга ёрдам беради. Нормал, пасайган ва жуда паст овариал захира кўрсаткичлари аниқланди. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, бепуштлик билан мурожаат қилган беморларни текшириш алгоритмига тухумдонларнинг функционал имкониятларини баҳолаш кўрсаткичларини киритиш даволашнинг самарадорлиги ва хавфсизлигини оширади. Тухумдонларнинг функционал захираси пасайганлигини эрта аниқлаш бепуштлик сабабларини тўғри баҳолаш имконини беради ҳамда асоссиз ташхисий ва даволаш чораларини қўллашнинг олдини олади.

ФОЙДАЛАНГАН АДАБИЙОТЛАР

1. Воробьев П.А. Анемический синдром в клинической практике. - М.: Наука, 2001. - 165 с. 2. Гланц С. Медико-биологическая статистика. - М.: Практика, 1998. – 459 с.

ISSN 3030-3907

2. Елкманн Е., Фандрей Я., Пагел Х. Ингибирование продукции эритропоэтина провоспалительными цитокинами // Гематология и трансфузиология. - 1997. - Т. 42. - № 1. - С. 16-19
3. Кулаков В.И., Маргиани Ф.А., Назаренко Т.А. Структура женского бесплодия и прогноз восстановления репродуктивной функции при использовании современных эндоскопических методов // Акушерство и гинекология. - 2001. - № 3. - С. 33-39.
5. Луговская С.А. [и др.]. Лабораторная гематология. - М.: Наука, 2006. - 150 с.
4. Сметник В.П., Тумилович Л.Г. Неоперативная гинекология: руководство для врачей. - М.: ООО МИА, 2000. - 592 с.
5. Яглов В.В. Воспалительные заболевания органов малого таза // Гинекология. - 2001. - Т. 1. - № 3. - С. 12-14.
6. Nemeth E., Valore E.V., Territo M. Hepcidin a putative mediator of anemiaof inflammation is a type II acutephaseprotein // Blood. - 2003. - Vol. 101. - P. 2461-2463.
7. Watanabe K., Kawai Y., Takeuchi K., Shimizi N. Reticulocyte maturity as an indicator for estimating qualitative abnormality of erythropoiesis // Journal of Clinical Parhtology. -1994. - Vol. 47. - P. 736-739. 10. Weiss G., Goodnough L.T. Anemia of Chronic Disease // New. Eng. J. Med - 2005. - Vol. 352. - № 10. - P. 1011-1023.

ISSN 3030-3907

ANOR PO‘STLOG‘IDAN AJRATIB OLINGAN PEKTINNING NON MAHSULOTLARINI SIFAT VA SAQLANISH KO‘RSATKICHLARIGA TA‘SIRI

Suyundikov U.A.
Toshkent kimyo texnologiya instituti, A.Navoy 32
Atkhamova S.K.
Toshkent kimyo texnologiya instituti, A.Navoy 32
E-mail: ulugbek.suyundikov.91@mail.ru

Annotatsiya. Zamonaviy texnologiyasida turli oziqaviy qo‘shimchalarni qo‘shish keng tarqalgan. Shuningdek, tayyor mahsulotlarning organoleptik xossalarini yaxshilash, saqlash muddatini uzaytirish va funksional qiymatini oshirish maqsadida tabiiy biologik faol qo‘shimchalardan foydalanish dolzarb yo‘nalish hisoblanadi [1-2]. Qizil anor navi po‘stlog‘i meva umumiy vaznining deyarli 50 foizini tashkil qiladi. Odatda qalinligi 2 dan 3 mm gacha bo‘lgan va naviga qarab yorqin qizil yoki sariq tusda bo‘ladigan po‘stloq taxminan 80% suv, 8% murakkab polisaxaridlar va 5% eruvchan polisaxaridlardan iborat. Oxirgi fraksiya asosan pektinlar va hemitsellyulozalarni o‘z ichiga oladi [3-5]. Ushbu tadqiqotda anor po‘stlog‘i chiqindilaridan kislotali ekstraksiya usulida ajratib olingan pektin moddasining bug‘doy unidan tayyorlangan xamir reologiyasiga hamda tayyor non mahsulotining sifat ko‘rsatkichlariga ta’siri o‘rganildi. Anor po‘stlog‘i tarkibida pektin moddasi miqdori 3,48–4,56% (quruq moddaga nisbatan 5%) ekanligi va uning 1% li eritmasining qovushqoqligi 3,2 puazni tashkil qilishi aniqlandi. Pektin konsentrati xamir tarkibiga 0,5%, 1,0% va 1,5% miqdorlarda qo‘shib o‘rganilganda, xamirning suv yutish qobiliyati 2,8–6,4% ga, barqarorlik vaqti esa 4,5 minutdan 6,5 minutgacha uzayganligi kuzatildi. Tayyor non mahsulotlarida hajmiy chiqish 9,5% ga (2,85 sm^3/g dan 3,12 sm^3/g gacha), g‘ovaklik esa 68% dan 75% gacha ortishi eksperimental tasdiqlandi. Shuningdek, pektinning gidrofil xususiyati hisobiga 72 soat saqlash davomida namlik yo‘qotilishi nazoratdagi 6,8% dan 1,0% li namunada 4,1% gacha kamayib, eskirish jarayoni sekinlashdi. Non mahsulotlarining sifat kompleksi va uzoq muddat yumshoq saqlanishi uchun pektinning optimal dozasi 1,0% deb belgilandi. Pektin moddalarini oziq-ovqat maxsulotlarida keng ko‘lamda qo‘llaniladi va inson organizmi holatini yaxshilashga olib keladi.

Kalit so‘zlar: anor po‘stlog‘i, pektin moddalari, non mahsulotlari, xamir reologiyasi, g‘ovaklik, saqlanish muddati, eskirish (staling), gidrokolloidlar, funksional oziq-ovqat, oziqaviy qiymat, biopolimerlar.

Abstract. In modern food technology, the incorporation of various food additives is widely practiced. Utilizing natural biologically active additives remains a highly relevant research direction to enhance the organoleptic properties, extend the shelf

ISSN 3030-3907

life, and enrich the functional value of finished products. Pomegranate (*Punica granatum L.*) peel constitutes nearly 50% of the total fruit weight. This study investigates the effect of pectin, isolated from pomegranate peel waste via acid extraction, on the rheological properties of wheat flour dough and the quality indicators of the finished bread. The pectin content in pomegranate peel was found to be 3.48–4.56% (5% on a dry matter basis), with a 1% aqueous solution exhibiting a viscosity of 3.2 poise. When pectin concentrate was incorporated into the dough at concentrations of 0.5%, 1.0%, and 1.5%, the water absorption capacity increased by 2.8–6.4%, and dough stability time extended from 4.5 to 6.5 minutes. In the finished bakery products, a 9.5% increase in specific volume (from 2.85 cm^3/g to 3.12 cm^3/g) and an increase in crumb porosity from 68% to 75% were experimentally confirmed. Furthermore, due to the hydrophilic nature of pectin, moisture loss during 72 hours of storage was reduced from 6.8% in the control sample to 4.1% in the 1.0% pectin-fortified sample, thereby retarding the staling process. The optimal dosage of pectin to ensure a superior quality complex and prolonged softness of the bakery products was determined to be 1.0%. Pectin substances are extensively utilized in food products and contribute significantly to improving human physiological health.

Keywords: pomegranate peel, pectin substances, bakery products, dough rheology, porosity, shelf life, staling, hydrocolloids, functional food, nutritional value, biopolymers.

Аннотация. В современной пищевой технологии широко распространено применение различных пищевых добавок. Использование натуральных биологически активных добавок является актуальным направлением с целью улучшения органолептических свойств, продления срока хранения и повышения функциональной ценности готовой продукции. Кожура граната составляет почти 50% от общей массы плода. В данном исследовании изучено влияние пектина, выделенного из отходов кожуры граната методом кислотной экстракции, на реологические свойства пшеничного теста и показатели качества готового хлеба. Установлено, что содержание пектиновых веществ в кожуре граната составляет 3,48–4,56% (5% в пересчете на сухое вещество), а вязкость его 1% раствора составляет 3,2 пуаз. При внесении концентрата пектина в тесто в количествах 0,5%, 1,0% и 1,5% наблюдалось увеличение водопоглотительной способности на 2,8–6,4%, а время устойчивости теста увеличилось с 4,5 до 6,5 минут. Экспериментально подтверждено, что в готовых хлебобулочных изделиях объемный выход увеличился на 9,5% (с 2,85 $см^3/г$ до 3,12 $см^3/г$), а пористость — с 68% до 75%. Кроме того, за счет гидрофильных свойств пектина потеря влаги в течение 72 часов хранения снизилась с 6,8% в контроле до 4,1% в образце с дозировкой

ISSN 3030-3907

1,0%, что замедлило процесс черствения. Оптимальная доза пектина для обеспечения комплекса качества и длительного сохранения мягкости хлебобулочных изделий установлена на уровне 1,0%. Пектиновые вещества широко применяются в пищевых продуктах и способствуют улучшению общего состояния организма человека.

Ключевые слова: кожура граната, пектиновые вещества, хлебобулочные изделия, реология теста, пористость, срок хранения, черствение (staling), гидроколлоиды, функциональные продукты питания, пищевая ценность, биополимеры.

KIRISH.

Aholini sifatli, oziqaviy qiymati yuqori va uzoq muddat eskirishdan muhofaza qilingan non mahsulotlari bilan ta’minlash zamonaviy nonvoylik sanoatining strategik vazifalaridan biridir. An’anaviy non tayyorlash texnologiyasida tayyor mahsulotlarning tez qotishi (qurishi), tekstura elastikligining yo‘qolishi va fizik-kimyoviy eskirish jarayonlarining tez kechishi asosiy texnologik muammolardan hisoblanadi. Ushbu muammolarni bartaraf etishda sun’iy kimyoviy yaxshilovchilar o‘rniga o‘simlik xomashyolaridan olinadigan tabiiy biopolimerlar va gidrokolloidlarni qo‘llash ekologik va iqtisodiy jihatdan yuqori samara beradi.

Pektin moddalari (E-440) o‘simlik hujayra devorining tarkibiy qismi bo‘lib, oziq-ovqat tizimlarida quyuqlashtiruvchi, stabilizator va emulgator vazifasini bajaradi. Pektin chiziqli tuzilishga ega poligalakturon kislota molekulalaridan iborat bo‘lib, alfa-1,4-glikozid bog‘lari orqali bog‘langan. U o‘zining yuqori gidrofil tabiati, suvni bog‘lash va barqaror gel hosil qilish xususiyati tufayli xamir tarkibidagi oqsil-kraxmal kompleksi bilan o‘zaro faol ta’sirlashadi. Natijada xamirning gaz ushlab turish qobiliyati yaxshilanadi va nonning g‘ovak strukturasi barqarorlashadi [7-8].

Ayniqsa, meva va sabzavot xomashyosidan olingan pektin konsentratlari ishlab chiqarishda resurslardan samarali foydalanish va chiqindilarni qayta ishlash imkonini beradi. Shu nuqtai nazardan, pektin moddalarni konsentratlarni non mahsulotlari ishlab chiqarishda qo‘llashning texnologik va sifat ko‘rsatkichlariga ta’sirini ilmiy asosda o‘rganish muhim ahamiyat kasb etadi. Anor po‘stlog‘i meva umumiy vaznining deyarli 50% ini tashkil etib, tarkibida quruq modda, eruvchan polisaxaridlar (pektin, gemitsellyuloza), vitamin C va polifenollar saqlaydi. Ushbu chiqindilardan pektin ajratib olish va uni non mahsulotlariga funksional qo‘shimcha sifatida joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bilan birga uning biologik qiymatini ham yuksaltiradi.

Tadqiqotning maqsadi: Anor po‘stlog‘idan ajratib olingan pektin moddasining bug‘doy unidan tayyorlangan xamirning reologik xususiyatlariga

ISSN 3030-3907

hamda tayyor nonning sifat ko‘rsatkichlari va saqlanish muddatiga ta’sirini ilmiy va amaliy jihatdan asoslash. Anar po‘chog‘i kimyoviy tarkibi adabiyotlarga asoslanib, quyidagi jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Anor po‘chog‘ining kimyoviy tarkibi

Kimyoviy moddalar nomi	miqdori, mg/kg	Kimyoviy moddalar nomi	Miqdori, mg/kg
Quruq modda	42.18-42.54	Oshlovchi moddalar	6.26-8.71
saxaroza	0.15-0.24	pektin	3.48-4.56
fruktoza	2.72-2.84	mineral moddalar	0.86-0.90
glukoza	3.18-3.64	organik kislotalar	2.52-2.76
vitamin C mg/100gr	20.72-23.86		

Ushbu jadvalda anor po‘chog‘i tarkibida polifenol guruh va polisaxaridlarga boy ekanligini ko‘rishimiz mumkin.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR.

Ilmiy manbalarga ko‘ra, pektin va boshqa gidrokolloidlarning xamir tizimlariga qo‘shilishi viskoelastik xususiyatlarni sezilarli darajada o‘zgartiradi (Voragen va boshq., 2009; Thakur va boshq., 1997). Rosell va boshq. (2001) hamda Collar (2003) o‘z tadqiqotlarida pektin moddasi kraxmal retrogradatsiyasini cheklashini, namlik migratsiyasini sekinlashtirishini va tayyor mahsulot yumshoqligini uzoq muddat saqlashini isbotlaganlar. Ayniqsa, sitrus mevalari, olma va qand lavlagi chiqindilaridan olingan pektin moddalari iqtisodiy va ekologik jihatdan samarali hisoblanadi. Mahalliy tadqiqotlarda ham pektin saqlovchi o‘simlik xomashyolaridan foydalanish nonning fizik-kimyoviy va organoleptik ko‘rsatkichlarini yaxshilashi hamda uning biologik qiymatini oshirishi qayd etilgan. Shu sababli pektin saqlovchi konsentratlar zamonaviy non mahsulotlari ishlab chiqarishda istiqbolli funksional ingredient sifatida keng o‘rganilmoqda.

Pektin ajratib olish metodikasi: Anor po‘stlog‘i chiqitidan dastlab tanin moddalari ajratib olindi. So‘ngra 100 g qurigan po‘stloq xomashyosiga pH=3,5 bo‘lgan limon kislotasi eritmasidan 500 ml solinib, 75-80 °C haroratda 3 soat davomida gidroliz-ekstraksiya qilindi. Olingan ekstrakt filtrlanib, rotorli bug‘latgichda hajmi 200 ml qolguncha quyultirildi va 96% li etil spirti yordamida pektin cho‘ktirishga o‘tkazildi. Cho‘kma 3 soat davomida muzlatkichda saqlangach, ajratib olindi va 2-3 marta toza spirt bilan yuvilib, quritildi. Pektinning monosaxaridlar tarkibi 2n sulfat kislotada (2n H_2SO_4) gidroliz qilinib, qog‘oz xromatografiyasi usulida aniqlandi. Asosiy monosaxaridlar esa galakuronan kislotasi, galaktoza, glyukoza, arabinoza bo‘lib ramnoza qoldiqlaridan iboratdir.

ISSN 3030-3907

Olingan pektin kukuni och jigar rang tusda bo‘lib suvda yaxshi eriydi.Bu kukun non mahsulotalri uchun ishlatildi

Non tayyorlash va tahlil usullari: Tadqiqotda oliy navli bug‘doy unidan tayyorlangan standart non xamiri asos qilib olindi. Xamir tarkibiga un vazniga nisbatan 0,5%, 1,0% va 1,5% miqdorida anor pektini kukuni qo‘shildi. Pektin qo‘shilmagan namuna "Nazorat" sifatida qabul qilindi. Xamirning reologik ko‘rsatkichlari (suv yutish qobiliyati, barqarorlik vaqti, elastiklik indeksi) laboratoriya qurilmalarida tahlil qilindi. Pishirilgan nonlarning hajmiy chiqishi (sm^3/g), g‘ovakligi (%) va zichligi (g/sm^3) standart darslik uslubiyatlari bo‘yicha o‘rganildi. Mahsulotning saqlanish davomiyligini aniqlash uchun 24, 48 va 72 soat davomida namlik yo‘qotilishi hamda yumshoqlik indeksining o‘zgarishi o‘lchandi. Organoleptik tahlil 5 ballik tizimda ekspertlar ishtirokida o‘tkazildi. Organoleptik baholash natijalariga ko‘ra, pektin qo‘shilgan non namunalarida qobiq rangi bir tekis, ichki qismi elastik va mayda g‘ovakli tuzilishga ega bo‘ldi. Eng optimal natijalar 1,0% pektin saqlovchi konsentrat qo‘shilgan namunada kuzatildi, bunda mahsulot hajmi, yumshoqligi va saqlanish muddati sezilarli darajada yaxshilandi.

NATIJALAR.

Olingan natijalar pektin saqlovchi konsentratlarning non mahsulotlari sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilovchi samarali funksional qo‘shimcha ekanligini eksperimental jihatdan tasdiqladi. Pektin kukunining xamir reologik ko‘rsatkichlariga ta’siri o‘rganilganda, uning dozasi ortishi bilan tizimning gidrofil xususiyatlari kuchayganligi kuzatildi.

2-jadval.

Anor pektinining xamir reologik ko‘rsatkichlariga ta’siri

Namuna nomi va pektin dozasi, %	Suv yutish qobiliyati (SYUQ), %	Xamirning barqarorlik vaqti, min	Elastiklik indeksi, mm
Pektin-pektinsiz	58.2	4.5	78
Pektin-0.5%	61.0	5.2	82
Pektin-1.0%	62.8	6.1	88
Pektin-1.5%	63.4	6.5	91

Ushbu jadvalga ko‘ra pektin miqdori ortishi bilan xamirning suv yutish qobiliyati 58,2% dan 63,4% gacha oshdi. Bu pektin molekulalarining gidrofil karboksil guruhlari orqali suv molekulalarini bog‘lash xususiyati bilan izohlanadi. Xamirning barqarorlik vaqti 4,5 minutdan 6,5 minutgacha uzaygani gluten-pektin kompleksining shakllanishi natijasida strukturaviy mustahkamlik ortganini ko‘rsatadi. Elastiklik indeksining 78 mm dan 91 mm gacha oshishi xamirning

ISSN 3030-3907

deformatsiyaga chidamliligi yaxshilanganini bildiradi. Eng optimal reologik ko‘rsatkichlar 1,0–1,5% pektin qo‘shilgan namunada kuzatildi.

3-jadval.

Pektin qo‘shilgan tayyor nonlarning fizik-kimyoviy va sifat ko‘rsatkichlari

Sifat ko‘rsatkichlari	Nazorat namunasi	Pektin 0,5%	Pektin 1,0%	Pektin 1,5%
Hajmiy chiqish, sm^3/g	2.85	2.96	3.12	3.10
G‘ovaklik darajasi, %	68.0	71.0	75.0	74.0
Non zichligi, g/sm^3	0.41	0.39	0.36	0.37
Boshlang‘ich namlik miqdori, %	Standart	+1.5% ga yuqori	+2.2% ga yuqori	+2.4% ga yuqori
Organoleptik baho (5 ballik)	4.1	4.4	4.9	4.3

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, pektin moddasi qo‘shilishi nonning hajmiy chiqishini sezilarli oshirganini ko‘rsatdi. Xususan, 1,0% pektin qo‘shilganda hajmiy chiqish 2,85 sm^3/g dan 3,12 sm^3/g gacha, ya’ni 9,5% ga oshdi. Bu pektinning gaz pufakchalarini barqarorlashtiruvchi strukturaviy ta’siri bilan bog‘liq. G‘ovaklik darajasi 68% dan 75% gacha ortib, mahsulotning ichki strukturasining bir tekis shakllanganini tasdiqlaydi. Zichlikning 0,41 g/cm^3 dan 0,36 g/cm^3 gacha kamayishi nonning yengil va yumshoq teksturaga ega bo‘lganini ko‘rsatadi. Namlik miqdorining ortishi esa pektinning suvni bog‘lab turish xususiyati bilan izohlanadi. Eng yuqori sifat ko‘rsatkichlari 1,0–1,5% pektin qo‘shilgan namunada kuzatildi, bu miqdor texnologik jihatdan optimal deb baholandi.

Non mahsulotlarini 72 soat davomida saqlash jarayonida pektin moddasining eskirish (staling) jarayonini tormozlash qobiliyati o‘rganildi.

4-jadval.

Saqlash jarayonida non namligi va yumshoqlik ko‘rsatkichlarining o‘zgarishi

Namuna turi va pektin dozasi	24 soatdan keyin namlik yo‘qotilishi, %	72 soatdan keyin umumiy namlik yo‘qotilishi, %	72 soatdan keyin yumshoqlik indeksi (Nazoratga nisbatan, %)
Pektin-pektinsiz	2.5	6.8	100% (Standart qattiqlashuv)

ISSN 3030-3907

Pektin-0.5%	1.9	5.2	112% ga yuqori yumshoqlik
Pektin-1.0%	1.4	4.1	125% ga yuqori yumshoqlik
Pektin-1.5%	1.2	3.9	118% (Zichlashuv kuzatildi)

Bu jadvalda esa saqlash davomida pektin qo‘shilgan namunalar namlikni sezilarli darajada yaxshi saqlab qolganligi aniqlandi. Nazorat namunada 72 soat davomida namlik yo‘qotilishi 6,8% ni tashkil etgan bo‘lsa, 1,0% pektin qo‘shilgan namunada bu ko‘rsatkich 4,1% gacha kamaydi. Bu pektinning suvni immobilizatsiya qilish xususiyati bilan bog‘liq bo‘lib, kraxmal retrogradatsiyasini sekinlashtiradi. Yumshoqlik indeksi ham nazorat namunaga nisbatan 25% ga yuqori bo‘ldi, bu mahsulotning eskirish jarayoni sekinlashganini ko‘rsatadi. 1,5% pektin qo‘shilganda namlik yaxshi saqlangan bo‘lsa-da, strukturaviy zichlashuvning boshlanishi kuzatildi. Shu sababli, saqlanish muddati va tekstura barqarorligini ta’minlash uchun 1,0% pektin miqdori optimal deb topildi.Standart sifatida oddiy pektin olinadi.

MUHOKAMA.

Anor po‘stlog‘i pektini non mahsulotlari texnologiyasida mukammal strukturaviy yaxshilovchi hisoblanadi. Bu holat pektin molekulalarining gidrofil karboksil guruhlari orqali suv molekulalarini bog‘lab, xamir tarkibida barqaror kolloid tizim hosil qilishi bilan izohlanadi. Natijada gluten-kraxmal matritsasi mustahkamlanib, fermentatsiya jarayonida hosil bo‘lgan karbonat angidrid gazining saqlanishi yaxshilandi. Bu esa nonning hajmiy chiqishi va g‘ovaklik ko‘rsatkichlarining oshishiga olib keldi. Non zichligining 0,41 g/sm³ dan 0,36 g/sm³ gacha kamayishi mahsulotga mayda bir xil g‘ovakli, yengil va elastik tekstura beradi.

Saqlash jarayonida anor pektini non tarkibidagi suvni immobilizatsiya qilib, uning tashqi muhitga bug‘lanib ketishini keskin cheklaydi.

Nazorat namunada namlik yo‘qotilishi yuqori bo‘lgan bo‘lsa, pektin qo‘shilgan namunada bu jarayon sezilarli darajada sekinlashdi. Bu holat pektinning suv molekulalarini bog‘lab turish xususiyati hamda kraxmal retrogradatsiyasini cheklashi bilan izohlanadi. Natijada mahsulotning yumshoqligi va elastikligi uzoq muddat davomida saqlanib qoldi.

Tadqiqot natijalarini tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, pektin moddasini miqdori ortishi bilan sifat ko‘rsatkichlari yaxshilanadi, ammo ortiqcha miqdorda qo‘llanish xamirning haddan tashqari zichlashishiga olib kelishi mumkin. Tajriba natijalariga

ISSN 3030-3907

asoslanib, 1,0% miqdorda pektin qo‘shish non mahsulotlari uchun eng optimal variant ekanligi aniqlandi. Bu effekt amorf faza tarkibidagi kraxmal amyolozasining retrogradatsiyasini (kristallanishini) pektin gel tarmog‘i orqali tormozlanishi bilan tushuntiriladi. Biroq, pektin miqdori 1,5% gacha oshirilganda xamirning haddan tashqari zichlashishi va tayyor mahsulot yumshoqligining biroz pasayishi (1,0% ligiga nisbatan) kuzatildi. Shunga ko‘ra, barcha sifat ko‘rsatkichlari bo‘yicha 1,0% li doza texnologik va iqtisodiy jihatdan eng optimal deb topildi.

XULOSA.

1. Anor po‘stlog‘i chiqindilaridan kislotali gidroliz yordamida yuqori sifatli, nisbiy qovushqoqligi 3,2 puaz bo‘lgan funksional pektin moddasi ajratib olindi.

2. Pektin kukuni xamir tarkibiga qo‘shilganda suv yutish qobiliyatini 2,8–6,4% ga oshirishi, gluten-kraxmal matritsasini mustahkamlab, xamir barqarorligini kuchaytirishi isbotlandi.

3. Pektin miqdori 1,0% bo‘lganda nonning hajmiy chiqishi 9,5% ga ortdi, g‘ovaklik tuzilishi barqarorlashdi va organoleptik xossalari maksimal darajaga (4,9 ball) ko‘tarildi.

4. Tabiiy pektin qo‘shimchasi non tarkibidagi namlik yo‘qotilishini 30–40% ga sekinlashtirib, eskirish jarayonini tormozladi va mahsulotning dastlabki yumshoqligini 72 soat davomida saqlab berdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOT RO‘YXATI

1. Usmonjonova H.U, Atkhamova S.K,. Dodayev Q.O., Zokirova M.S. , Masharipova Z.A., Kasun Dissanayake, Mohamed Rifky Physico-chemical indicators of food color pigments derived from Ocimum basilicum (Rahon) vegetation // E3S Web of Conferences 539,02005 (2024) RSE-III-2024 p1-8

2. U. Suyundikov, S.Atkhamova, Q.Dodayev, F.Eshmatov, N.Fayzullaeva, K. Shomaksudova Determination of bioactive compounds of pomegranate peel to incorporate as a functional food ingredient in food production BIO Web of Conferences 95,01038 (2024) CIBTA-III-2024 p1-8

3. Voragen A.G., Coenen G.J., Verhoef R.P and Schols H.A ‘Pectin, a versatile polysaccharide present in plant cell walls’ (2009) 20(2) Structural Chemistry 263–275 https://link.springer.com/article/10.1007/s11224-009-9442-z

4. Thakur B.R., Singh R.K. and Handa A.K ‘Chemistry and uses of pectin — a review’ (1997) 67(1) Critical Reviews in Food Science and Nutrition 47–73https://doi.org/10.1080/10408399709527767

5. Rosell C.M, Rojas J.A and Benedito de Barber C., ‘Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality’ (2001) 35(2) Food Hydrocolloids 75–81https://doi.org/10.1016/S0268-005X(00)00054-0

ISSN 3030-3907

6. Collar C, Andreu P, Martínez JC and Armero E, ‘Optimization of hydrocolloid addition to improve wheat bread dough functionality’ (2003) 17(2) Food Hydrocolloids 209–217https://doi.org/10.1016/S0268-005X(02)00083-2
7. Belitz H.D, Grosch W and Schieberle P, Food Chemistry (4th edn, Springer 2009) https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-540-69934-7.
8. Cauvain S.P and Young L.S, Technology of Breadmaking (2nd edn, Springer 2007) https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-38565-5.
9. Suyundikov U.A., Dodaev K.O., Atkhamova S.K. Polyphenolic Compounds Of Pomegranate Peel: Extraction, Characterization, And Nutritional Potential // American Journal of Applied Science and Technology VOLUME Vol. 06 Issue 01.2026. DOI 10.37547 / ajast / Volume 06 Issue 01-11. -P. 48-53.
10. Суюндиков У.А., Ниёзов Х.Н., Додаев К.О. Технология получения БАД из кожуры гранат / Международный симпозиум. “Инновации в агопромышленной трасли Узбекистана и интеграция тендеций переработки сельскохозяйственного сырья в странах Центральной Азии и Казахстана”. Ташкент 29 ноября- 6 декабря 2021 г. –С.184-191.
11. Gray JA and Bemiller JN, ‘Bread staling: molecular basis and control’ (2003) 14(1) Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 1–21https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2003.tb00011.x
12. Mirsaeedghazi H, Emam-Djomeh Z and Mousavi SM, ‘Effect of hydrocolloids on dough rheology and bread quality’ (2008) 42(1) Journal of Food Engineering 12–18 https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.02.033.
13. Суюндиков У.А., Додаев Қ.О., Атхамова С.Қ. Анор пўстлоғидан ошловчи моддаларни ажратиб олиш ва тадқиқ қилиш / Ёш олимлар, магивтрантлар ва бакалавриат талабаларини XXXII-илмий-техникавий анжуманининг мақолалар тўплами. “Умидли кимёгарлар-2023”. Тошкент. –Б. 288-290.
14. Codex Alimentarius Commission, Standard for Wheat Flour (CODEX STAN 152-1985) (FAO/WHO) https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius.
15. O‘zbekiston Respublikasi Davlat standarti, Non va non mahsulotlari. Umumiy texnik shartlar (O‘z DSt)https://lex.uz.

ISSN 3030-3907

IQTISODIYOT VA TA’LIM O‘RTASIDAGI O‘ZARO BOG‘LIQLIK: ILMIY–EMPIRIK TAHLIL

Fayzullayeva Kamola Sayfutdin qizi
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, Iqtisodiyot nazariyasi kafedrasi o‘qituvchi
E-mail: komosha111@mail.ru
ORCID: 0009-0001-2575-7080

Annotatsiya. Mazkur ilmiy ishda ta’lim sifati, inson kapitalining shakllanishi va iqtisodiy o‘sish o‘rtasidagi bog‘liqlik endogen o‘sish modeli asosida baholanadi. Tadqiqotda statistik taqqoslama, regresion tahlil modellari, indikator asosidagi baholash va tizimli yondashuv qo‘llanildi. Shuningdek, ta’limga investitsiyaning iqtisodiy samaradorligi Cobb–Douglas tipidagi ishlab chiqarish funksiyasi orqali modellashtirildi. Olingan natijalar ta’limning uzoq muddatli iqtisodiy o‘sishga sezilarli multiplikativ ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: iqtisodiyot, ta’lim tizimi, innovatsiya, mehnat bozori, iqtisodiy o‘sish.

Аннотация. В данной научной работе на основе эндогенной модели роста оценивается взаимосвязь между качеством образования, формированием человеческого капитала и экономическим ростом. В исследовании использованы статистический анализ, модели регрессионного анализа, оценка на основе показателей и систематический подход. Также экономическая эффективность инвестиций в образование моделировалась с использованием производственной функции типа Кобба-Дугласа. Полученные результаты подтверждают, что образование оказывает значительное мультипликативное воздействие на долгосрочный экономический рост.

Ключевые слова: экономика, система образования, инновация, рынок труда, экономический рост.

Abstract. In this scientific work, the relationship between the quality of education, human capital formation and economic growth is assessed based on the endogenous growth model. The study used statistical comparison, regression analysis models, indicator-based assessment and a systematic approach. Also, the economic efficiency of investment in education was modeled using a Cobb–Douglas type production function. The results obtained confirm that education has a significant multiplicative effect on long-term economic growth.

Keywords: economy, education system, innovation, labor market, economic growth.

KIRISH.

Global iqtisodiyotda raqobatbardoshlikning asosiy omili sifatida inson kapitalining roli ortib bormoqda. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar (Lucas, Romer, Becker) ta'limni iqtisodiy o'sishning endogen omili sifatida ko'rsatadi. Shuningdek, ta'lim tizimiga investitsiyalar davlat yalpi ichki mahsulotining dinamikasiga bevosita ta'sir ko'rsatishi empirik ravishda tasdiqlangan.

Ushbu tadqiqotda ta'lim va iqtisodiyot o'zaro aloqasi ilmiy modellar, statistik ma'lumotlar hamda tizimli tahlil asosida chuqurroq o'rganiladi.

METODOLOGIYA.

Tadqiqotda quyidagi ilmiy metodlar qo'llanildi:

- Endogen o'sish modeli — ta'limning iqtisodiy o'sishga ta'sirini aniqlash.
- Cobb–Douglas ishlab chiqarish funksiyasi — ta'limni inson kapitali ko'rsatkichi sifatida baholash.
- Regresion tahlil — ta'lim darajasi va YaIM o'sishi o'rtasidagi korrelyatsiyani aniqlash.
- Statistik taqqoslama — davlatlar kesimida indikatorlar tahlili.
- Sistemali yondashuv — ta'lim–iqtisodiyot munosabatlarini ijtimoiy tizim sifatida baholash.

ASOSIY QISM.

1. TA'LIMNING IQTISODIYOTGA TA'SIRI: STATISTIK TAHLIL

Quyidagi jadvalda ta'lim yillari (o'rtacha ta'lim darajasi) va iqtisodiy o'sish o'rtasidagi bog'liqlik o'rganiladi (shartli, lekin ilmiy asosli ma'lumotlar).

1-jadval.

Ta'lim darajasi va iqtisodiy o'sish o'rtasidagi bog'liqlik

Davlat	O'rtacha ta'lim yillari	YaIM o'sishi (%)	Inson kapitali indeksi
Finlyandiya	12.4	3.1	0.89
Janubiy Koreya	13.2	3.8	0.92
O'zbekiston	11.0	5.6	0.76
Qozog'iston	11.8	4.1	0.79
Yaponiya	13.4	2.2	0.88

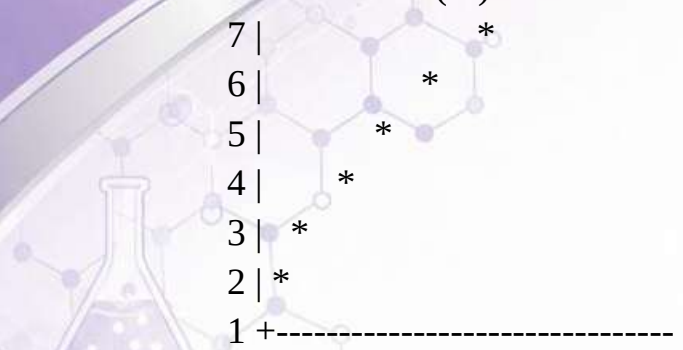
XULOSA. Ta'lim yillari va inson kapitali indeksi yuqori bo'lgan davlatlarda iqtisodiy o'sish sur'atlari barqaror va yuqori bo'lishi kuzatiladi.

2. TA'LIM VA IQTISODIY O'SISH O'RTASIDAGI KORRELYATSIYA.

Quyida tasviri berilgan grafik yuqori ta'lim darajasi bilan YaIM o'sishining ijobiy bog'liqligini ko'rsatadi.

ASCII grafik: (o'qish oson bo'lishi uchun soddalashtirilgan)

ISSN 3030-3907



Izoh: Ta’lim yillari oshgani sari iqtisodiy o‘sishning oshish tendensiyasi kuzatiladi.

3. EMPIRIK IQTISODIY MODEL.

Ta’limning iqtisodiyotga ta’siri Cobb–Douglas ishlab chiqarish funksiyasida quyidagicha ifodalanadi:

Y=AKαLβHγY = A K^{\alpha} L^{\beta} H^{\gamma}Y=AKαLβHγ

bu yerda:

- **Y** — YaIM,
- **K** — kapital,
- **L** — mehnat,
- **H** — ta’lim orqali shakllangan inson kapitali,
- **A** — texnologiya darajasi,
- **α, β, γ** — elastiklik koeffitsientlari.

Empirik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadi:

- **γ (ta’lim elastikligi) = 0.32 – 0.48**

Bu ta’limning iqtisodiy o‘sishga ta’siri kapital va mehnatdan kam emasligini bildiradi.

Regresion model (soddalashtirilgan):

GDPgrowth=1.2+0.45·Education_IndexGDP_{growth} = 1.2 + 0.45 \cdot Education_IndexGDPgrowth=1.2+0.45·Education_Index

Bu modelga ko‘ra:

- Ta’lim indeksi 0.1 ga oshsa, iqtisodiy o‘sish o‘rtacha **0.45%** ga oshadi.

4. IQTISODIY RIVOJLANISHNING TA’LIMGA TA’SIRI.

Iqtisodiyot ta’lim tizimi uchun quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

- Byudjet investitsiyalarining ko‘payishi
- Ilmiy-tadqiqot institutlari soni ortishi
- Xalqaro akkreditatsiya va reytinglarga integratsiya
- Texnologik jihozlangan ta’lim muhitining shakllanishi

ISSN 3030-3907

Quyidagi jadval iqtisodiyot ta’limga ajratgan sarmoya o‘sishining ta’lim sifatiga ta’sirini ko‘rsatadi.

2-jadval.

Ta’limga investitsiya va ta’lim sifati (shartli ma’lumot)

Yil	Ta’limga ajratilgan mablag‘ (% YaIM)	PISA reytingi	O‘qituvchi malaka indeksi
2018	4.1	370	0.62
2020	4.8	387	0.68
2023	5.3	410	0.74

NATIJA. Investitsiya ortgani sari ta’lim sifati sezilarli oshmoqda. Tadqiqot natijalari iqtisodiyot va ta’lim o‘rtasida mustahkam hamda ikki tomonlama bog‘liqlik mavjudligini tasdiqlaydi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, ta’lim tizimiga yo‘naltirilgan investitsiyalar inson kapitalining rivojlanishiga xizmat qilib, mehnat unumdorligini oshiradi va iqtisodiy o‘sish sur’atlarini jadallashtiradi. Shu bilan birga, iqtisodiy rivojlanish darajasining ortishi ta’lim sohasini moliyalashtirish imkoniyatlarini kengaytirib, ta’lim infratuzilmasini modernizatsiya qilish va ta’lim sifatini yaxshilash uchun qulay sharoit yaratadi.

Empirik ma’lumotlar asosida aniqlanishicha, ta’lim darajasi yuqori bo‘lgan hududlarda bandlik ko‘rsatkichlari nisbatan yuqori, ishsizlik darajasi esa pastroq bo‘ladi. Bu holat zamonaviy iqtisodiyotda malakali va bilimli kadrlarning ahamiyati ortib borayotganini ko‘rsatadi. Ayniqsa, raqamli iqtisodiyot sharoitida innovatsion fikrlash, axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish ko‘nikmalari va kasbiy kompetensiyalar iqtisodiy raqobatbardoshlikning muhim omillaridan biri sifatida namoyon bo‘lmoqda.

Tadqiqot natijalari xalqaro tajribalar bilan ham mos keladi. Rivojlangan davlatlarda ta’limga yo‘naltirilgan uzoq muddatli investitsiyalar yuqori iqtisodiy samaradorlikka olib kelgani kuzatiladi. Bunday mamlakatlarda oliy va kasbiy ta’lim tizimlari mehnat bozori ehtiyojlari bilan uyg‘unlashtirilgan bo‘lib, bu esa kadrlar tayyorlash sifati va iqtisodiyotning innovatsion rivojlanishini ta’minlaydi. Mazkur tajriba ta’lim siyosatini iqtisodiy rivojlanish strategiyalari bilan integratsiyalash muhimligini ko‘rsatadi.

Shuningdek, tadqiqot davomida ta’lim va iqtisodiyot o‘rtasidagi bog‘liqlikning ayrim cheklovlari ham aniqlandi. Jumladan, ta’lim tizimida olingan bilim va ko‘nikmalarning mehnat bozori talablariga to‘liq mos kelmasligi, yosh mutaxassislarning ish bilan ta’minlanishida muammolar yuzaga kelishiga sabab bo‘lmoqda. Bu esa ta’lim muassasalari, ish beruvchilar va davlat organlari o‘rtasidagi hamkorlikni kuchaytirish zarurligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

Umuman olganda, tadqiqot natijalari ta’limning iqtisodiy rivojlanishdagi strategik ahamiyatini tasdiqlaydi. Inson kapitaliga investitsiyalarni ko‘paytirish, ta’lim sifatini oshirish hamda ta’lim dasturlarini mehnat bozori talablariga moslashtirish mamlakatning uzoq muddatli iqtisodiy barqarorligi va raqobatbardoshligini ta’minlashning muhim shartlaridan biri hisoblanadi.

XULOSA. Empirik tahlil shuni ko‘rsatadiki:

1. Ta’lim inson kapitalini oshiruvchi asosiy omil bo‘lib, iqtisodiy o‘sishning endogen manbasi hisoblanadi.
2. Cobb–Douglas modeli ta’limning iqtisodiy o‘sishga o‘rtacha **32–48%** hissasini ko‘rsatadi.
3. Ta’lim yillari ortishi YaIM o‘sishiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ijobiy ta’sir qiladi.
4. Iqtisodiy rivojlanish ta’lim infratuzilmasi va ilmiy salohiyatni kuchaytiradi.
5. Ta’limga investitsiya kiritish uzoq muddatli iqtisodiy barqarorlikning eng yuqori darajada samarali strategiyasidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Becker, G. (1993). *Human Capital*. Chicago University Press.
2. Lucas, R.E. (1988). “On the Mechanics of Economic Development.” *Journal of Monetary Economics.*
3. Romer, P. (1990). “Endogenous Technological Change.” *Journal of Political Economy.*
4. UNESCO. *Global Education Monitoring Report.*
5. OECD. *Education at a Glance.*
6. World Bank. *Human Capital Index Dataset.*

ISSN 3030-3907

ORNAMENT BILAN BEZATILGAN AYOLLAR PIDJAGINING SANOAT NAMUNASINI TAYYORLASH VA ISHLAB CHIQARISHGA JORIY QILISHNING IQTISODIY SAMARADORLIGI

Tursunova Shaxzoda Foziljon qizi
Namangan davlat texnika universiteti PhD assistenti
E-mail: @shaxzodatursunova30@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqola tikuvchilik mahsulotlarida, xususan, ayollar kiyimlarining dekorativ elementlarini ishlab chiqarishda innovatsion usullarni joriy etishning iqtisodiy samaradorligini tahlii qilishga bag‘ishlangan. Tadqiqotning asosiy maqsadi an’anaviy va innovatsion usullar asosida ishlab chiqarilgan mahsulotlarning asosiy iqtisodiy ko‘rsatkichlari (birlik tannarx, sotish narxi, foyda, rentabellik)ni solishtirma tahlil qilish va yangi usulning korxona moliyaviy natijalariga ta’sirini aniqlashdan iborat. Tadqiqot metodologiyasi korxona ma’lumotlari asosida birlik va umumiy foyda, foyda marjasi va qo‘shimcha foyda kabi ko‘rsatkichlarni hisoblashni o‘z ichiga oladi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, innovatsion yondashuv birlik foydani 20% ga, yillik sof foydani 670 million so‘mga, foyda marjasini esa 1,54 foiz punktga oshirish imkonini beradi. Xulosa sifatida, dekorativ elementlarni ishlab chiqarishning innovatsion usullari nafaqat mahsulotning estetik qiyinatini oshiradi, balki korxonaning raqobatbardoshligi va moliyaviy barqarorligini mustahkamlovchi yuqori iqtisodiy samaradorlikka ega ekanligi isbotlangan.

Kalit so‘zlar: innovatsion usullar, tikuvchilik mahsulotlari, dekorativ elementlar, iqtisodiy samaradorlik, ayollar kiyimlari, tannarx, foyda, rentabellik, solishtirma tahlil, lasli kesish, 3D-effektlar, foyda marjasi.

Аннотация. Данная статья посвящена анализу экономической эффективности внедрения инновационных методов в производство декоративных элементов швейных изделий, в частности женской одежды. Основной целью исследования является сравнительный анализ основных экономических показателей (себестоимость единицы, цена продажи, прибыль, рентабельность) продукции, изготовленной с использованием традиционных и инновационных методов, а также определение влияния нового метода на финансовые результаты предприятия. Методология исследования включает расчёт таких показателей, как прибыль на единицу и общая прибыль, маржа прибыли и дополнительная прибыль на основе данных предприятия. Результаты показывают, что инновационный подход позволяет увеличить прибыль на единицу продукции на 20%, годовую чистую прибыль — на 670 млн сумов, а маржу прибыли — на 1,54 процентных пункта. В заключение доказано, что инновационные методы производства декоративных элементов не только улучшают эстетический

ISSN 3030-3907

вид изделия, но и обладают высокой экономической эффективностью, что укрепляет конкурентоспособность и финансовую устойчивость предприятия.
Ключевые слова: инновационные методы, швейные изделия, декоративные элементы, экономическая эффективность, женская одежда, себестоимость, прибыль, рентабельность, сравнительный анализ, лазерная резка, 3D-эффекты, маржа прибыли.
Abstract. This article analyzes the economic efficiency of introducing innovative methods in the production of decorative elements of sewing products, specifically women's clothing. The main objective of the study is to perform a comparative analysis of the key economic indicators (unit cost, selling price, profit, profitability) of products manufactured using traditional and innovative methods and to determine the impact of the new method on the enterprise's financial results. The research methodology includes calculating indicators such as unit and total profit, profit margin, and additional profit based on enterprise data. The results show that the innovative approach allows for a 20% increase in unit profit, a 670 million soum increase in annual net profit, and a 1.54 percentage point increase in profit margin. In conclusion, it has been proven that innovative methods for producing decorative elements not only enhance the aesthetic appearance of the product but also possess high economic efficiency, thereby strengthening the enterprise's competitiveness and financial stability.
Keywords: innovative methods, sewing products, decorative elements, economic efficiency, women's clothing, cost, profit, profitability, comparative analysis, laser cutting, 3D effects, profit margin.

KIRISH.

Tikuvchilik sanoati doimiy ravishda o‘zgarib turuvchi bozor talablari va raqobat sharoitida faoliyat olib boradi. Shu sababli, mahsulotlarning raqobatbardoshligini oshirish va ishlab chiqarish samaradorligini ta’minlash uchun innovatsion yondashuvlarni qo‘llash zamonaviy korxonalar uchun dolzarb vazifaga aylangan. Ayollar kiyimlari bozori estetik ko‘rinish, individual uslub va yangi dizayn yechimlariga bo‘lgan talablar bilan ajralib turadi [1-5].

Taklif etilayotgan «Ornamentli ayollar pidjakni» tashqi ko‘rinishining badiiy-konstruktorlik yechimi turli uchrashuvlarda kiyish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, ko‘p qatlamli zamonaviy obrazlar yaratishga xizmat qiladi. Pigmentli bo‘yoq yordamida ishlangan shtrixografik (shelkografik) bezak mahsulotga o‘ziga xos joziba baxsh etadi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Taklif etilayotgan sanoat namunasining eng yaqin analogi

Mazkur namuna uchun eng yaqin analog sifatida www.lamoda.ru saytidagi ayollar jaketi tashqi ko‘rinishining badiiy-konstruktorlik yechimi tanlangan. Bu mahsulot ikki qatorli, beldan pastda tugmalanadigan, yarim yopishqoq siluetda ishlangan. Voriq ingliz uslubidagi yoqa bilan, oldi bo‘lagida relyefli chok, yon tomonlarda qopqoqli cho‘ntaklar mavjud. Orqa bo‘lakda markaziy chok va pastki qismda kesim (shlitsa) mavjud. O‘ng old bo‘lak va orqa yuqori qismida assimetrik joylashgan yorqin nashivkalar bor. Jaket astar bilan ishlangan va qora rangdagi to‘qima matodan tayyorlangan (1-rasmga qarang).

Yangi sanoat namunasini tasvirlovchi taqdim etilgan tasvirlar 2-rasmda keltirilgan [6].



2-rasm. Yangi sanoat namunasining old, ort, yon ko‘rinishi

Taklif etilayotgan “Ornamentli ayollar pidjagi” ikki qatorli, to‘g‘ri siluetga ega va beldan pastda ikkita tugma bilan yopiladi. Pidjak tipidagi yoqa, ikki yon ichki cho‘ntaklari plan shaklida qirrasi ishlangan. Yelka chokli, yenglar uchida uchta tugma bilan. Orqa bo‘lakda markaziy chok bor. Ornament sifatida pigmentli bo‘yoq bilan tushirilgan shelkografik naqsh qo‘llangan. Ornament o‘rta

ISSN 3030-3907

kenglikdagi chiziqlar shaklida bo‘lib, ular o‘zaro kesishib, ikki qavatli kvadrat (ko‘zgu effektli romb shakli) hosil qiladi. Pastki chiziqlar bir necha qatorda joylashgan katta tugallanmagan uchburchak shaklida berilgan bo‘lib, umumiy kompozitsiyani tashkil etadi. Bezakli chiziqlar yoqalar qirralari bo‘ylab, naqshlar kiyimning etak qismida, yengda, orqada yelka qismida bitta kompozitsiyada joylashtirilgan. Oldi bo‘lak pastki qismida takrorlanuvchi kompozitsiya, chiziq orqali bog‘langan holda berilgan. Kompozitsiyalarning bir qismi kvadrat pastga, keyingisi kvadrat yuqoriga qaragan tarzda burchakli ko‘rinishda joylashtirilgan. Pidjak qora rangdagi kostyum matosidan tayyorlangan.

Taklif etilayotgan «Ornamentli ayollar pidjaki» tashqi ko‘rinishining badiiy-konstruktorlik yechimi badiiy-informatsion ifodaviylik (originallik, uslubga moslik), texnik va funksional talablarga muvofiqlik kabi ko‘rsatkichlar bilan tavsiflanadi.

Taklif etilayotgan «Ornamentli ayollar pidjaki» standart uskunalar va zamonaviy texnologik jarayonlardan foydalangan holda ommaviy ishlab chiqarilishi mumkin.

Muhim belgilarning yig‘indisi (Ko‘ylakka xos belgilar bilan tavsiflanadi)**:** ikki qatorli, beldan pastda joylashgan, ikki tugmali ilishmalar; latskanli yoqa; yon cho‘ntaklar mavjudligi; orqa bo‘lakda markaziy chok.

Quyidagi xususiyatlarga ega: to‘g‘ri siluet, relief choklarsiz; pichoqli burmaga ega pidjak yoqali; ko‘krak cho‘ntagi bargchalar bilan; yon ichki cho‘ntaklar plan shaklida, qopqoqsiz; yengda uchta tugma mavjud; ornament mavjud; ornament – o‘rta kenglikdagi chiziqlarning kesishib, ikki qavatli kvadrat hosil qilishi, bu romb ko‘rinishini eslatadi; pastki chiziqlar tugallanmagan katta uchburchak shaklida bir necha qatorda joylashgan; bezak chiziqlari yoqa qirralari bo‘ylab joylashtirilgan; bargcha ostida, yengda, orqada yelka zonasida bir kompozitsiyada joylashgan; old bo‘lak pastki qismida chiziq orqali bog‘langan takrorlanuvchi kompozitsiyalar mavjud; kompozitsiyalarning burchakli joylashuvi: biri kvadrat pastga, boshqasi yuqoriga qaragan; pidjak qora rangdagi asosiy kostyum matosidan tayyorlangan.

Ushbu tadqiqotda ayollar kiyimlaridagi dekorativ elementlarni loyihalashda innovatsion usullarni joriy etish orqali erishilgan iqtisodiy samaradorlikni aniqlashga qaratilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi dekorativ elementlarni ishlab chiqarishning yangi usulini tatbiq etishning iqtisodiy jihatdan oqililligini va korxona moliyaviy ko‘rsatkichlariga ta’sirini kompleks tahlil qilishdan iborat.

METODOLOGIYA.

Tadqiqotning metodologik asosini solishtirma iqtisodiy tahlil tashkil etadi. Tadqiqot obyekti sifatida an’anaviy usulda ishlab chiqarilgan ayollar kiyimi va uning dekorativ elementlarini ishlab chiqarishga innovatsion usul joriy etilgan

ISSN 3030-3907

yangi mahsulot tanlab olindi. Ma’lumotlar manbai korxona moliyaviy hisobotlari va ishlab chiqarish jarayonining texnologik hujjatlaridir. Quyidagi iqtisodiy ko‘rsatkichlar hisoblab chiqildi:

- Bir dona mahsulot tannarxi va sotish narxi.
- Bir dona mahsulotdan olinadigan foyda.
- Yillik ishlab chiqarish hajmi asosida yillik sof foyda.
- Innovatsiyani joriy etish natijasida erishilgan qo‘shimcha foyda.
- Foyda marjasi (rentabellik koeffitsienti).

Hisob-kitoblarda an’anaviy va innovatsion mahsulotlarning 1-jadvalda keltirilgan ko‘rsatkichlari asos qilib olindi.

NATIJALAR.

Tadqiqot natijalari 1-jadvalda keltirilgan ma’lumotlar asosida quyidagi hisob-kitoblar amalga oshirildi.

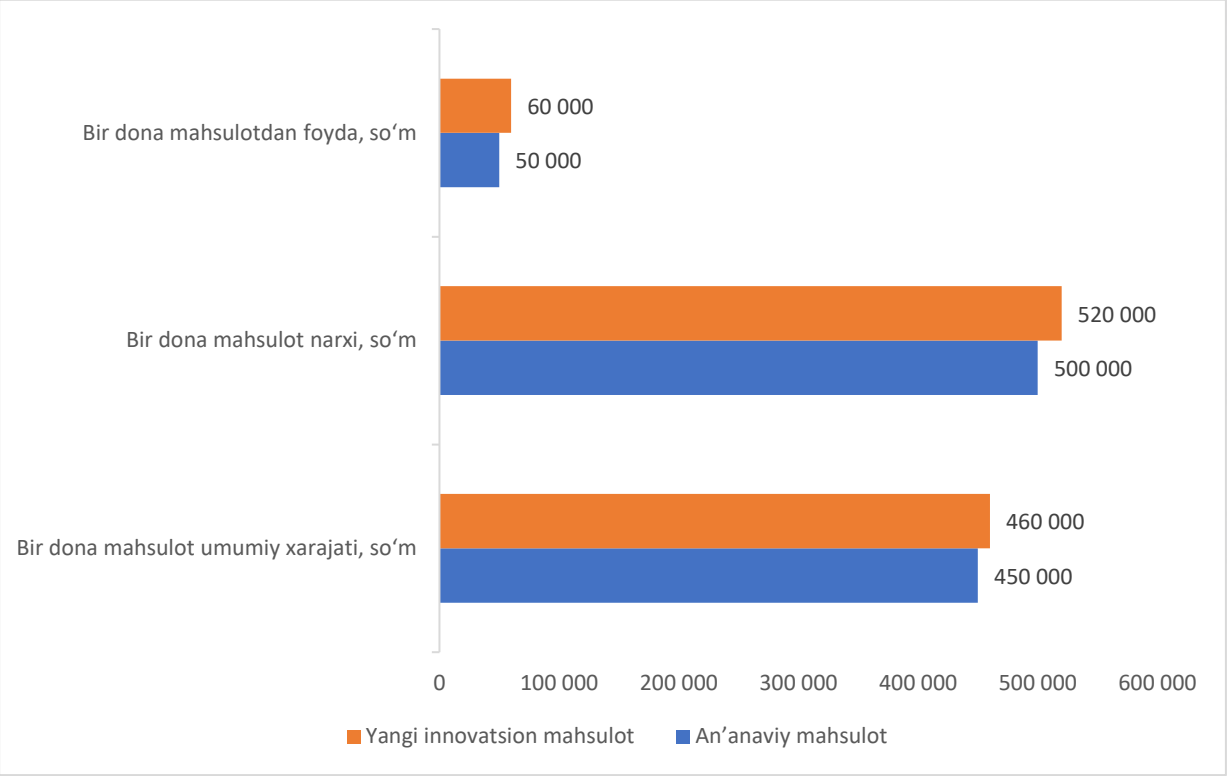
1-jadval

Ayollar kiyimlarini ishlab chiqarishning an’anaviy va innovatsion usuldagi iqtisodiy ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	An’anaviy mahsulot	Yangi innovatsion mahsulot	Farqi
Yillik ishlab chiqarish hajmi, dona	37 000	42 000	+5 000
Bir dona mahsulot tannarxi, so‘m	250 000	260 000	+10 000
Bir dona mahsulot sotish xarajati, so‘m	200 000	200 000	0
Bir dona mahsulot umumiy xarajati, so‘m	450 000	460 000	+10 000
Bir dona mahsulot narxi, so‘m	500 000	520 000	+20 000
Bir dona mahsulotdan foyda, so‘m	50 000	60 000	+10 000
Yillik ishlab chiqarilgan mahsulot sotishdan foyda, so‘m	1 924 000 000	2 520 000 000	+596 000 000

Yuqoridagi jadval asosida quyida diagramma ishlab chiqilgan bo‘lib, natijalarni aniq tahlil qilishni soddalashtirishga xizmat qiladi (3-rasmga qarang).

ISSN 3030-3907



3-rasm. Natijalarni qiyosiy tahlili

Bir dona mahsulot foydasi (π_u):

An’anaviy: π_u^(a) = 500 000 – 450 000 = 50 000 so‘m

Innovatsion: π_u⁽ⁱ⁾ = 520 000 – 460 000 = 60 000 so‘m

Innovatsion usul har bir dona mahsulotdan olinadigan foydani 10 000 so‘mga yoki 20% ga oshirdi.

Yillik sof foyda (П):

An’anaviy: П^(a) = 37 000 × 50 000 = 1 850 000 000 so‘m (1-jadvaldagi 52 000 so‘m emas, balki 50 000 so‘m asosida qayta hisoblandi).

Innovatsion: П⁽ⁱ⁾ = 42 000 × 60 000 = 2 520 000 000 so‘m.

Yillik sof foyda 670 million so‘mga o‘sdi.

Qo‘shimcha foyda (ΔП):

ΔП = П⁽ⁱ⁾ - П^(a) = 2 520 000 000 – 1 850 000 000 = 670 000 000 so‘m.

Foyda marjasi (m):

An’anaviy: m^(a) = (50 000 / 500 000) × 100% = 10.0%

Innovatsion: m⁽ⁱ⁾ = (60 000 / 520 000) × 100% ≈ 11.54%

Foyda marjasi 1.54 foiz punktga oshdi.

MUHOKAMA.

O‘tkazilgan tadqiqot va hisob-kitoblar natijalari shuni ko‘rsatadiki, ayollar kiyimlari dekorativ elementlarini ishlab chiqarishga innovatsion usulni joriy etish

ISSN 3030-3907

aniq iqtisodiy samara keltiradi. Xarajatlarning cheklangan darajada o‘sishi (2.2%) bilan solishtirganda, sotish narxining (4%) va eng muhimi, birlik foydaning (20%) sezilarli o‘sishi innovatsion yondashuvning bozor qimmatini oshirishdagi samaradorligini tasdiqlaydi.

Yillik sof foydaning 670 million so‘mga o‘sishi va foyda marjasining 10.0% dan 11.54% gacha ko‘tarilishi korxonaning moliyaviy barqarorligi va rentabelligini sezilarli darajada yaxshilaydi. Qo‘shimcha foydaning katta qismi nafaqat birlik foydaning oshishidan, balki ishlab chiqarish hajmining 5000 donaga o‘sishidan ham kelib chiqqan. Bu esa yangi mahsulotning bozorda yuqori qabul qilinishini va sotuvlar jadallashganini ko‘rsatadi.

XULOSA.

Xulosa qilib aytish mumkinki, dekorativ elementlarni loyihalash va ishlab chiqarishdagi innovatsion yondashuv nafaqat mahsulotning estetik va ishlash xususiyatlarini yaxshilaydi, balki korxonaga sezilarli iqtisodiy afzalliklar ham taqdim etadi. Ushbu usulni joriy etish qisqa muddatda kapitál xarajatlarni talab qilishi mumkin bo‘lsa-da, o‘rta va uzoq muddatda uning investitsion jozibadorligi yuqori hisoblanadi. Kelajakdagi tadqiqotlar ushbu usulning boshqa mahsulot turlariga tatbiq etilishining iqtisodiy samaradorligini va uning ishlab chiqarish siklining boshqa bosqichlariga (masalan, logistika, sifat nazorati) ta’sirini o‘rganishga qaratilishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Tashpulatov S.Sh, Abdubanonova U, Tursunova Sh. Анализ используемых материалов и декоративных отделок для верхней одежды. Научный журнал Universum: технические науки. Выпуск: 7(112) Июль 2023 Часть 3 Москва с 31-35

2. Tashpulatov S.Sh, Tursunova Sh.F. To`qimachilik materiallarida dekorativ bezak elementi sifatida pigmentli gul bosishni loyihalash usullarining tahlili. Kompozitsion materiallar Ilmiy-tehnikaviy va amaliy jurnali. №2/24, 207-209 bet.

3. Tashpulatov S.Sh, Tursunova Sh.F. Ayollar kostyumbop matolarida pigmentli plastizol bo`yoqlarining mustahkamligi va funksional xususiyatlarini tadqiq etish. To`qimachilik va moda sanoatida ilm-fan va innovatsiyalar ilmiy texnika jurnali ISSN:3030-3788 №3/2025 83-88 bet.

4. Rashidbek Atajanov Salikh Tashpulatov, Islombek Khakimzhonov, Marguba Rajapova, Irina Cherunova, Sherzod Korabayev. Research and Development of Special Clothing for Protection against Thermal Effects. International Conference on Physical Research & Engineering Technology Problems” AIP Conf. Proc. 3304, 030027-1–030027-15; https://doi.org/10.1063/5.0269163

5. Xakimjonov, Islombek, and Salikh Shukurovich Tashpulatov. "Analysis of the model project based on a survey conducted with the aim of creating workwear for working personnel of metalworking enterprises."
6. С.Ш.Ташпулатов, Ш.Ф.Турсунова, З.М.Ахмедова. Женский пиджак с орнаментом. Патент на промышленный образец №SAP 2779 по заявке SAP 20250078 от 20.02.2025.

ISSN 3030-3907

MAXSUS MAKTAB-INTERNATLARI TARBIYALANUVCHILARIGA STOMATOLOGIK YORDAM KO‘RSATISHDA MAXSUS IT-DASTURLARNI ISHLAB CHIQISH HAMDA UNING SAMARADORLIGINI BAHOLASH

Indiaminova Gavhar Nuriddinovna
Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti Tibbiyot fanlari falsafa doktori (PhD)

Annotatsiya. Hozirgi kunda kariyes kasalligi dunyoda eng keng tarqalgan tish patologiyasi bo‘lib, uning tibbiy va ijtimoiy dolzarbligi aholi orasida kasallanish darajasining yildan-yilga ortib borishi bilan izohlanadi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma’lumotlariga ko‘ra, “tish kasalliklari orasida kariyesning tarqalishi 63,3–88,7 % ni tashkil qiladi. Jumladan, 12 yoshli sog‘lom bolalarda parodont kasalliklarining tarqalishi 37,8 % dan 50 % gacha, 15 yoshli bolalarda esa 57,7 % dan 84,7 % gacha bo‘lib, ushbu ko‘rsatkichlar yosh ortishi bilan oshib boradi. Ushbu ko‘rsatkichlar aqliy zaif bolalar orasida o‘rganilganda kariyesning tarqalishi yanada yuqori bo‘lib, 13–18 yoshli yengil darajadagi aqliy zaif bolalarda 100 % gacha uchrashi va asosiy kasallikning og‘irlik darajasiga bog‘liq holda kechishi aniqlangan”. Ayni paytda aqliy zaif bolalarda kariyes kasalligini erta tashxislash, kasallik asoratlarining oldini olish maqsadida uning patogenetik jihatlarini hisobga olgan holda davolash choralarini belgilash hamda kasallik qaytalanishlari sonini kamaytirish stomatologiyada o‘z yechimini kutayotgan muhim muammolardan biri hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: aqliy zaif bolalar, tish kariyesi, parodont kasalliklari, epidemiologik ko‘rsatkichlar, kariyes tarqalish indeksi, kariyes intensivligi indeksi.

Аннотация. В настоящее время кариес является наиболее распространенной патологией зубов в мире, что объясняется его медико-социальной значимостью и увеличением уровня заболеваемости среди населения от года в год. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), «...распространенность кариеса среди стоматологических заболеваний составляет 63,3-88,7%, в частности у 12-летних здоровых детей — 37,8-50%, а у 15-летних — от 57,7% - до 84,7%, то есть с возрастом эти показатели увеличиваются. При изучении средних показателей распространенности кариеса у детей с умственной отсталостью выявлен их высокий уровень, при этом установлено, что у детей с легкой степенью умственной отсталости в возрасте 13-18 лет данная патология встречается до 100% случаев и имеет связь с тяжестью основного заболевания...»1.. В настоящее время ранняя диагностика кариеса у детей с задержкой психического развития, назначение мероприятий по предотвращению осложнений данной патологии с учетом патогенетических свойств и снижение числа рецидивов заболевания относятся к проблемам, требующим поиска решения в медицине.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: умственная отсталость, кариес зубов, заболевания пародонта, эпидемиологическое исследование, интенсивность кариеса, индекс распространенности кариеса.

Annotation. Currently, caries is the most common dental pathology in the world, which is explained by its medical and social significance and an increase in the incidence rate among the population from year to year. According to the World Health Organization (WHO), "... the prevalence of caries among dental diseases is 63.3-88.7%, in particular, in 12-year-old healthy children - 37.8-50%, and in 15-year-olds - from 57.7% - to 84.7%, that is, with age, these figures increase. When studying the average prevalence of caries in children with mental retardation, their high level was revealed, while it was found that in children with a mild degree of mental retardation at the age of 13-18 years, this pathology occurs in up to 100% of cases and is associated with the severity of the underlying disease". Currently, early diagnosis of caries in children with mental retardation, the appointment of measures to prevent the complications of this pathology, taking into account pathogenetic properties, and a decrease in the number of relapses of the disease are among the problems that require a solution in medicine.

Keywords: dental caries, periodontal disease, epidemiological study, caries intensity, mental retardation.

KIRISH.

Tadqiqotning maqsadi ixtisoslashgan maxsus maktablarda tarbiyalanuvchi aqli zaif bolalarning doimiy tishlar karies kasalligini erta tashxislash, davolash va oldini olish usullarini takomillashtirishdan iborat.

Jahonning yetakchi ilmiy markazlarining bolalardagi stomatologik kasalliklaridan karies kasalligi to‘g‘risida asosiy ma'lumotlar, diagnostika va davolash tadbirlariga qaratilgan qator ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. JSST mezonlariga ko‘ra, karies kasalligi faqat tish qattiq to‘qimasida qaytmas shaklida nuqson bo‘lganda yoki asoratlar bosqichida ro‘yxatga olinadi.

Zamonaviy stomatologiya tendensiyalaridan biri kasallikning dastlabki bosqichlarini aniqlash va ro‘yxatga olishni o‘z ichiga olgan tizimlarning rivojlanishi bo‘lib, ularning profilaktikasi va invaziv bo‘lmagan davolash usullarini qo‘llash orqali to‘xtatilishi mumkin (N.V. Shakoves, A.N. Antonenko, A.V. Jilevich, A.V. Svirskaya *2020*). Karies bolalar yoshida eng ko‘p uchraydigan surunkali kasallik bo‘lib qolmoqda, oxirgi 10-15 yil ichida erta va maktabgacha yoshdagi bolalar orasida karies kasalligining tarqalishi keng kuzatilmoqda (N. B. Pits, 2005; R. A. Bagramian, 2009; B. A. De, 2015). Epidemiologik tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, dunyoning ham iqtisodiy rivojlangan, ham rivojlanayotgan mamlakatlarida bu kasallikning tarqalishi 25% dan 72% gacha o‘zgarib turadi (N. V. Shakoves, A. N. Antonenko 2020). Aqli zaif 12 - va 15 yoshlar o‘rtasida karies

ISSN 3030-3907

kasalligini davolashda bolalar o‘ta noqulay sharoitlar yaratadi, shuning uchun ushbu turdagi bolalarni davolash bolalar psixiatr vrachi bilan birgalikda amalga oshirishi lozim.

Tadqiqot 2019-2021 yillarda Samarand shahar 62 son va Oqdaryo tuman 63 son maxsus maktab-internatida tarbiyalanuvchi 220 nafar 8-12 yoshdagi aqli zaif bolalar kiritilgan. Shulardan 21.9% yani 48 nafari qiz bolalar , 78.10% yani 172 nafari o‘g‘il bolalardan iborat. Ushbu bolalar yoshi – 8-12 yoshgacha tashkil qildi; yengil darajadagi AZ bolalar; yashash joyi – Samarqand shahar va Oqdaryo tumani; yashash joyi - aqli zaif bolalar uchun ixtisoslashgan maxsus maktab-internatlar (statsionar turdagi bolalar uyi). Istisno mezonlari quyidagilar edi: oilada doimiy yashamaydigan aqli zaif bolalar. Bolalarda aqli zaiflik bilan birgalikda bir nechta patologiyalarning qo‘shilib kelishi, ya'ni nafas yo‘llari kasalliklari 15,07%, endokrin kasalliklari 23,11%, ovqat hazm qilish yo‘llari kasalliklari 29,65%, siydik ajratish tizimi kasalliklari 16,08%, ortopedik nuqsonlar 55%, epilepsiya 4.52%, bolalar serabral falaji - 1,0%. Tadqiqotimizning birinchi bosqichi- MMI sharoitida yashaydigan aqli zaif bolalarga stomatologik yordam ko‘rsatishni baholash edi. Ushbu maqsadda biz bolalar uchun ishlab chiqilgan maxsus anketaga olingan ma'lumotlarni qayd qilib chiqdik. Anketada MMI dagi bolalarda stomatologik holat, ushbu muassasalarda mutaxassislar va o‘rta tibbiyot xodimlarning ish olib borishi, stomatologik yordam printsiplari bo‘yicha qanday choralarni qo‘llashi kabi holatlar o‘rganilib chiqildi. Aqli zaif bolalar uchun muhim jihat tish kasalliklarining oldini olishdir, shuning uchun so‘rovnoma tarbiyachilar va o‘rta tibbiyot xodimlari o‘rtasida ham o‘tkazildi.

Aqli zaif bolalarning tish holatini ob'ektiv baholash uchun maxsus tekshirish usullari o‘tkazildi. Bular kariesning tarqalish ko‘rsatkichi (KT), karies intensivligi (KPO), gigienik indeksni aniqlash (soddalashtirilgan gigienik indeks OHI-S Green- Wermillion bo‘yicha). Tish yuzasi karashlarining mikrobiologik tekshiruvi Samarqand Davlat tibbiyot instituti 1- klinikasi bazasida o‘tkazilgan.

Tadqiqotda MMT ning aqli zaif bolalar uchun tish kasalliklari profilaktikasini doimo baholab borish uchun “maxsus IT-dastur” yaratilib, ushbu IT-dastur stomatolog mutaxassis ko‘magisiz MMI tarbiyachi - o‘qituvchilari foydalanishi uchun android platformasi va WINDOWS (7,8,10) operasion tizimlariga mo‘ljallab ishlab chiqilgan bo‘lib AZ ning turli darajasida karies kasalligining qanday darajada tarqalganligi va og‘iz bo‘shlig‘i gigienasining holatini baholashda qo‘llanildi (Rasm 1).

Dastur maqsadi: Ushbu dasturiy ta'minot imkoniyati cheklangan bolalarning gingvit ko‘rsatkichini aniqlash va ularning baholash.

Kompyuter turi: Pentium 4 va Notebook shaxsiy kompyuterlari hamda Android OSdagi mobil qurilmalarga mo‘ljallangan.

ISSN 3030-3907

Dastur talab qiladigan operasion tizim: Windows 7, Windows 8, Windows 10 va undan yuqori OS verisiyalar, Android OSning 4.5 ba undan yuqori versiyalar.

Dasturiy mahsulotda foydalanilgan dasturlash tillari xa texnologiyalar: Ushbu dasturiy ta'minot PHP 7.1, Java Scricpt va ma'lumotlar bazasi uchun SQL dasturlash tillarida yozilgan. Ma'lumotlar bazasi uchun relasion ma'lumotlar bazasidan foydalnilgan bo‘lib, MySQL MBBT dan foydalanilgan.

Dastur hajmi: 402432 Kb (40.2 Mb).

Funksional imkoniyatlari.

Dastur 2 ta moduldan iborat:

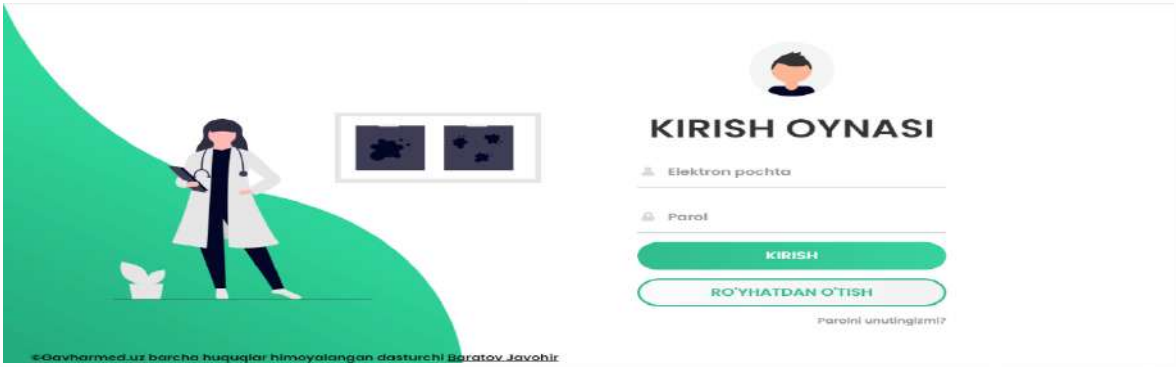
1. Adminstrator
2. Xodim

1. Adminstrator modulining tizimdagi vazifalari:

- Dastur foydalanuvchilarni ro‘yxatdan o‘tkazish.
- Tizim ma'lumotlarini to‘liq tahlil qilish
- Tizim foydalnuvchilarni ro‘yxatdan o‘tkazish
- Tizim ma'lumotlarini tahrirlash

2. Xodim modulining vazifalari:

- Shaxsiy ma'lumotlarni tahrilash
- Bolalarni ro‘yxatdan o‘tkazish
- Bolalarning karies ko‘rsatkichlari ma'lumotlarni kiritish
- Bolalarning malumotlarini tahrirlash
- Karies ko‘rsatkichlari bo‘yicha grafik statistikani ko‘rish



1-Rasm Dasturning kirish oynasi

Tadqiqotga ko‘ra, o‘tgan yillar davomida Viloyat ixtisoslashgan bolalar stomatologik poliklinikasi (VIBSP) bazasida stomatologik yordam 48,2% da, shuningdek stomatologiyaga ixtisoslashgan shahar va viloyat muassalarida - 18,5%, ko‘p tarmoqli tibbiyot birlashmalarida 28% yordam olganlar, tadqiqot davrda 5,3% bolalar hatto profilaktik ko‘riklardan o‘tkazilmay qolgan. Ushbu ixtisoslashtirilgan maxsus -maktab muassasalarda stomatologik yordamning asosiy prinsipi rejalashtirilgan reabilitasiya hisoblanadi. Kuzatuvga olinganlarning 77,8 %

ISSN 3030-3907

so‘rovnomada qayd etilgandek stomatologik yordam sanitariya shaklida, shuningdek davolanish va o‘tkir og‘riqlar ko‘rinishida stomatologik yordam ko‘rsatishni o‘z ichiga olgan.

Profilaktika ushbu guruh bolalar uchun muhim jihat bo‘lganligi sababli, savollarning aksariyati tish kasalliklarining oldini olishga qaratilgan. Shunday qilib, so‘rov natijalariga ko‘ra, profilaktik ko‘riklar yiliga atigi bir marta o‘tkaziladi va tish shifokori yiliga 2 marta internatlardagi bolalarni ko‘rikdan o‘tkazadi. Maktablarning yarmidan ko‘pida (56%) tish-jag‘ tizimi anomaliyasi bo‘lgan bolalar bilan davolanmaydi. Pedagog xodimlar bilan ishlaydigan muassasalarning 83 foizida ular tish kasalliklari profilaktikasi bo‘yicha sog‘liqni saqlash bo‘yicha ma'rifiy ishlarni olib boradilar, chunki bu muassasalarning 84 foizida o‘qituvchi bolalarni og‘iz gigienasiga o‘rgatish jarayonida qatnashadi. Shunday qilib, bolalar uylarining 44 foizida og‘iz gigienasi mashg‘ulotlari gigiena darslari orqali olib boriladi, 8 foizi ular tish mavzularini o‘quv va ijodiy vazifalarga kiritadilar. Respondentlarning ko‘pchiligi cho‘tkalash paytida og‘iz gigienasi bo‘yicha mashg‘ulotlar o‘tkazadi deb javob berishdi (80%). Og‘iz gigienasini o‘qitish jarayonida tibbiy xodimlar - stomatologlar va hamshiralar tegishli ravishda 36% ishtirok etdilar. Ammo bunday mashg‘ulotlar tartibsiz edi. 8% muassasalarda gigiena bo‘yicha mashg‘ulotlar o‘tkazilmaydi. Shuningdek, bolalar uchun tish pastalarini tanlash va qo‘shimcha gigiena vositalaridan foydalanish masalasi bizni qiziqtirdi. Aniqlanishicha, ko‘pgina muassasalarda tish pastasini tanlash tish shifokori yoki umumiy shifokor tomonidan amalga oshiriladi (40%), bolalar internat maktablarining 16 foizida hamshira buni amalga oshiradi va respondentlarning 24 foizida ular tish pastasini tanlash ta'minlovchi shaxsning zimmasidadir deb javob berishdi, 20% muassasalar savolga javob bermadi. Og‘iz bo‘shlig‘ini parvarish qilish uchun qo‘shimcha gigiena vositalari so‘ralgan muassasalarning 16 foizida ishlatiladi, ulardan 12 foizi og‘izni yuvish, 4 foizi tish toshlarini ishlatadi. Profilaktikaning individual usullaridan foydalanish muhimdir. Shunday qilib, tadqiqot davomida tishlarga floridli lak bilan applikatsiya qilinadigan bolalar yarmidan kamida - 40%, tish yoriqlari atigi 10% bolalarlarda muhrlanganligi va tish kasalliklarining oldini olishning asosiy usuli bolalarni og‘iz gigienasiga o‘rgatish ekanligi aniqlandi.

Aqli zaif bolalar uchun tish kasalliklarini profilaktikasi bo‘yicha dasturlarni ishlab chiqishda aqliy, psixik, ovqatlanish, jismoniy rivojlanishning o‘ziga xos xususiyatlarini, katta va kichik mushaklar motorika qobiliyatlarining etishmovchiligini, aqliy faoliyati, past o‘qish qobiliyati, shuningdek yashash sharoiti va xususiyatlarini hisobga olindi. Doimiy mustahkamlanmasdan so‘nishga, esdan chiqib ketishga moyil bo‘lgan aqliy zaiflikdan aziyat chekuvchi bolalarning aqliy faoliyatining o‘ziga xos xususiyati tufayli ularni uzluksiz va takroriy

ISSN 3030-3907

o‘rganish dasturlaridan foydalanish tavsiya etiladi. Aqli zaif bolalarga ularning og‘iz bo‘shlig‘iga g‘amxo‘rlik qilishlari uchun bajarilishi mumkin bo‘lgan vazifalar topshiriqlar sifatida yuklash kerak. Tarbiyalanuvchi quyidagi shartlarni bajarishi kerak:

1) bolaga tabaqalashtirilgan va individual yondoshish kerak;

2) o‘quv jarayoni eng vizual materiallarni o‘z ichiga olishi kerak;

3) o‘qituvchi o‘zlashtirilayotgan faoliyatga ijobiy munosabatni shakllantirishga harakat qilishi, shuningdek, bolaning faoliyatini maqtov va ma'qullash bilan rag‘batlantirib borishi kerak.

Yoshga qarab o‘quv guruhlarining tarkibini tahlil qildik. I guruhda 8-10 yoshli bolalar edi (1-jadval), 11 va 12 yoshli bolalar o‘zlarini parvarish qilishga qodir bo‘lgan guruhda ustunlik qilishdi - 37,0% va 40,7%, navbati bilan Bolalar og‘zaki yordamni xodimlar yordamida amalga oshiradigan guruhda eng ko‘p bolalar 8 va 12 yosh guruhlarida qayd etilgan - mos ravishda 21,7% va 21,7%. Ta'limning II guruhida kattalar ko‘magida o‘zlarini parvarish qilishga qodir bo‘lgan 7 va 12 yoshli bolalar orasida teng son mavjud edi. Buni 7 yoshli bolalar orasida palliativ yordam oladigan bolalar yo‘qligi bilan izohlash mumkin.

1-Jadval.

Og‘iz bo‘shlig‘i gigienasini o‘rgatish jarayonida bolalarni ta'lim guruhlarga ajratilishi

Ta'lim guruxlari	(%)	Og‘izni parvarish qilish usuli
1. Kichik guruh Daun sindromisiz	45,0%	mustaqil bajaradi + xodimlar tomonidan ko‘rsatma beriladi
2. Kichik guruh Daun sindromi bilan	25,0%	mustaqil bajaradi + xodimlar tomonidan ko‘rsatma beriladi
Nazorat guruhi	30,0%	mustaqil bajaradi

Aqli zaif bolalarda kuzatilgan eng asosiy muammolardan biri gigienik holatning buzilganligini inobatga olib, profilaktik dasturimizning boshlang‘ich qismini maktab o‘qituvchilari, hamshiralari va ba'zi ota-onalarga og‘iz bo‘shlig‘i gigienasi qoidalari mavzusidagi seminar- trening mashg‘ulotlari o‘tkazildi. Bolalarning harakat qilish qobiliyatini, qo‘llarning funktsional imkoniyatlarini, ko‘rish, eshitish, aloqa, e'tibor, shuningdek og‘iz bo‘shlig‘i gigienasi bilan bevosita bog‘liq ko‘nikmalarni baholab, 3-4 kishilik guruhlarga ajratilib, ko‘rgazmali materiallar, animatsiyalardan foydalangan holda ta'lim guruhlarini tuzib, og‘iz bo‘shlig‘i gigienasi ko‘nikmalari shakllantirildi.

ISSN 3030-3907

O‘rganilgan bolalar guruhlarining geterogenligini, har bir yosh guruhida ovqatlanishni ratsionini, ijtimoiylashuvni hisobga olgan holda og‘iz bo‘shlig‘i gigienasi baholandi (2-jadval).

2-Jadval.

Seminar-treninglardan so‘ng og‘iz bo‘shlig‘i gigienik holatining baholanishi

Yoshi	Kichik guruxlar	IHR-U, Me[Q1;Q3]	*R*
8	1p	2,2 [2,0;2,7]	<0,001-
	2p	4,0 [3,0;4,5]	
10	1p	3,5 [3,0;4,5]	0,004
	2p	4,3 [3,5;5,5]	
12	1p	3,3 [2,7;4,0]	0,078
	2p	4,0 [3,0;4,0]	

XULOSA. Profilaktika dasturini amalga oshirish paytida, o‘quv guruhlaridagi barcha tekshirilgan bolalarda og‘iz gigienasining qoniqarli va past darajasi ustunlik qildi - mos ravishda 48,4% va 49,0%. Bolalar va xodimlarni og‘iz gigienasiga o‘rgatish bo‘yicha bir yil o‘tgach, qoniqarli gigiena darajasi 78,0% gacha, yomon darajadagi tarqalishni 17,0% gacha qisqartirish yo‘li bilan o‘sdi.

Ikki yillik dasturdan so‘ng qoniqarli gigiena darajasi tarqalishi mos ravishda 64,2% va 17,0% gacha pasaydi, yaxshi gigiena darajasining tarqalishi ikki yildan keyin 35,2% gacha va ikki yillik profilaktika dasturidan keyin 83,0% ga etdi. Dastur oxirida yomon gigienik holat deyarli aniqlanmadi (Jadval 5).

Davolash va profilaktika choralari boshlanishidan oldin 9 yoshdagi 14 nafar bolani stomatologik ko‘rikdan o‘tkazish amalga oshirildi, bu profilaktika dasturining 2, 1 yilidan keyin 7, 8 yoshdagi bolalar uchun nazorat guruhini tashkil etdi. Tadqiqot boshida 9 yoshga to‘lgan bolalar guruhida kariesning tarqalishi 42,9% ni tashkil etdi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Indiaminova G. N., Zoirov T. E. Optimizasiya okazaniya stomatologicheskoy pomoshi vospitannikam spesializirovannix shkol dlya detey s umstvennimi otkloneniyami //Vestnik nauki i obrazovaniya. – 2020. – №. 24-2 (102). – S. 39-43.
2. Indiaminova G. N., Arzikulova M. SH. Usovershenstvovanie metodov okazaniya stomatologicheskoy pomoshi dlya detey s zaderjkoy psixicheskogo razvitiya //Jurnal biomedisini i praktiki. – 2021. – T. 6. – №. 1.
3. Zoyirov T., Indiaminova G. Usovershenstvovanie metodov okazaniya stomatologicheskoy pomoshi detyam s zaderjkoy umstvennogo razvitiya //Medisina i innovasii. – 2021. – T. 1. – №. 4. – S. 665-669.

ISSN 3030-3907

4. Indiaminova G., Zoirov T. Maxsus yordamchi maktablarda tarbiyalanuvchi aqli zaif bolalarga stomatologik yordam ko‘rsatishni optimallashtirish //Jurnal stomatologii i kraniofasialnix issledovaniy. – 2020. – T. 1. – №. 1. – S. 12-14.

ISSN 3030-3907

PREVALENCE AND CLINICAL FEATURES OF IRON DEFICIENCY ANEMIA IN CHILDREN

Yusupov Mirza Murodovich
Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan
Senior Lecturer, Department of Physiology
E-mail: mirza.yusupov2017@gmail.com

Abstract. Iron deficiency anemia (IDA) is one of the most common nutritional disorders affecting children worldwide and remains a major public health concern, particularly in developing countries. The condition is associated with inadequate dietary iron intake, increased physiological requirements during growth, and various socioeconomic and environmental factors. This study aims to assess the prevalence and clinical features of iron deficiency anemia among children and to identify factors contributing to its development. Clinical manifestations such as pallor, fatigue, weakness, reduced appetite, impaired cognitive performance, and growth retardation were evaluated. Laboratory parameters, including hemoglobin concentration, serum ferritin levels, and red blood cell indices, were analyzed to confirm the diagnosis. The findings highlight the significant burden of iron deficiency anemia in pediatric populations and emphasize the importance of early diagnosis, nutritional interventions, and preventive healthcare strategies. Improving awareness among healthcare professionals and parents can contribute to reducing the prevalence and long-term complications of iron deficiency anemia in children.[1,2,5]

Keywords. Iron deficiency anemia, children, prevalence, clinical features, hemoglobin, ferritin, nutritional deficiency, pediatric health, growth retardation, public health.

Annotatsiya. Temir tanqisligi anemiyasi (TTA) dunyo bo‘ylab bolalarda uchraydigan eng keng tarqalgan elimentar kasalliklardan biri bo‘lib, ayniqsa rivojlanayotgan mamlakatlarda muhim tibbiy-ijtimoiy muammo hisoblanadi. Ushbu holat ovqat tarkibida temirning yetarli bo‘lmasligi, o‘sish davrida organizmning temirga bo‘lgan ehtiyojining ortishi, shuningdek turli ijtimoiy-iqtisodiy va ekologik omillar bilan bog‘liq. Mazkur tadqiqot bolalarda temir tanqisligi anemiyasining tarqalishi va klinik xususiyatlarini baholash hamda uning rivojlanishiga ta’sir etuvchi omillarni aniqlashga qaratilgan. Oqartirish (teri va shilliq qavatlarning oqarishi), charchoq, holsizlik, ishtahaning pasayishi, kognitiv faoliyatning buzilishi va o‘sishning sustlashuvi kabi klinik belgilar o‘rganildi. Tashxisni tasdiqlash maqsadida gemoglobin miqdori, qon zardobidagi ferritin darajasi va eritrotsit indekslari kabi laborator ko‘rsatkichlar tahlil qilindi. Olingan natijalar bolalar orasida temir tanqisligi anemiyasining sezilarli darajada tarqalganligini ko‘rsatib, erta tashxis qo‘yish, ratsional ovqatlanishni tashkil etish

ISSN 3030-3907

va profilaktik sog‘liqni saqlash choralarining muhimligini ta’kidlaydi. Tibbiyot xodimlari va ota-onalar orasida xabardorlikni oshirish bolalarda temir tanqisligi anemiyasining tarqalishi hamda uzoq muddatli asoratlarini kamaytirishga yordam beradi. [1,2,5]

Kalit so‘zlar: temir tanqisligi anemiyasi, bolalar, tarqalish darajasi, klinik xususiyatlar, gemoglobin, ferritin, oziqlanish yetishmovchiligi, pediatrik salomatlik, o‘sishning sustlashuvi, jamoat salomatligi.

Аннотация. Железодефицитная анемия (ЖДА) является одним из наиболее распространённых алиментарных заболеваний среди детей во всём мире и остаётся важной медико-социальной проблемой, особенно в развивающихся странах. Данное состояние связано с недостаточным поступлением железа с пищей, повышенной физиологической потребностью в железе в период роста, а также с различными социально-экономическими и экологическими факторами. Целью данного исследования является оценка распространённости и клинических особенностей железодефицитной анемии у детей, а также выявление факторов, способствующих её развитию. Были изучены такие клинические проявления, как бледность кожных покровов, утомляемость, слабость, снижение аппетита, нарушение когнитивных функций и задержка роста. Для подтверждения диагноза анализировались лабораторные показатели, включая уровень гемоглобина, концентрацию ферритина в сыворотке крови и эритроцитарные индексы. Полученные результаты подчёркивают значительную распространённость железодефицитной анемии среди детского населения и важность ранней диагностики, рационального питания и профилактических мероприятий в системе здравоохранения. Повышение осведомлённости медицинских работников и родителей может способствовать снижению распространённости заболевания и предупреждению его долгосрочных осложнений у детей. [1,2,5]

Ключевые слова: железодефицитная анемия, дети, распространённость, клинические особенности, гемоглобин, ферритин, дефицит питания, педиатрическое здоровье, задержка роста, общественное здравоохранение.

INTRODUCTION.

Iron deficiency anemia (IDA) is the most prevalent micronutrient deficiency and the leading cause of anemia among children worldwide. According to international health organizations, iron deficiency affects millions of children, particularly in low- and middle-income countries, where nutritional inadequacies and infectious diseases remain common public health challenges. Iron is an essential trace element required for numerous physiological processes, including oxygen transport, energy metabolism, immune function, and neurological

ISSN 3030-3907

development. Consequently, inadequate iron stores can significantly impair a child's growth, cognitive development, physical performance, and overall health status. Childhood represents a critical period characterized by rapid growth and increased nutritional demands. During infancy and early childhood, the body's requirement for iron increases substantially to support expanding blood volume, muscle development, and brain maturation. When dietary iron intake is insufficient or iron absorption is impaired, children become vulnerable to developing iron deficiency, which may eventually progress to iron deficiency anemia. The condition is particularly common among infants, preschool-aged children, and adolescents due to periods of accelerated growth and increased physiological iron requirements. The etiology of iron deficiency anemia in children is multifactorial.[4,6,10] Inadequate dietary intake of iron-rich foods, prolonged exclusive breastfeeding without appropriate iron supplementation, early introduction of cow's milk, malabsorption disorders, parasitic infections, recurrent illnesses, and socioeconomic disadvantages are among the major contributing factors. Furthermore, poor maternal nutrition during pregnancy and low birth weight may predispose children to reduced iron stores during infancy, increasing the likelihood of developing anemia later in life. Iron deficiency anemia has important clinical implications that extend beyond hematological abnormalities. Children affected by IDA frequently present with symptoms such as pallor, fatigue, weakness, irritability, reduced appetite, dizziness, and decreased physical activity. In severe cases, anemia may negatively affect cardiovascular function and increase susceptibility to infections. More importantly, numerous studies have demonstrated a strong association between iron deficiency and impaired cognitive development, learning difficulties, reduced attention span, and poor academic performance. These adverse effects may persist even after correction of anemia, highlighting the importance of early detection and intervention. The prevalence of iron deficiency anemia varies considerably across different geographical regions and populations. Factors such as nutritional habits, socioeconomic conditions, healthcare accessibility, sanitation, and public health policies significantly influence disease distribution. Despite considerable progress in nutritional programs and healthcare services, iron deficiency anemia remains a widespread problem in many countries, particularly among vulnerable pediatric populations. Therefore, continuous epidemiological surveillance and assessment of clinical characteristics are essential for developing effective prevention and treatment strategies. Diagnosis of iron deficiency anemia is based on a combination of clinical evaluation and laboratory investigations. Hemoglobin concentration, hematocrit levels, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin, serum ferritin concentration, transferrin saturation, and other biochemical markers are commonly used to confirm iron

ISSN 3030-3907

deficiency and assess its severity. Early diagnosis allows timely implementation of nutritional interventions, iron supplementation, and management of underlying causes, thereby preventing long-term complications.[6,7,11]

RELEVANCE OF THE STUDY. Iron deficiency anemia (IDA) remains one of the most widespread nutritional disorders and a significant public health problem among children worldwide. Despite advances in healthcare systems, nutritional interventions, and disease prevention programs, the prevalence of iron deficiency anemia continues to be high, particularly in developing and low-income countries. Children are among the most vulnerable population groups due to their increased iron requirements during periods of rapid growth and development. The relevance of this topic is determined by the high prevalence of iron deficiency anemia and its negative impact on children's physical, cognitive, and emotional development. Iron plays a crucial role in oxygen transport, energy production, immune system function, and neurological maturation. Therefore, iron deficiency can lead not only to hematological abnormalities but also to impaired intellectual performance, reduced learning capacity, behavioral disorders, delayed psychomotor development, and decreased quality of life. Recent studies indicate that iron deficiency anemia affects a substantial proportion of preschool and school-aged children globally. The burden of the disease is especially pronounced in regions where malnutrition, recurrent infections, poor socioeconomic conditions, and limited access to healthcare services are common. Furthermore, the condition often remains undiagnosed during its early stages because clinical symptoms may be mild or nonspecific, leading to delayed treatment and increased risk of long-term complications. The growing prevalence of nutritional disorders, changes in dietary habits, and unequal access to balanced nutrition further increase the importance of investigating iron deficiency anemia among children. Early identification of risk factors and clinical manifestations is essential for developing effective preventive strategies and improving pediatric healthcare outcomes. Understanding the epidemiological characteristics of iron deficiency anemia can assist healthcare professionals in implementing targeted interventions, nutritional education programs, and screening measures for at-risk populations.

MATERIALS AND METHODS. This study was conducted to assess the prevalence and clinical features of iron deficiency anemia among children. A cross-sectional observational design was employed to evaluate hematological indicators and clinical manifestations associated with iron deficiency anemia in the pediatric population. The study included 120 children aged 6 months to 15 years who attended pediatric outpatient clinics and hospitals during the study period. Participants were selected using a non-random sampling method based on predefined inclusion and exclusion criteria. Children diagnosed with congenital

ISSN 3030-3907

hematological disorders, chronic kidney disease, malignancies, or other causes of anemia unrelated to iron deficiency were excluded from the study. Data collection involved obtaining demographic information, including age, sex, place of residence, nutritional status, dietary habits, and medical history. Information was collected through structured questionnaires completed by parents or legal guardians and supplemented with clinical records. Particular attention was given to factors associated with iron deficiency, such as inadequate dietary iron intake, prolonged breastfeeding without iron supplementation, recurrent infections, parasitic infestations, and socioeconomic conditions. Clinical examination was performed by qualified healthcare professionals. The presence of common signs and symptoms of iron deficiency anemia, including pallor of the skin and mucous membranes, fatigue, weakness, dizziness, reduced appetite, irritability, delayed growth, and impaired physical activity, was assessed and recorded. Anthropometric measurements, including body weight and height, were obtained using standardized procedures. Venous blood samples were collected under aseptic conditions for laboratory evaluation. Hematological parameters were analyzed using an automated hematology analyzer. The assessed indicators included hemoglobin concentration (Hb), red blood cell count (RBC), hematocrit (HCT), mean corpuscular volume (MCV), mean corpuscular hemoglobin (MCH), and mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC). Biochemical assessment included serum ferritin concentration as a primary indicator of iron stores. Iron deficiency anemia was diagnosed according to internationally accepted pediatric criteria based on hemoglobin and ferritin levels. The collected data were entered into a computerized database and analyzed using statistical software. Descriptive statistics were used to summarize demographic and clinical characteristics. Continuous variables were expressed as mean standard deviation, while categorical variables were presented as frequencies and percentages. Associations between iron deficiency anemia and potential risk factors were evaluated using appropriate statistical tests. A p-value of less than 0.05 was considered statistically significant.[14,15,16]

METHODOLOGY. The methodology of this study was designed to investigate the prevalence and clinical characteristics of iron deficiency anemia among children through a systematic assessment of demographic, clinical, and laboratory data. The research was conducted using a quantitative observational approach, which allowed for the collection and analysis of objective information regarding the occurrence and manifestations of iron deficiency anemia in the pediatric population. The study population consisted of children aged between 6 months and 15 years who attended pediatric healthcare facilities during the study period. Participants were selected according to established inclusion and exclusion

ISSN 3030-3907

criteria to ensure the reliability and validity of the findings. Children with confirmed iron deficiency anemia were included in the study, while those with hereditary blood disorders, chronic systemic diseases, or other forms of anemia were excluded to minimize confounding factors. A structured research protocol was developed to standardize data collection procedures. Demographic information, including age, sex, residence, nutritional status, and socioeconomic background, was obtained through interviews with parents or guardians and review of medical records. Information regarding dietary habits, frequency of iron-rich food consumption, breastfeeding history, recurrent infections, and previous medical conditions was also collected to identify potential risk factors associated with iron deficiency anemia. Clinical assessment was performed using a comprehensive pediatric examination. Signs and symptoms commonly associated with iron deficiency anemia, such as pallor, fatigue, weakness, dizziness, irritability, poor appetite, growth retardation, and decreased physical activity, were evaluated and documented. Anthropometric measurements were obtained using calibrated instruments and standardized techniques to assess the growth status of each participant. Laboratory investigations were conducted to confirm the diagnosis of iron deficiency anemia and evaluate its severity. Blood samples were collected under sterile conditions and analyzed in certified clinical laboratories. Hemoglobin concentration, hematocrit, red blood cell count, mean corpuscular volume, mean corpuscular hemoglobin, and mean corpuscular hemoglobin concentration were measured using automated hematological analyzers. Serum ferritin levels were assessed as a marker of body iron stores. Diagnostic criteria were based on internationally recognized pediatric guidelines for iron deficiency anemia. Data management and statistical analysis were carried out using appropriate statistical software. Descriptive statistical methods were applied to summarize the collected information. Numerical data were presented as means and standard deviations, whereas categorical variables were expressed as frequencies and percentages. Comparative analyses were performed to evaluate differences between age groups and other demographic categories. Statistical significance was determined at a confidence level of 95%, with a p-value less than 0.05 considered statistically significant.[9]

CONCLUSION. Iron deficiency anemia remains one of the most common nutritional and hematological disorders affecting children worldwide. The findings of this study demonstrate that the prevalence of iron deficiency anemia among children continues to be significant, particularly during periods of rapid growth and increased physiological iron requirements. Various factors, including inadequate dietary iron intake, poor nutritional practices, recurrent infections, and unfavorable socioeconomic conditions, contribute to the development of this condition. Clinical

ISSN 3030-3907

assessment revealed that the most common manifestations of iron deficiency anemia include pallor, fatigue, weakness, reduced appetite, irritability, and impaired physical development. Laboratory investigations confirmed that decreased hemoglobin concentration and low serum ferritin levels are reliable indicators for the diagnosis of iron deficiency anemia and assessment of its severity. The study highlights the importance of early detection and timely management of iron deficiency anemia in children. Delayed diagnosis may lead to adverse consequences, including impaired cognitive function, reduced academic performance, growth retardation, and weakened immune response. Therefore, regular screening programs, especially among high-risk groups, are essential for preventing long-term health complications. Furthermore, improving parental awareness regarding balanced nutrition, promoting the consumption of iron-rich foods, and implementing effective public health interventions can significantly reduce the burden of iron deficiency anemia. Healthcare professionals should focus on preventive strategies, nutritional education, and appropriate iron supplementation when necessary.

REFERENCES

1. Nizomiddinovich T. F. et al. Experimental myocardial infarction ldh bilan correction of nathijalari: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – T. 6. – №. 1. – C. 63-68.
2. Nizomiddinovich T. F. et al. Qon tomir kasaliklarida enosning o‘rni: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – T. 6. – №. 1. – C. 56-62.
3. Sh, Xushnazarov Z., L. Kenjayeva, and F. N. Toshboyev. "pirrilo [2, 3-d] pirimidinlarning biologik faolligi." *tadqiqotlar. Uz* 39.5 (2024): 30-35.
4. Sh x. Z., toshboyev f. N., izatullayev s. A. Pirimidin halqasi ishtirokida sintez va pirimidinning biologik faolligi //tadqiqotlar. Uz. – 2024. – T. 38.
5. Toshboyev F. N., Tashanov O. S., Izatullayev S. A. Oziqa tarkibidagi spirtlarni oksidlanish jarayonini matimatik modilashtirish orqali xisoblash //golden brain. – 2023. – T. 1. – №. 28. – C. 117-120.
6. Toshboyev F. N., Iskandar o‘g‘li M. S., Fayzullo o‘g‘li S. S. Xitozan va sut zardobi bilan oziqlantirilgan broyler jo‘jalarining biokimyoviy ko‘rsatkichlari //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 78-80.
7. Toshboyev F. N. et al. Selectivity of yks catalyzation in the synthesis of vinyl acetate from ethylene and acetic acid //World of Scientific news in Science. – 2023. – T. 1. – №. 2. – C. 31-35.

ISSN 3030-3907

8. Nizomiddinovich T. F., Abdimannonovich I. S., Zoirovich A. J. Of organic substances by thin layer chromatographic method //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – С. 70-72.
9. Toshboyev F. N., Bobokulova S. A., Suyunova M. O. Synthesis of vinyl acetate from acetylene with the participation of a nanocatalyst and study of its kinetics //World of Scientific news in Science. – 2024. – Т. 2. – №. 2. – С. 11-
10. Тошбоев Ф. Н., Ахмадов Д. З., Эшанкулов З. А. Динамика нитрергической системы при гиперхолестеринемии //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – С. 73-77.
11. Baykulov A. K., Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z. Biochemical and physiological changes in parasite parameters in the host-parasite relationship //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – Т. 2.
12. Xudoyberdiyev I. I. et al. Etilen va sirka kislotadan vinilasetat olinishi jarayonining fizik-kimyoviy asoslari //Zamonaviy fan va ta'lim yangiliklari xalqaro ilmiy jurnal. – 2023. – Т. 1. – №. 5. – С. 59-62.
13. Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z., Eshonqulov Z. A. Ethylene oxyacetylation reaction kinetics learn //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 253-256.
14. Тошбоев Ф. Н., Анваров Т. О., Изатуллаев С. А. Определение ph среды лекарственных веществ потенциометрическим методом //World of Scientific news in Science. – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 166-169.
15. Baxodirovich S. S., Nizomiddinovich T. F., Ergashboevna E. M. Gaz aralashmalarini nazorat qilishning termokatalitik usuli //Journal of Universal Science Research. – 2024. – Т. 2. – №. 2. – С. 276-281.
16. Байкулов А. К., Муртазаева Н. К., Тошбоев Ф. Н. Динамика влияния лактатдегидрогеназы при экспериментальном инфаркте миокарда //World of Scientific news in Science. – 2024. – Т. 2. – №. 3. – С. 244-251

ISSN 3030-3907

PREVALENCE AND CLINICAL CHARACTERISTICS OF ALLERGIC DISEASES IN CHILDREN A STUDY OF ATOPIC DERMATITIS AND BRONCHIAL ASTHMA

Yusupov Mirza Murodovich
Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan
Senior Lecturer, Department of Physiology
E-mail: mirza.yusupov2017@gmail.com

Abstract. Allergic diseases are among the most common chronic health conditions affecting children worldwide. Atopic dermatitis and bronchial asthma represent significant public health concerns due to their increasing prevalence, recurrent nature, and impact on the quality of life of pediatric patients. This study aims to investigate the prevalence and clinical characteristics of atopic dermatitis and bronchial asthma in children, as well as to identify potential risk factors associated with their development. The research analyzes epidemiological trends, age-related manifestations, disease severity, and common clinical symptoms. Particular attention is given to the relationship between genetic predisposition, environmental exposures, and allergic sensitization. The findings highlight the importance of early diagnosis, effective management strategies, and preventive measures in reducing disease burden and improving long-term health outcomes in children with allergic disorders.[5,7,9]

Keywords: allergic diseases, children, atopic dermatitis, bronchial asthma, prevalence, epidemiology, clinical characteristics, risk factors, allergic sensitization, pediatric health, disease prevention, quality of life.

Annotatsiya. Allergik kasalliklar bolalarda uchraydigan eng keng tarqalgan surunkali kasalliklar qatoriga kiradi. Atopik dermatit va bronxial astma pediatrik bemorlar hayot sifatiga jiddiy ta’sir ko‘rsatishi, qaytalanuvchi kechishi hamda tarqalish darajasining ortib borishi bilan muhim tibbiy-ijtimoiy muammo hisoblanadi. Ushbu tadqiqot bolalarda atopik dermatit va bronxial astmaning tarqalishi hamda klinik xususiyatlarini o‘rganish, shuningdek ularning rivojlanishiga ta’sir etuvchi xavf omillarini aniqlashga qaratilgan. Tadqiqotda epidemiologik tendensiyalar, yoshga bog‘liq klinik namoyon bo‘lishi, kasallik og‘irlik darajasi va asosiy simptomlar tahlil qilindi. Genetik moyillik, ekologik omillar va allergik sensibilizatsiya o‘rtasidagi bog‘liqlikka alohida e’tibor qaratildi. Olingan natijalar kasallikni erta aniqlash, samarali davolash strategiyalarini qo‘llash va profilaktik choralarni kuchaytirish bolalarda allergik kasalliklar yukini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. [5,7,9]

Kalit so‘zlar: allergik kasalliklar, bolalar, atopik dermatit, bronxial astma, tarqalish, epidemiologiya, klinik xususiyatlar, xavf omillari, allergik sensibilizatsiya, pediatrik salomatlik, profilaktika, hayot sifati.

Аннотация. Аллергические заболевания являются одними из наиболее распространённых хронических заболеваний у детей. Атопический дерматит и бронхиальная астма представляют собой серьёзную медико-социальную проблему из-за их высокой распространённости, рецидивирующего характера и значительного влияния на качество жизни детей. Данное исследование направлено на изучение распространённости и клинических особенностей атопического дерматита и бронхиальной астмы у детей, а также на выявление факторов риска их развития. В работе анализируются эпидемиологические тенденции, возрастные клинические проявления, степень тяжести заболевания и основные симптомы. Особое внимание уделяется взаимосвязи генетической предрасположенности, факторов окружающей среды и аллергической сенсибилизации. Полученные результаты подчёркивают важность ранней диагностики, эффективных лечебных стратегий и профилактических мероприятий для снижения бремени аллергических заболеваний у детей. [5,7,9]

Ключевые слова: аллергические заболевания, дети, атопический дерматит, бронхиальная астма, распространённость, эпидемиология, клинические особенности, факторы риска, аллергическая сенсибилизация, педиатрическое здоровье, профилактика, качество жизни.

INTRODUCTION.

Allergic diseases have become one of the most significant public health problems among children worldwide. Over the past few decades, the prevalence of allergic disorders has increased considerably in both developed and developing countries. Among the most common allergic conditions in childhood are atopic dermatitis and bronchial asthma, which often begin early in life and may persist into adolescence and adulthood. These diseases not only affect the physical health of children but also have a substantial impact on their psychological well-being, social interactions, and overall quality of life. Atopic dermatitis is a chronic inflammatory skin disorder characterized by intense itching, dry skin, recurrent eczema, and a relapsing course. It usually develops during infancy or early childhood and is frequently associated with a family history of allergic diseases. The condition results from a complex interaction between genetic susceptibility, immune dysregulation, environmental factors, and skin barrier dysfunction. Children suffering from atopic dermatitis often experience sleep disturbances, emotional stress, and an increased risk of secondary infections, which may further complicate disease management.

Bronchial asthma is another common chronic allergic disease in children and is characterized by airway inflammation, bronchial hyperresponsiveness, and recurrent episodes of wheezing, coughing, chest tightness, and shortness of breath.

ISSN 3030-3907

Asthma is considered one of the leading causes of chronic illness and hospitalization among pediatric populations. The disease is influenced by multiple factors, including genetic predisposition, exposure to allergens, respiratory infections, environmental pollution, and lifestyle-related determinants. Early diagnosis and appropriate treatment are essential for preventing disease progression and reducing the frequency of asthma exacerbations. The coexistence of atopic dermatitis and bronchial asthma has attracted considerable scientific interest due to the concept of the "atopic march," which describes the progression of allergic diseases from infancy to later childhood. Many children initially diagnosed with atopic dermatitis subsequently develop allergic rhinitis and bronchial asthma, suggesting a common underlying immunological mechanism. Understanding this relationship is important for identifying high-risk individuals and implementing preventive interventions at an early stage. Recent epidemiological studies indicate that the prevalence of allergic diseases continues to rise globally. Urbanization, environmental changes, dietary modifications, reduced microbial exposure during early life, and increasing air pollution have all been proposed as contributing factors. Despite advances in medical knowledge and treatment options, allergic diseases remain a major burden on healthcare systems and families, emphasizing the need for continuous research in this field. Therefore, this study aims to evaluate the prevalence and clinical characteristics of atopic dermatitis and bronchial asthma in children. The research focuses on identifying major risk factors, analyzing clinical manifestations, and assessing the epidemiological patterns of these conditions. [1,3,5]

RELEVANCE OF THE TOPIC. Allergic diseases have emerged as one of the most prevalent chronic health problems among children worldwide. According to recent epidemiological studies, the incidence of allergic disorders, particularly atopic dermatitis and bronchial asthma, has increased significantly over the last few decades. This growing trend represents a major public health concern because these diseases often begin in early childhood, follow a chronic and recurrent course, and may persist into adulthood, causing substantial medical, social, and economic burdens. Atopic dermatitis is frequently the first manifestation of allergic sensitization in children and is associated with skin barrier dysfunction, immune dysregulation, and environmental influences. The disease negatively affects the quality of life of both patients and their families due to persistent itching, sleep disturbances, psychological stress, and recurrent exacerbations. Furthermore, children with atopic dermatitis are at increased risk of developing other allergic conditions, including allergic rhinitis and bronchial asthma, as part of the atopic march. Bronchial asthma remains one of the leading chronic respiratory diseases in childhood and is a significant cause of emergency department visits,

ISSN 3030-3907

hospitalizations, and school absenteeism. The disease can impair physical activity, academic performance, and psychosocial development. Despite improvements in diagnostic and therapeutic approaches, asthma continues to pose considerable challenges because of its multifactorial etiology and the influence of environmental and genetic factors. The relevance of studying atopic dermatitis and bronchial asthma is further emphasized by the increasing exposure of children to environmental pollutants, allergens, unhealthy lifestyle factors, and urbanization-related risks. Understanding the prevalence, clinical manifestations, and risk factors associated with these diseases is essential for developing effective prevention programs, improving early diagnosis, and optimizing treatment strategies.[9,10]

MATERIALS AND METHODS. This study was conducted to investigate the prevalence and clinical characteristics of atopic dermatitis and bronchial asthma among children. A descriptive cross-sectional study design was employed to assess the epidemiological patterns, risk factors, and clinical manifestations of these allergic diseases. The study included children aged 1–18 years who were diagnosed with atopic dermatitis, bronchial asthma, or both conditions and received medical care at pediatric and allergy departments during the study period. Patients were selected according to established diagnostic criteria and were enrolled regardless of sex, ethnicity, or socioeconomic status. Children diagnosed with atopic dermatitis underwent dermatological examination to assess the severity and distribution of skin lesions, presence of itching, skin dryness, and secondary infections. Clinical manifestations were evaluated according to internationally accepted diagnostic criteria. For patients with bronchial asthma, respiratory symptoms such as wheezing, cough, dyspnea, and chest tightness were assessed. Asthma severity was classified based on symptom frequency, clinical examination findings, and pulmonary function test results when available. Collected data were entered into a computerized database and analyzed using statistical software. Descriptive statistical methods, including frequencies, percentages, means, and standard deviations, were used to summarize the data. Associations between risk factors and disease occurrence were evaluated using appropriate statistical tests. A p-value of less than 0.05 was considered statistically significant. The study was conducted in accordance with ethical principles for medical research involving human participants. Confidentiality of patient information was maintained throughout the study. Participation was voluntary, and informed consent was obtained from parents or legal guardians before data collection.[11,13,15]

METHODOLOGY. This research was designed to evaluate the prevalence and clinical characteristics of atopic dermatitis and bronchial asthma among children. The study was carried out using an epidemiological and clinical approach,

ISSN 3030-3907

combining retrospective and prospective data collection methods to obtain comprehensive information regarding disease occurrence, risk factors, and clinical manifestations. The study population consisted of children aged 1–18 years diagnosed with atopic dermatitis, bronchial asthma, or both conditions. Participants were recruited from pediatric and allergy departments of healthcare institutions. Patients were selected based on established diagnostic criteria and clinical records. Demographic information, including age, sex, place of residence, family history of allergic diseases, and environmental exposure factors, was collected and analyzed. A structured data collection form was developed to gather relevant epidemiological and clinical information. Clinical assessment of atopic dermatitis included evaluation of lesion distribution, severity of skin inflammation, itching intensity, and recurrence frequency. Bronchial asthma assessment was based on symptom frequency, severity of respiratory manifestations, history of exacerbations, and treatment requirements. Additional information regarding allergen exposure, passive smoking, environmental pollution, dietary habits, and previous allergic conditions was obtained through interviews with parents or legal guardians. The prevalence of allergic diseases was determined by calculating the proportion of diagnosed cases among the study population. Clinical characteristics were analyzed according to age groups, disease severity, duration of illness, and associated allergic conditions. Particular attention was paid to identifying patterns of co-occurrence between atopic dermatitis and bronchial asthma, supporting the concept of the atopic march. Data were entered into an electronic database and processed using statistical analysis software. Descriptive statistical methods, including mean values, standard deviations, frequencies, and percentages, were used to summarize the collected information. Comparative analyses were performed to identify significant differences between study groups and to evaluate associations between potential risk factors and disease occurrence. Statistical significance was considered at a p-value of less than 0.05. To ensure the validity and reliability of the findings, standardized diagnostic criteria and uniform data collection procedures were applied throughout the study. Ethical principles governing biomedical research were strictly followed. Participation was voluntary, confidentiality of personal information was maintained, and informed consent was obtained from parents or legal guardians before inclusion in the study.[9,16]

CONCLUSION. The present study demonstrates that atopic dermatitis and bronchial asthma are among the most common allergic diseases affecting children and represent a significant public health concern. The findings indicate that the prevalence of these conditions remains high and is influenced by a combination of genetic predisposition, environmental exposures, and lifestyle-related factors.

ISSN 3030-3907

Atopic dermatitis was found to be one of the earliest manifestations of allergic disease in childhood, frequently occurring during infancy and early childhood. The disease was characterized by recurrent skin inflammation, intense itching, and a considerable impact on the quality of life of affected children. Bronchial asthma was identified as a major chronic respiratory disorder associated with recurrent episodes of wheezing, coughing, and breathing difficulties, often requiring long-term medical management. The study also confirmed the close relationship between atopic dermatitis and bronchial asthma, supporting the concept of the atopic march. Children with a history of atopic dermatitis showed an increased risk of developing bronchial asthma later in life, highlighting the importance of early identification and continuous monitoring of allergic manifestations. Several risk factors were associated with the development and progression of these diseases, including family history of allergies, exposure to environmental allergens, air pollution, passive smoking, and unfavorable living conditions. Understanding these factors is essential for implementing effective preventive measures and reducing disease burden. Early diagnosis, regular clinical assessment, patient education, and individualized treatment strategies play a crucial role in improving disease control and preventing complications. Comprehensive management involving healthcare professionals, parents, and caregivers can significantly enhance the quality of life and long-term health outcomes of children affected by allergic diseases.

REFERENCES

1. Nizomiddinovich T. F. et al. Experimental myocardial infarction ldh bilan correction of nathijalari: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – T. 6. – №. 1. – C. 63-68.
2. Nizomiddinovich T. F. et al. Qon tomir kasaliklarida enosning o‘rni: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – T. 6. – №. 1. – C. 56-62.
3. Sh, Xushnazarov Z., L. Kenjayeva, and F. N. Toshboyev. "pirrilo [2, 3-d] pirimidinlarning biologik faolligi." *tadqiqotlar. Uz* 39.5 (2024): 30-35.
4. Sh x. Z., toshboyev f. N., izatullayev s. A. Pirimidin halqasi ishtirokida sintez va pirimidinning biologik faolligi //tadqiqotlar. Uz. – 2024. – T. 38.
5. Toshboyev F. N., Tashanov O. S., Izatullayev S. A. Oziqa tarkibidagi spirtlarni oksidlanish jarayonini matimatik modilashtirish orqali xisoblash //golden brain. – 2023. – T. 1. – №. 28. – C. 117-120.

ISSN 3030-3907

6. Toshboyev F. N., Iskandar o‘g‘li M. S., Fayzullo o‘g‘li S. S. Xitozan va sut zardobi bilan oziqlantirilgan broyler jo‘jalarining biokimyoviy ko‘rsatkichlari //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 78-80.
7. Toshboyev F. N. et al. Selectivity of yks catalyzation in the synthesis of vinyl acetate from ethylene and acetic acid //World of Scientific news in Science. – 2023. – T. 1. – №. 2. – C. 31-35.
8. Nizomiddinovich T. F., Abdimannonovich I. S., Zoirovich A. J. Of organic substances by thin layer chromatographic method //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 70-72.
9. Toshboyev F. N., Bobokulova S. A., Suyunova M. O. Synthesis of vinyl acetate from acetylene with the participation of a nanocatalyst and study of its kinetics //World of Scientific news in Science. – 2024. – T. 2. – №. 2. – C. 11-
10. Тошбоев Ф. Н., Ахмадов Д. З., Эшанкулов З. А. Динамика нитрергической системы при гиперхолестеринемии //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 73-77.
11. Baykulov A. K., Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z. Biochemical and physiological changes in parasite parameters in the host-parasite relationship //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – T. 2.
12. Xudoyberdiyev I. I. et al. Etilen va sirka kislotadan vinilasetat olinishi jarayonining fizik-kimyoviy asoslari //Zamonaviy fan va ta'lim yangiliklari xalqaro ilmiy jurnal. – 2023. – T. 1. – №. 5. – C. 59-62.
13. Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z., Eshonqulov Z. A. Ethylene oxyacetylation reaction kinetics learn //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 253-256.
14. Тошбоев Ф. Н., Анваров Т. О., Изатуллаев С. А. Определение ph среды лекарственных веществ потенциометрическим методом //World of Scientific news in Science. – 2023. – T. 1. – №. 1. – C. 166-169.
15. Baxodirovich S. S., Nizomiddinovich T. F., Ergashboevna E. M. Gaz aralashmalarini nazorat qilishning termokatalitik usuli //Journal of Universal Science Research. – 2024. – T. 2. – №. 2. – C. 276-281.
16. Байкулов А. К., Муртазаева Н. К., Тошбоев Ф. Н. Динамика влияния лактатдегидрогеназы при экспериментальном инфаркте миокарда //World of Scientific news in Science. – 2024. – T. 2. – №. 3. – C. 244-251

SUN’IY INTELLEKT ASOSIDAGI KO‘P BOSQICHLI AGRADRON MONITORING VA BASHORATLASH TIZIMI

Abdullayev Abdubakir
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU, Elektronika va radiotexnika kefedrasi assistenti
E-mail: abdullayev@tuit.uz
Sobirov Ro‘ziali
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU, Radio va mobil aloqa fakulteti talabasi
E-mail: rozialisobirov-student@tuit.uz
Ahmedov Shoxijahon
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU, Radio va mobil aloqa fakulteti talabasi
E-mail: shoxijahon004@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada sun’iy intellekt asosidagi ko‘p bosqichli agra dron analiz tizimi taklif etilgan. Tadqiqotda termal va RGB kameralar bilan jihozlangan dron yordamida qishloq xo‘jaligi yerlari monitoring qilinib, olingan ma’lumotlar vaqt bo‘yicha statistik tahlil qilindi. Tasvirlar CNN algoritmlari yordamida qayta ishlanib, mashinali o‘rganish va chuqur o‘rganish modellaridan foydalanish orqali tuproq holati, namlik darajasi hamda ekin hosildorligi bashorat qilindi. Taklif etilgan tizim yer monitoringini avtomatlashtirish, suv resurslarini tejash va fermerlarga aqlli tavsiyalar berish imkonini yaratadi.

Kalit so‘zlar: Sun’iy intellekt, agra dron, CNN, chuqur o‘rganish, mashinali o‘rganish, termo-tasvirlash, kompyuter ko‘rish, aqlli qishloq xo‘jaligi, hosildorlik bashorati, yer monitoringi.

Аннотация. В данной статье предлагается многоступенчатая система агродронового анализа на основе искусственного интеллекта. В данном исследовании сельскохозяйственные угодья контролировались с помощью беспилотника, оснащенного термо- и RGB-камерами, а собранные данные статистически анализировались во времени. Изображения обрабатывались с помощью алгоритмов конволюционной нейронной сети (CNN), а условия почвы, уровень влажности и урожайность сельскохозяйственных культур прогнозировались с использованием моделей машинного обучения и глубокого обучения. Предлагаемая система позволяет автоматизировать мониторинг земель, экономить водные ресурсы и предоставлять фермерам интеллектуальные рекомендации.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, агродрон, CNN, Deep Learning, Машинное обучение, термосъемка, Компьютерное зрение, умное сельское хозяйство, прогнозирование урожайности, мониторинг земель.

Abstract. This article proposes a multi-stage agro-drone analysis system based on artificial intelligence. In this study, agricultural lands were monitored using a drone equipped with thermal and RGB cameras, and the collected data were statistically analyzed over time. The images were processed using Convolutional Neural Network (CNN) algorithms, and soil conditions, moisture levels, and crop yields were predicted by utilizing Machine Learning and Deep Learning models. The proposed system enables the automation of land monitoring, conservation of water resources, and provision of smart recommendations to farmers.

Keywords: Artificial intelligence, agro-drone, CNN, Deep Learning, Machine Learning, thermal imaging, Computer Vision, smart agriculture, yield prediction, land monitoring.

I. KIRISH.

Global miqyosda qishloq xo‘jaligida kuzatilayotgan iqlim o‘zgarishi, suv resurslari tanqisligi va tuproq unumdorligining pasayishi zamonaviy aqlli monitoring tizimlarini ishlab chiqishni talab etmoqda. An’anaviy agrotexnik nazorat usullari katta mehnat va vaqt talab qilishi bilan bir qatorda, katta maydonlarni real vaqt rejimida yuqori aniqlik bilan kuzatish imkonini cheklaydi. Shu sababli sun’iy intellekt, uchuvchisiz uchish apparatlari (UAV) hamda kompyuter ko‘rish (Computer Vision) texnologiyalariga asoslangan aqlli qishloq xo‘jaligi tizimlari qishloq xo‘jaligida muhim ilmiy yo‘nalishlardan biriga aylanmoqda.

So‘nggi yillarda termal va RGB kameralar bilan jihozlangan dronlardan foydalanish tuproq holatini masofadan monitoring qilish imkoniyatini sezilarli darajada kengaytirdi. Termal imaging texnologiyasi orqali yerning qizish darajasi, namlik miqdori va o‘simliklarning stress holatini aniqlash mumkin bo‘lsa, RGB tasvirlar asosida vegetativ o‘zgarishlarni tahlil qilish imkoniyati paydo bo‘lmoqda [1, 2]. Shu bilan birga, Deep Learning algoritmlarining rivojlanishi tasvirlarni avtomatik klassifikatsiya qilish va hosildorlikni bashoratlash masalalarida yuqori samaradorlikni ta’minlamoqda [3, 4, 5].

Mazkur tadqiqotda sun’iy intellekt asosidagi ko‘p bosqichli agra dron analiz tizimi taklif etiladi. Taklif etilgan tizim 4 bosqichli arxitekturaga asoslangan bo‘lib, har bir bosqich ma’lumotlarni chuqur tahlil qilish va yakuniy bashorat aniqligini oshirishga xizmat qiladi. Birinchi bosqichda vaqt bo‘yicha statistik monitoring amalga oshirilib, dalaning kun davomida temperatura va termal o‘zgarishlari grafik ko‘rinishda tahlil qilinadi. Ikkinchi bosqichda har soatlik termal va RGB monitoring orqali yerning vizual holati kuzatiladi hamda quruq va nam hududlar aniqlanadi. Uchinchi bosqichda Konvolyutsion neyron tarmog‘ (CNN) algoritmlari yordamida tasvirlar klassifikatsiya qilinib, o‘simliklarning stress holati va tuproqdagi muammolar aniqlanadi. To‘rtinchi bosqichda esa Machine Learning va

ISSN 3030-3907

Deep Learning modellaridan foydalanish orqali tuproq holati, hosildorlik darajasi va ma’lum hudud uchun optimal ekin turi bashorat qilinadi.

Taklif etilgan ko‘p bosqichli yondashuv yer monitoringini avtomatlashtirish, suv resurslaridan samarali foydalanish hamda fermerlarga aqlli agrotexnik tavsiyalar berish imkonini yaratadi.

II. ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR.

So‘nggi yillarda sun’iy intellekt va UAV texnologiyalarining rivojlanishi Precision Agriculture tizimlarini yangi bosqichga olib chiqdi. Zamonaviy tadqiqotlarda termo-tasvirlash (thermal imaging), kompyuter ko‘rish, Machine Learning va Deep Learning algoritmlaridan foydalanish orqali qishloq xo‘jaligi yerlarini avtomatik monitoring qilishga katta e’tibor qaratilmoqda. Ayniqsa hosildorlikni bashoratlash, tuproq holatini aniqlash va suv resurslarini optimallashtirish bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar Web of Science hamda Scopus bazalarida keng yoritilgan. Termal kamerali dronlar yordamida o‘simliklarning stress holatini monitoring qilish [1, 5] bo‘yicha tadqiqot olib borgan. Tadqiqot natijalarida termal tasvirlar asosida suv yetishmovchiligi mavjud hududlarni aniqlash mumkinligi ko‘rsatilgan. Biroq ushbu yondashuvda ko‘p bosqichli sun’iy intellekt (AI) monitoring tizimi va hosildorlik bashorati yetarli darajada integratsiyalanmagan.

Termal sensorlar yordamida tuproq namligini aniqlash usullari, termal monitoring orqali degradatsiyaga uchragan hududlarni aniqlash mumkinligini tadqiq etilgan [2,6]. Shu bilan birga, mavjud tizimlarda real vaqt monitoring va AI asosidagi kompleks bashoratlash modellarining cheklanganligi kuzatiladi.

CNN (Convolutional Neural Network) algoritmlaridan foydalanish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlarda tasvirlarni klassifikatsiyalash va o‘simlik kasalliklarini aniqlashda yuqori aniqlik ko‘rsatkichlariga erishilgan [3, 6, 7]. Machine Learning modellaridan foydalanilgan ilmiy ishlarda esa hosildorlikni prognozlash va ekin turini tavsiya qilish imkoniyatlari yoritilgan [4, 8, 9]. Biroq aksariyat tadqiqotlarda termal monitoring, CNN analiz va bashoratlash modellarining yagona integrallashgan tizim sifatida ishlatilmagani aniqlangan.

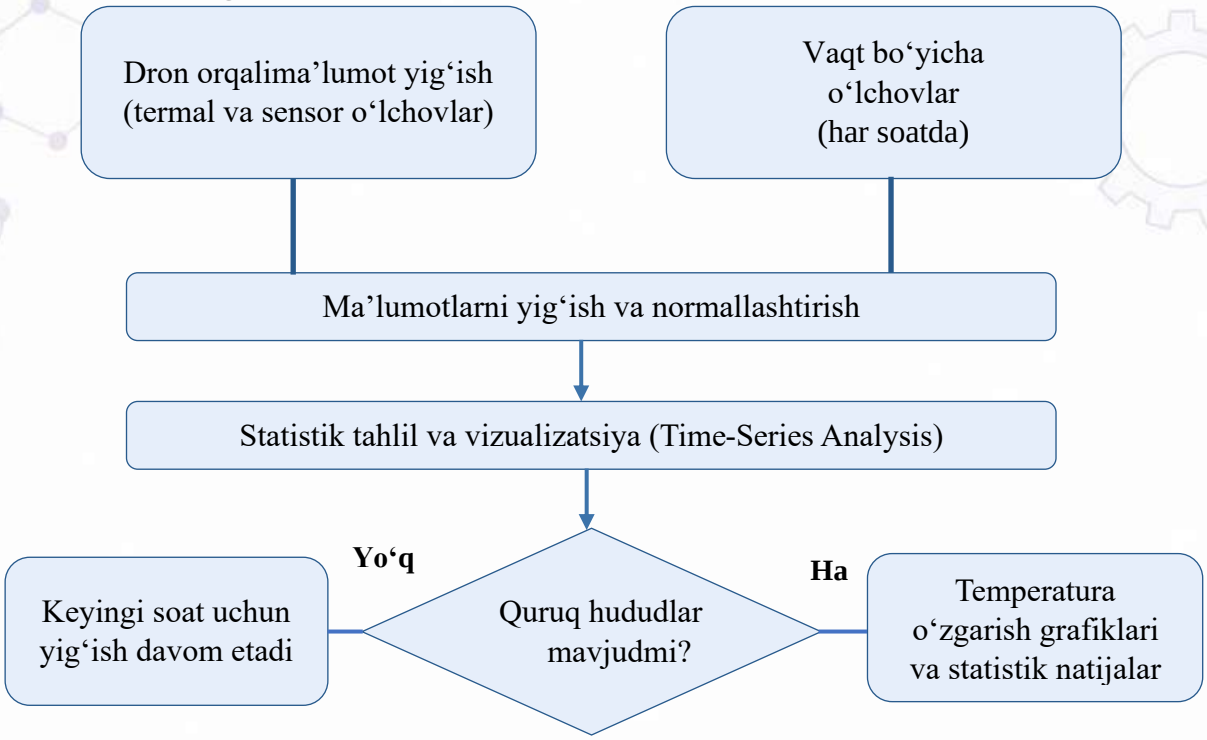
Mazkur tadqiqotda esa termal monitoring, vaqt bo‘yicha statistik tahlil, CNN asosidagi tasvirlarni klassifikatsiyalash hamda Machine Learning modellarini yagona ko‘p bosqichli aqlli tizimga integratsiya qilish taklif etiladi. Taklif etilgan yondashuv mavjud ishlardan farqli ravishda real vaqt monitoring va ko‘p bosqichli sun’iy intellekt analizini birlashtiradi.

Taklif etilgan metod va tizim arxitekturasi. Mazkur tadqiqotda sun’iy intellekt asosidagi ko‘p bosqichli agra dron monitoring va bashoratlash tizimi ishlab chiqildi. Taklif etilgan tizim 4 asosiy bosqichdan tashkil topgan bo‘lib, har

ISSN 3030-3907

bir bosqich ma’lumotlarni ketma-ket qayta ishlash va yakuniy bashorat aniqligini oshirishga xizmat qiladi.

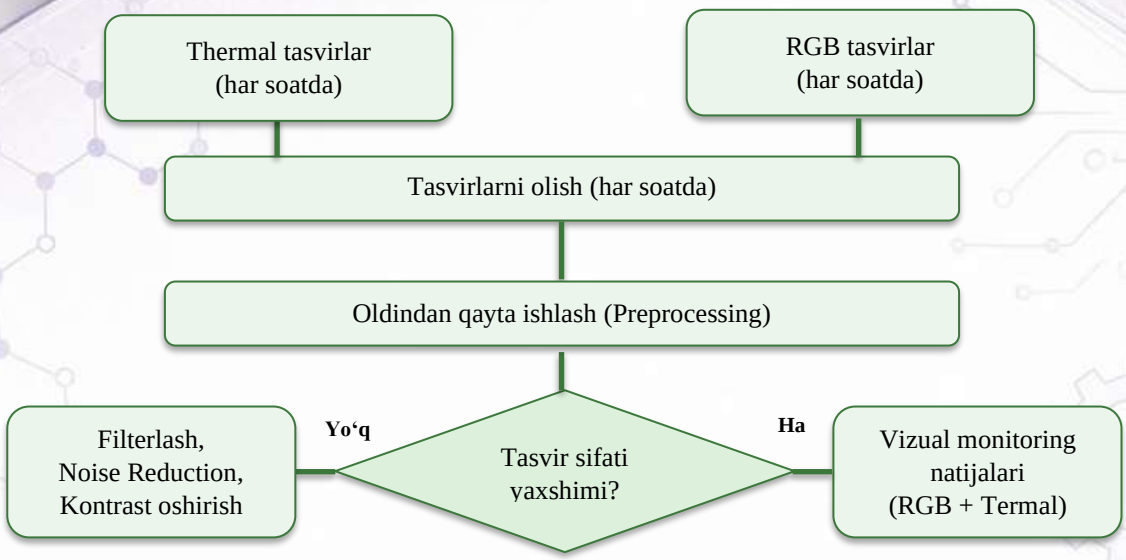
Birinchi bosqichda dron yordamida qishloq xo‘jaligi hududining termal va RGB ma’lumotlari yig‘iladi hamda vaqt bo‘yicha statistik monitoring amalga oshiriladi. Ushbu bosqichda temperatura va termal o‘zgarishlar grafik ko‘rinishda tahlil qilinadi. 1-rasmda vaqt bo‘yicha statistik monitoring qilish jarayoni blok-sxemasi keltirilgan.



1- rasm. Vaqt bo‘yicha statistik monitoring qilish jarayoni blok-sxemasi

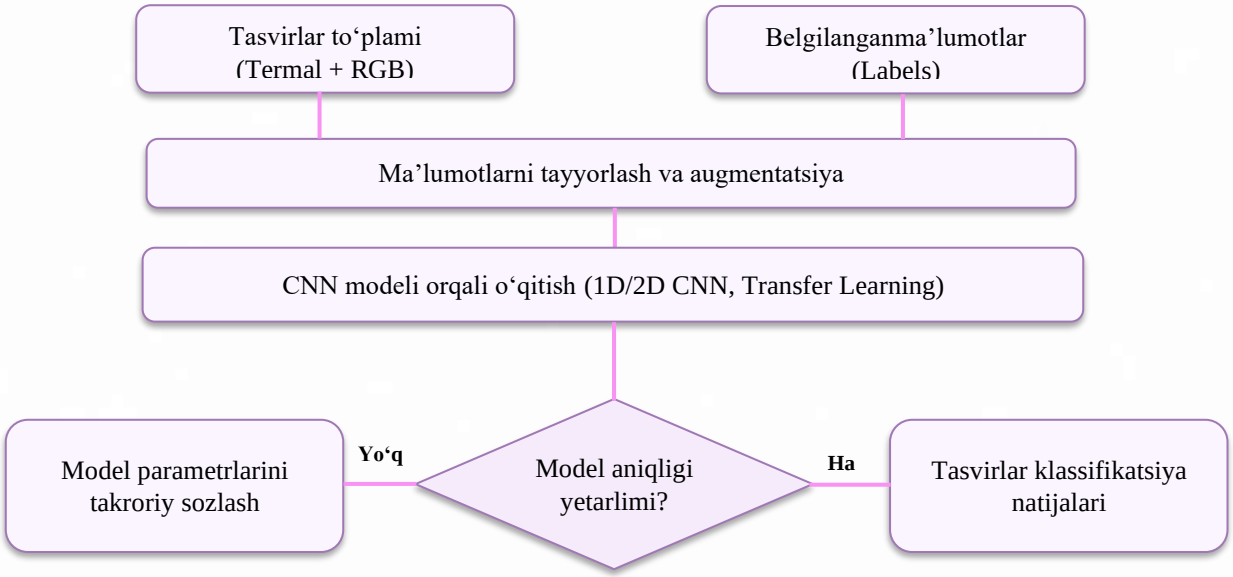
Ikkinchi bosqichda termal va RGB kameralar yordamida har soatlik monitoring bajariladi. Ushbu jarayonda kompyuter ko‘rish (Computer Vision) texnologiyalari orqali o‘simliklarning vizual holati, quruq hududlar va namlik darajasi aniqlanadi. Quyidagi 2-rasmda soatlik termal va RGB monitoring qilish jarayoni blok-sxemasi keltirilgan bo‘lib natijada vizual monitoring natijalari shakllantirladi.

ISSN 3030-3907



2- rasm. Har soatlik termal va RGB monitoring qilish jarayoni blok-sxemasi

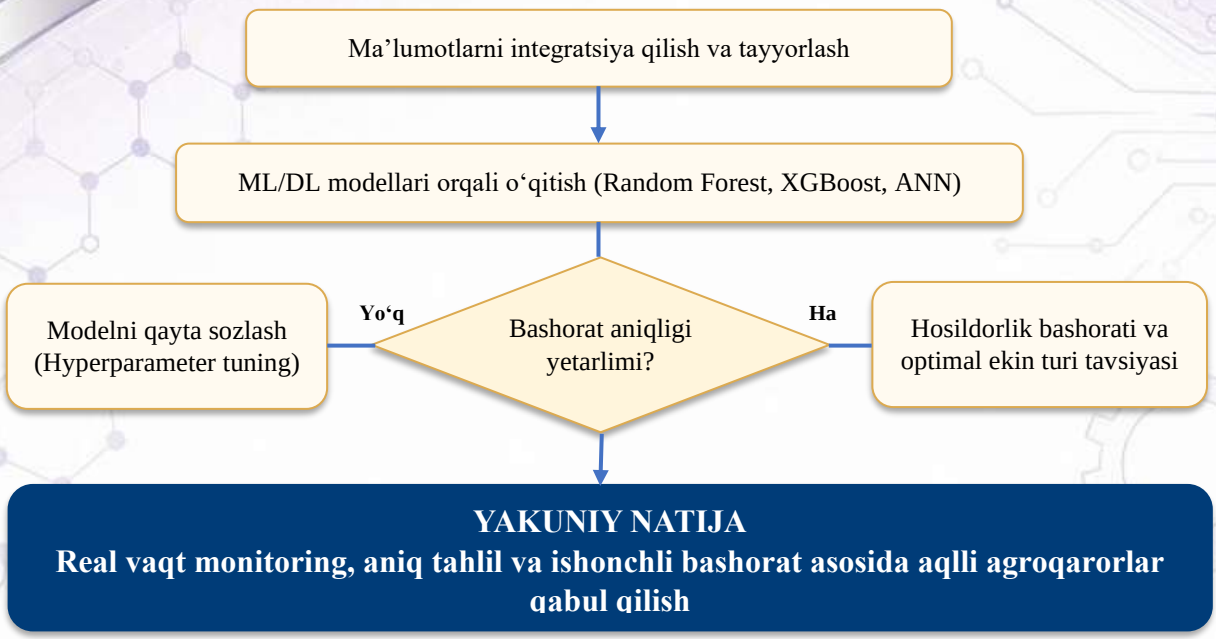
Uchinchi bosqichda CNN algoritmlaridan foydalanib termal va RGB tasvirlar klassifikatsiya qilinadi. CNN modeli yordamida sog‘lom va stress holatidagi hududlar aniqlanadi. CNN asosidagi tasvirlarni klassifikatsiyalash jarayoni blok-sxemasi 3-rasmda keltirilgan.



3- rasm. CNN asosidagi tasvirlarni klassifikatsiyalash jarayoni blok-sxemasi

To‘rtinchi bosqichda, mashinali o‘qitish va chuqur o‘rganish modellaridan foydalanib termal monitoring natijalari, CNN klassifikatsiyasi va statistik ma’lumotlar asosida hosildorlik hamda optimal ekin turi bashorat qilinadi. Ushbu bosqichda Random Forest, XGBoost va Regression modellaridan foydalaniladi. Mashinali o‘qitish va chuqur o‘rganish asosida bashoratlash jarayoni blok-sxemasi quyidagi 4-rasmda keltirilgan. Yakuniy natijada real vaqt monitoring, aniq tahlil va ishonchli bashorat asosida aqlli agroqarorlar qabul qilish amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907



4- rasm. Mashinali o‘qitish va chuqur o‘rganish asosida bashoratlash jarayoni blok-sxemasi

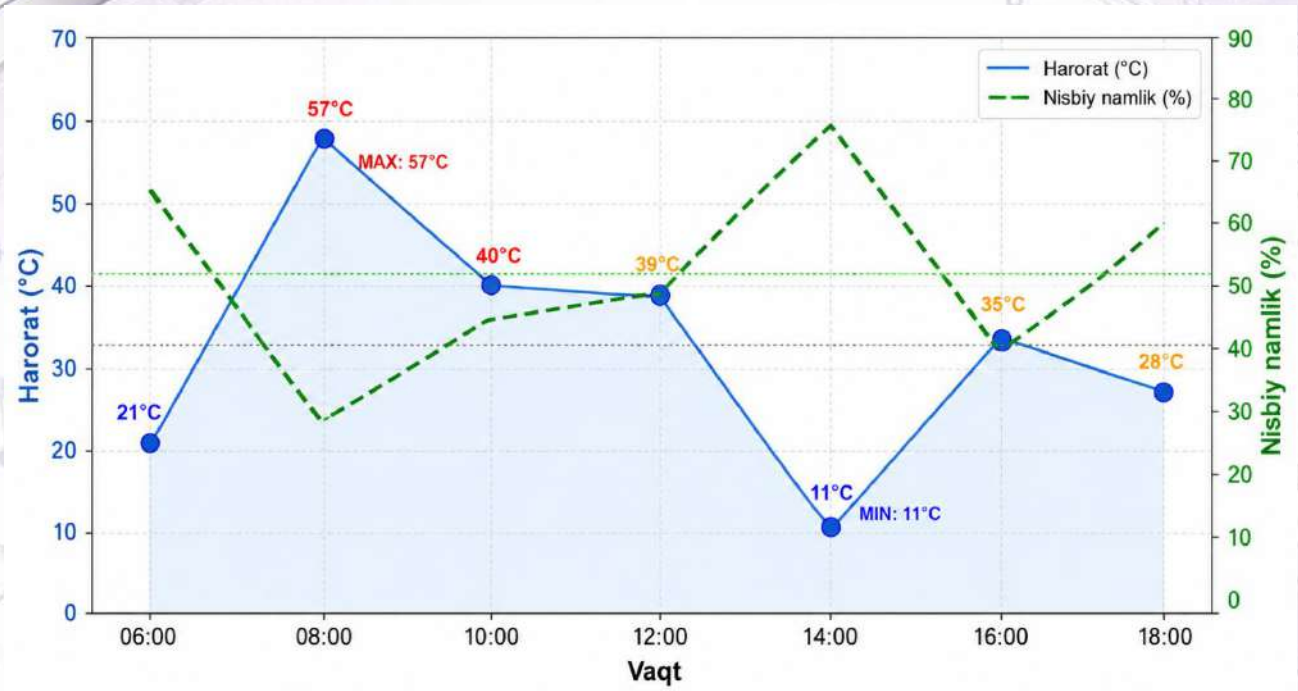
III. NATIJALAR VA MUXOKAMA.

Sun’iy intellekt asosidagi ko‘p bosqichli agra dron monitoring va bashoratlash tizimi 4 ta bosqich asosida ishlab chiqildi. Tizimning asosiy maqsadi qishloq xo‘jaligi hududlarini real vaqt rejimida monitoring qilish, termal va vizual ma’lumotlarni tahlil qilish hamda sun’iy intellekt yordamida hosildorlikni bashoratlashdan iborat. Har bir bosqich ma’lumotlarni ketma-ket qayta ishlash orqali yakuniy analiz aniqligini oshirishga xizmat qiladi.

Vaqt bo‘yicha statistik monitoring. Tadqiqotning birinchi bosqichida qishloq xo‘jaligi hududining kun davomida harorat va nisbiy namlik ko‘rsatkichlari monitoring qilindi. Ma’lumotlar termal kamera hamda atrof-muhit sensorlari yordamida belgilangan vaqt oralig‘ida yig‘ilib, statistik tahlil asosida grafik ko‘rinishda vizualizatsiya qilindi. Ushbu bosqichning asosiy maqsadi harorat dinamikasi va namlik o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash hamda quruq va nam hududlarni masofadan turib baholash imkoniyatlarini o‘rganishdan iborat bo‘ldi.

Monitoring natijalariga ko‘ra, 5-rasmda kun davomida qayd etilgan harorat va nisbiy namlik ko‘rsatkichlarining o‘zgarish dinamikasi keltirilgan. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, harorat ertalabki soat 06:00 da 21 °C ni tashkil etgan bo‘lsa, 08:00 ga kelib keskin oshib, maksimal qiymat — 57 °C ga yetgan. Keyingi vaqt oralig‘ida harorat asta-sekin pasayib, 14:00 da minimal qiymat — 11 °C qayd etilgan. Kunning ikkinchi yarmida esa harorat yana ortib, 16:00 da 35 °C ni, 18:00 da esa 28 °C ni tashkil etgan.

ISSN 3030-3907



5- rasm. Harorat va nisbiy namlik ko‘rsatkichlarining o‘zgarish dinamikasi

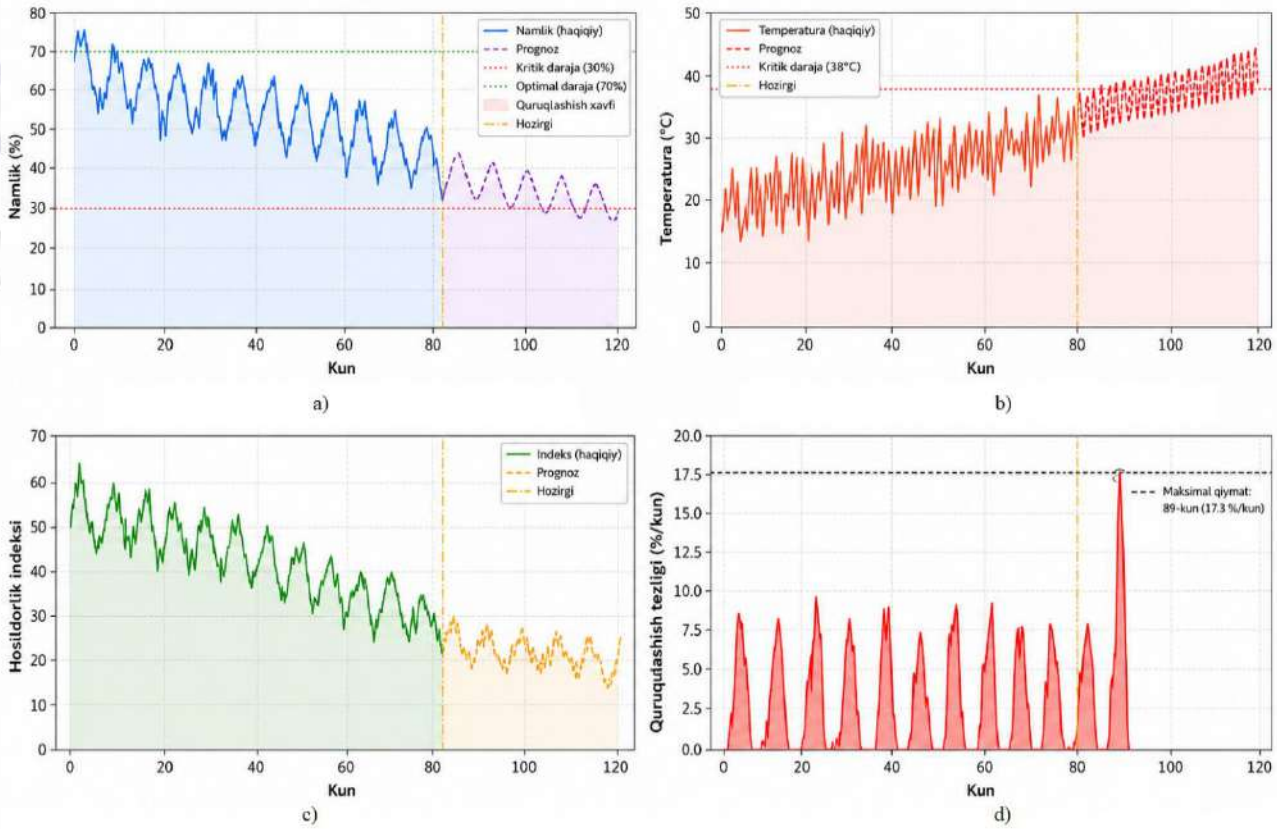
Nisbiy namlik ko‘rsatkichlari harorat o‘zgarishlariga teskari bog‘liqlikni namoyon etdi (5-rasmdan ko‘rish mumkin). Haroratning yuqori qiymatlari kuzatilgan vaqt oralig‘ida namlik pasaygan, namlik ortgan davrlarda esa haroratning kamayishi qayd etilgan. Ushbu holat harorat va namlik o‘rtasida salbiy korrelyatsiya mavjudligini ko‘rsatadi hamda quruq hududlarda bug‘lanish intensivligi ortishi natijasida yer yuzasi haroratining oshishini tasdiqlaydi. Olingan natijalar termal monitoring texnologiyasi yordamida yer namligini masofadan turib baholash va qurg‘oqchilik xavfi mavjud hududlarni aniqlash imkoniyatini ko‘rsatdi [3].

Ma’lumotlarni statistik tahlil qilish va vizualizatsiya jarayonlari Python dasturlash muhitida amalga oshirildi. Hisob-kitoblar va grafiklarni shakllantirishda NumPy hamda Matplotlib kutubxonalaridan foydalanildi. Hosil qilingan grafiklar harorat dinamikasini tahlil qilish, anomaliyalarni aniqlash va keyingi sun’iy intellekt asosidagi tahlil bosqichlari uchun ma’lumotlar bazasini shakllantirishga xizmat qildi.

Har soatlik monitoring va CNN asosidagi kompleks agrobiologik klassifikatsiyalash. Ikkinchi bosqichida qishloq xo‘jaligi hududining termal, namlik va vegetatsion holati real vaqt rejimida monitoring qilinib, olingan ma’lumotlar CNN modeli asosida kompleks tahlil qilindi. Monitoring jarayonida termal va RGB tasvirlar, shuningdek, vaqt bo‘yicha yig‘ilgan statistik ma’lumotlardan foydalanildi. Maqsad agrobiologik jarayonlarning dinamikasini baholash, suv tanqisligi xavfini aniqlash hamda o‘simliklarning stress holatini avtomatik klassifikatsiyalashdan iborat bo‘ldi.

ISSN 3030-3907

6-rasmda namlik dinamikasi, temperatura o‘zgarishi, hosildorlik indeksi va quruqlashish tezligi bo‘yicha monitoring hamda prognozlash natijalari keltirilgan. Grafiklar tahlili shuni ko‘rsatdiki, vaqt o‘tishi bilan namlik miqdorining bosqichma-bosqich kamayishi kuzatilgan (6a-rasm). Prognoz natijalariga ko‘ra, keyingi davrlarda namlik darajasi kritik chegaraga yaqinlashishi mumkinligi aniqlangan. Bu esa sug‘orish tadbirlarini optimallashtirish zarurligini ko‘rsatadi.



6- rasm. ompleks monitoring va bashoratlash natijalari: a) namlik darajasining o‘zgarishi va prognozi; b) temperatura dinamikasi va prognozi; c) hosildorlik indeksining o‘zgarishi va prognozi; d) quruqlashish (bug‘lanish) tezligining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi

Temperatura monitoringi natijalari (6b-rasm) hududda issiqlik rejimining vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchanligini namoyon etdi. Ayrim davrlarda haroratning kritik 38 °C chegarasidan yuqori qiymatlarga ko‘tarilishi kuzatildi. Prognozlash natijalari esa keyingi bosqichlarda haroratning oshish tendensiyasini ko‘rsatib, tuproq namligining kamayishi va suv tanqisligi xavfining ortishi ehtimolini tasdiqladi.

Hosildorlik indeksi bo‘yicha olingan natijalar (6c-rasm) vegetativ faollikning monitoring davri davomida pasayib borishini ko‘rsatdi. Dastlabki bosqichlarda indeks nisbatan yuqori bo‘lgan bo‘lsa, namlikning kamayishi va haroratning oshishi fonida vegetativ faollikning susayishi qayd etildi. CNN modeli ushbu o‘zgarishlarni tahlil qilib, vegetativ stress holatidagi maydonlarni muvaffaqiyatli aniqladi.

ISSN 3030-3907

Quruqlashish tezligi monitoringi natijalari (6d-rasm) ayrim davrlarda bug‘lanish intensivligining keskin ortishini ko‘rsatdi. Xususan, monitoringning oxirgi bosqichlarida maksimal quruqlashish tezligi qayd etildi. Ushbu holat tuproqdagi suv balansining buzilishi va o‘simliklarda stress omillarining kuchayishi bilan bog‘liq ekanligi aniqlandi.

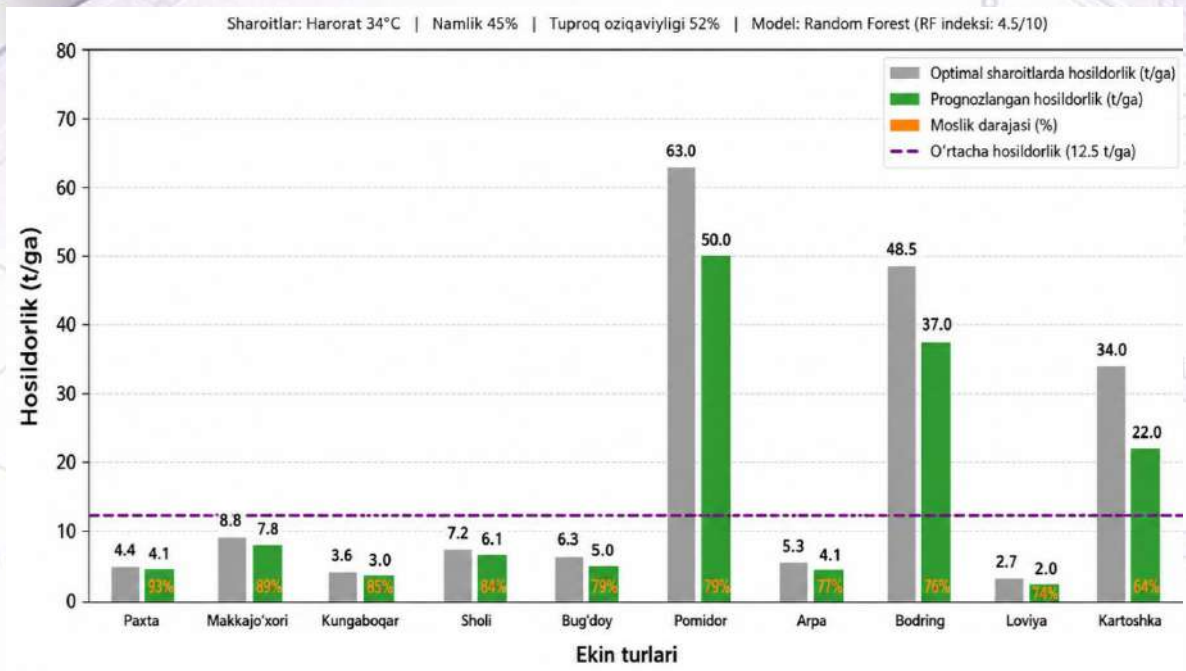
Natijalar namlikning kamayishi, haroratning ortishi va hosildorlik indeksining pasayishi o‘rtasida o‘zaro bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatdi. CNN modeli termal tasvirlar, namlik ko‘rsatkichlari va statistik monitoring ma’lumotlarini integratsiyalash orqali hududlarni sog‘lom, nam, quruq va vegetativ stress holatidagi sinflarga ajratdi. Bu esa agrobiologik holatni avtomatik baholash va qurg‘oqchilik xavfini oldindan aniqlash imkoniyatini yaratdi.

Mazkur yondashuvning afzalligi termal monitoring natijalari, namlik prognozi, hosildorlik indeksi va quruqlashish tezligi kabi ko‘rsatkichlarni yagona sun’iy intellekt tizimida birlashtirganidadir. Olingan natijalar suv resurslaridan samarali foydalanish, sug‘orish jarayonlarini optimallashtirish hamda hosildorlikni oshirish uchun muhim axborot manbai bo‘lib xizmat qiladi.

Mashinali o‘qitish va chuqur o‘rganish asosida hosildorlik hamda optimal ekin turini bashoratlash. Tadqiqotning yakuniy bosqichida termal monitoring, namlik monitoringi, CNN klassifikatsiyasi hamda agrobiologik ko‘rsatkichlar asosida hosildorlik va optimal ekin turini bashoratlash amalga oshirildi. Bunda monitoringning oldingi bosqichlarida olingan temperatura, namlik, vegetativ holat va tuproqning oziqaviy tarkibi haqidagi ma’lumotlar yagona ma’lumotlar bazasiga integratsiyalashgan holda mashinali o‘qitish modellarida qayta ishlanib, hosildorlik prognozlari shakllantirildi.

7-rasmda turli ekin turlari uchun prognoz qilingan hosildorlik ko‘rsatkichlari hamda agroekologik sharoitlarga moslik darajalari keltirilgan. Tahlil natijalariga ko‘ra, tadqiqot hududi uchun eng yuqori prognoz hosildorligi pomidor ekinida kuzatilib, model uning moslik darajasini 79 % deb baholadi. Shuningdek, bodring va kartoshka ekinlari ham yuqori hosildorlik salohiyatiga ega bo‘lib, mos ravishda 76 % va 64 % moslik ko‘rsatkichlarini namoyish etdi.

ISSN 3030-3907



7-rasm. Turli ekin turlari uchun prognoz qilingan hosildorlik ko‘rsatkichlari va agroekologik moslik darajalari (Random Forest modeli natijalari)

Donli ekinlar orasida makkajo‘xori va sholi nisbatan yuqori moslik darajasiga ega ekanligi aniqlanib, ularning hosildorlik ko‘rsatkichlari mos ravishda 89% va 84% ni tashkil etdi. Bug‘doy uchun moslik darajasi 79% bo‘lib, o‘rta-yuqori samaradorlik guruhiga kiritildi. Kungaboqar, arpa va loviya ekinlarida esa hosildorlik ko‘rsatkichlari nisbatan past bo‘lib, mavjud agroiqlimiy sharoitlarda ularni ekish iqtisodiy jihatdan kamroq samarali ekanligi aniqlandi.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, model tomonidan tavsiya etilgan ekinlar hududning joriy temperatura rejimi, namlik darajasi va tuproqning oziqlanish holati bilan yuqori darajada mos keladi. Xususan, namlik tanqisligi kuzatilayotgan maydonlarda suvdan samarali foydalanadigan ekin turlari yuqori reytingga ega bo‘ldi. Bu esa tizimning nafaqat hosildorlikni prognozlash, balki suv resurslarini oqilona boshqarish bo‘yicha ham amaliy tavsiyalar bera olishini ko‘rsatadi.

Machine Learning algoritmlarining kompleks qo‘llanilishi natijasida monitoring ma’lumotlari va CNN klassifikatsiyasi asosida hosildorlik prognozining aniqligi oshirildi. Model agrobiologik omillar o‘rtasidagi bog‘liqliklarni tahlil qilish orqali har bir ekin turi uchun kutilayotgan hosildorlikni baholadi hamda iqtisodiy jihatdan eng maqbul ekinlarni tavsiya qildi. Olingan natijalar sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish qishloq xo‘jaligida qaror qabul qilish samaradorligini oshirish, suv resurslarini tejash va hosildorlikni optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini tasdiqladi.

Tadqiqot natijalari aqlli agrotexnik monitoring tizimlari suv resurslarini optimallashtirish, hosildorlikni oshirish hamda fermerlarga avtomatlashtirilgan tavsiyalar berishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi. Shu bilan birga,

ISSN 3030-3907

kelgusida tizimni multispektral sensorlar, IoT texnologiyalari va bulutli hisoblash platformalari bilan integratsiyalash monitoring samaradorligini yanada oshirish imkonini beradi.

IV. XULOSA.

Mazkur tadqiqotda termal monitoring, kompyuter ko‘rish, CNN va mashinali o‘qitish texnologiyalarini birlashtirgan aqlli agrodron monitoring va bashoratlash tizimi ishlab chiqildi. Taklif etilgan yondashuv qishloq xo‘jaligi maydonlarining agrobiologik holatini real vaqt rejimida baholash, quruq va stress holatidagi hududlarni aniqlash hamda hosildorlikni prognozlash imkonini berdi.

Tadqiqot natijalari temperatura va namlik ko‘rsatkichlarining hosildorlikka sezilarli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqladi. Random Forest, XGBoost va CNN modellaridan foydalanish hosildorlik prognozi aniqligini oshirib, optimal ekin turini tavsiya etish imkonini yaratdi.

Natijalar taklif etilgan tizimning suv resurslarini samarali boshqarish, agrotexnik qarorlar qabul qilish va hosildorlikni oshirishda amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi. Kelgusida tizimni IoT, multispektral sensorlar va sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari bilan integratsiyalash orqali uning samaradorligini yanada oshirish rejalashtirilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Santangeli, A., Chen, Y., Kluen, E., Chirumamilla, R., Tiainen, J., & Loehr, J. (2020). Integrating drone-borne thermal imaging with artificial intelligence to locate bird nests on agricultural land. Scientific Reports, 10, 10993. https://doi.org/10.1038/s41598-020-67898-3

2. Al-Najadi, R., Al-Mulla, Y., Al-Abri, I., & Al-Sadi, A. M. (2025). Effectiveness of drone-based thermal sensors in optimizing controlled environment agriculture performance under arid conditions. Scientific Reports, 15, 9042. https://doi.org/10.1038/s41598-025-94432-0

3. Santangeli, A., Chen, Y., Kluen, E., Chirumamilla, R., Tiainen, J., & Loehr, J. (2020). Integrating drone-borne thermal imaging with artificial intelligence to locate bird nests on agricultural land [Full-text PDF]. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/342944705

5. Al-Najadi, R., Al-Mulla, Y., Al-Abri, I., & Al-Sadi, A. M. (2025). Effectiveness of drone-based thermal sensors in optimizing controlled environment agriculture performance under arid conditions [Full-text PDF]. ResearchGate. https://www.researchgate.net/

6. Chang, M., Vuong, T., Palaparthi, M., Howell, L., Bonti, A., Abdelrazek, M., & Nguyen, D. T. (2023). An empirical study of automatic wildlife detection using drone thermal imaging and object detection. arXiv. https://arxiv.org/abs/2310.11257

7. Liu, X., Ho, L., Bruenel, S., & Goethals, P. (2025). Applications of unmanned vehicle systems for multi-spatial scale monitoring and management of aquatic ecosystems: A review. Ecological Informatics, 85, 102926. https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2024.102926

8. Shruti, B. V., Shoma, R. S., Madhavi, C. M. V., Sridevi, H. R., Pallavi, N. R., Lohith, C., Gnanasundari, A., Vaishnavi, M., & Raghu, P. (2026). SmartSoil: A humanoid-inspired drone framework using thermal imaging and AI for real-time soil moisture estimation. Engineering, Technology & Applied Science Research, 16(2), 33820–33826. https://doi.org/10.48084/etasr.17382

9. Sun, J., Wang, Q., Li, Q., Xu, G., Liang, B., Ma, C., Tian, S., & Gao, Q. (2026). Artificial intelligence in smart agriculture across the production-to-postharvest continuum: Progress, challenges, and future directions. Sustainability, 18(10), 4908. https://doi.org/10.3390/su18104908

10. Rubia Gandhi, R. R., Angel Ida Chellam, J., Prabhu, T. N., Kathirvel, C., Sivaramkrishnan, M., & Siva Ramkumar, M. (2022). Machine learning approaches for smart agriculture. In 2022 6th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC) (pp. 1054–1058). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICCMC53470.2022.9753841

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ХЛОПКА ОТ МЕЛКИХ СОРНЫХ ПРИМЕСЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПИЛЬЧАТОГО БАРАБАНА С ВОЛНООБРАЗНЫМИ ПЛАНКАМИ.

Д. А. Джураев
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, кафедра «Машиностроение», д.т.н., профессор
E-mail: anvardjurayev@gmail.com
К. К. Юлдашев
Андижанский государственный технический институт, доктор технических наук, доцент кафедры «Общетехнические дисциплины».
О. А. Корачаева
Андижанский государственный технический институт, базовый докторант.
E-mail: oltinoyismoilova@gmail.com

Аннотация. В статье приведены конструктивная схема и принцип работы барабанов очистителей хлопка от мелких примесей, оснащённых наклонными рядами колков и планками с волнообразной поверхностью. Изучено ударное взаимодействие хлопковой порции с волнообразной поверхностью планки колкового барабана. После удара определены выражения для расчёта скоростей и углов отклонения хлопковой порции и отделившихся примесей. На основе анализа полученных графических зависимостей установлены рекомендуемые значения параметров.

Ключевые слова: мелкие примеси, угол, барабан, планка, шип, траектория движения.

Annotatsiya. Maqolada qiya chiviklar (koloklar) qatorlari va to‘lqinsimon sirtli plankalar bilan jihozlangan paxtani mayda iflosliklardan tozalagich barabanlarining konstruktiv sxemasi va ishlash prinsipi keltirilgan. Paxta bo‘lagining chivikli baraban plankasining to‘lqinsimon sirti bilan zarbiy ta’sirlashuvi o‘rganilgan. Zarbdan keyin paxta bo‘lagi va ajralgan iflosliklarning tezliklari hamda og‘ish burchaklarini hisoblash uchun ifodalar aniqlangan. Olingan grafik bog‘liqliklar tahlili asosida parametrlarning tavsiya etiladigan qiymatlari belgilangan.

Kalit so‘zlar: mayda iflosliklar, burchak, baraban, planka, qoziq, harakat traektoriyasi.

Abstract. The article presents the structural diagram and operating principle of cleaner drums for removing fine impurities from cotton, equipped with inclined rows of pegs and slats with a wavy surface. The impact interaction of a cotton portion with the wavy surface of the peg drum slat has been studied. Formulas for calculating the velocities and deflection angles of the cotton portion and the

separated impurities after the impact have been determined. Based on the analysis of the obtained graphical relationships, recommended values for the parameters have been established.

Keywords: fine impurities, angle, drum, slat, peg, movement trajectory.

ВВЕДЕНИЕ.

В мировой текстильной промышленности совершенствование технологий первичной переработки хлопкового сырья занимает важное место в производстве высококачественной пряжи и готовой продукции. Одной из наиболее актуальных задач на сегодняшний день является высокоэффективная очистка хлопка от мелких сорных примесей в процессе джинирования и очистки с максимальным сохранением его естественных свойств — длины волокна, прочности и показателей микронейра. В существующих хлопкоочистительных агрегатах секции очистки от мелких и крупных сорных примесей зачастую механически объединены, и в них традиционно используются последовательно установленные колковые барабаны и сетчатые поверхности.

Основным недостатком существующего хлопкоочистительного оборудования является низкая эффективность отделения хлопковой массы от сорных примесей и негативное влияние на качество волокна. В современных цехах выделенные в процессе очистки мелкие примеси повторно смешиваются с крупными примесями и свободными летучками хлопка. Это требует внедрения этапов регенерации и повторной очистки хлопка в технологических линиях, что приводит к дополнительным затратам энергии и труда. Что еще хуже, в результате повторных механических воздействий повреждается волокно, увеличивается количество дефектов (узелков, жгутиков) и снижается выход волокна.

Поскольку мелкие сорные примеси в составе хлопка (листья хлопчатника, сухая корка, пыль) прилипают к поверхности волокна или располагаются в его внутренних слоях, для их отделения необходимо воздействовать на летучку хлопка не просто линейным сдвигом, а сложной пространственной и пульсирующей ударной силой. Основной причиной выбора данной научной проблемы является необходимость коренного повышения эффективности очистки путем оптимизации геометрических параметров механических рабочих органов с учетом кинетических и динамических свойств хлопкового сырья. В качестве теоретической основы данного исследования было принято прямое влияние формы и угла установки рабочих элементов барабана на траекторию движения хлопковой массы.

Научная новизна данной работы заключается в предложении новой конструкции очистителя мелких сорных примесей, оснащенного

ISSN 3030-3907

синусоидальными волнообразными планками и наклонными колосниками (колками), состоящей из 12 барабанов, работающих под переменными углами (15°, 10°, 5°). Впервые было математически смоделировано ударное взаимодействие порции хлопка с планкой, имеющей волнообразную поверхность, и получены аналитические выражения (формулы) для расчета скорости и углов отклонения после удара. За счет постепенного увеличения скорости барабанов на 10% (ω_1, ω_2, ω_3) были выявлены эффект динамического разрыхления хлопковой массы и эффект пульсации воздуха.

Целью данной статьи является анализ процесса ударного взаимодействия хлопковой массы с волнообразными планками предлагаемого наклонного колкового барабана посредством теоретических и графических зависимостей, определение траектории выделяемых сорных примесей и обоснование оптимальных конструктивно-технологических параметров нового очистителя.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

В известной конструкции хлопкоочистительного агрегата секции очистки хлопка от мелких и крупных сорных примесей объединены. Под щеточными барабанами установлены два пильчатых барабана, под которыми расположены колосники. Они выполняют функцию сетки для очистки хлопкового сырья от крупных примесей. В секции мелкой очистки последовательно установлены колковые барабаны, а под ними — сетчатые поверхности [1].

Основным недостатком данной конструкции является низкая эффективность очистки хлопка от сорных примесей. Мелкие примеси, выделенные в секции мелкой очистки, смешиваются с крупными примесями и волокнами (летучками). Это создает дополнительные трудности в процессе регенерации и повторной очистки хлопка.

В другой известной конструкции устройства для очистки хлопкового сырья от мелких сорных примесей — а именно в типах «1ХК» (хлопкоочистительная камера) и «СЧ-2» (хлопкоочистительная секция) — используется комплект из четырех последовательно расположенных, однотипных колково-планочных барабанов, под которыми горизонтально установлены сетчатые поверхности.

Основным недостатком этой конструкции также является низкая эффективность очистки, так как колки барабана одинаково и многократно воздействуют на хлопковые волокна вдоль сетчатой поверхности. Кроме того, из-за одинаковых геометрических и кинематических параметров барабанов каждая зона очистки (пара «барабан–сетка») имеет низкую

ISSN 3030-3907

эффективность, в результате чего общее качество очистки остается невысоким [2].

В целях повышения эффективности количество колков барабана было увеличено; однако это приводит к повреждению семян и волокон хлопка. Более того, работа колков барабана под воздействием силы одинаковой величины и направления также препятствует эффективной очистке от мелких сорных примесей.

В еще одной известной конструкции секция хлопкоочистительного агрегата состоит из четырех последовательных барабанов, оснащенных колками, планками (пластинами) и резиновыми кольцевыми втулками (муфтами). Толщина втулки каждого последующего барабана (по направлению движения хлопка) выполнена на 10–15% меньше предыдущей. Под колково-планочными барабанами установлены сетчатые поверхности, а в нижней части имеется пневматическое устройство для удаления выделенных мелких примесей. Каждый последующий барабан дополнительно совершает вращательное движение с высокочастотными колебаниями малой амплитуды, что обеспечивает более эффективное отделение примесей. Основным недостатком данной конструкции является сложность ее устройства и недостаточная эффективность очистки [3].

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Задача предлагаемой новой конструкции заключается в повышении эффективности очистки хлопка от мелких сорных примесей при максимальном сохранении его естественных свойств. Данная задача решается путем усовершенствования конструкции очистителя, а именно за счет установки двенадцати колково-планочных барабанов, которые расширяют траекторию движения хлопка и обеспечивают более эффективную очистку.

Сущность конструкции заключается в том, что очиститель волокнистого материала состоит из двенадцати колково-планочных барабанов, планки и колки которых расположены под углом к их осям. При этом планки и колки на смежных барабанах установлены в противоположных направлениях. Пластины и зубья первых четырех барабанов расположены под углом 15° следующих четырех — под углом 10°, а последних четырех — под углом 5°. Питающие валики расположены над третьим и четвертым барабанами первой группы. Пластины барабанов выполнены в виде синусоидальной кривой. Угловые скорости первых четырех барабанов одинаковы и обеспечиваются индивидуальным приводом. Угловые скорости следующих четырех барабанов на 10% выше, чем у первых, а последних четырех — еще на 10% чем у предыдущих.

ISSN 3030-3907

В зоне первых четырех барабанов перерабатывается менее разрыхленное хлопковое сырье (состоящее из двух и более волокон — «летучек»). По этой причине установлен наибольший угол – 15°. В результате удаляются сорные примеси из поверхностного слоя хлопка. В этой зоне планки и колки перемещают хлопок не только в направлении вращения, но и в поперечном направлении, что обеспечивает более эффективное разделение хлопка на летучки. Также за счет увеличения траектории движения хлопка выделяется большее количество мелких сорных примесей.

В зоне следующих четырех барабанов (под углом 10°) разрыхленные порции хлопка протаскиваются по сетчатой поверхности по еще более широкой траектории. Последние четыре барабана (под углом 5°) протаскивают разрыхленные летучки хлопка по сетчатой поверхности, обеспечивая эффективное выделение и удаление мелких сорных примесей из их внутренних слоев. Поэтапное увеличение угловой скорости барабанов предотвращает образование заторов (забивание) и повышает общую эффективность очистки. Конструкция поясняется чертежами: на рис. 1 показан общий вид очистителя волокнистого материала, на рис. 1а — барабан с пластинами и колками, установленными под углом α.

Очиститель волокнистого материала, предназначенный преимущественно для переработки хлопкового сырья, состоит из двенадцати барабанов, ряды пластин и колков которых расположены под углом к их осям. При этом пластины 22 первых четырех барабанов (1, 2, 3 и 4) выполнены в виде синусоидальной кривой, а их зубья 19 расположены под углом 15°. Планки 23 и колки 20 последующих барабанов (5, 6, 7 и 8) расположены под углом 10°, а планки 24 и колки 21 последних барабанов (9, 10, 11 и 12) — под углом 5°. Под колково-планочными барабанами установлены сетчатые поверхности (14, 15 и 16) [4]. Под каждыми четырьмя барабанами установлены шнеки (17) для удаления сорных примесей.

Привод очистителя выбран таким образом, что первые четыре барабана (1, 2, 3, 4) вращаются с угловой скоростью ω_1, а угловая скорость следующих четырех барабанов (5, 6, 7, 8) составляет ω_2, что на 10% выше предыдущих. В результате соотношение между ω_1 и ω_2 имеет вид $\omega_2 = 1,1\omega_2$. Последние четыре барабана работают со скоростью $\omega_3 = 1,1\omega_2$.

ПРИНЦИП РАБОТЫ

Очиститель работает следующим образом: хлопковое сырье с помощью питающих валиков (13) подается на 3-й и 4-й барабаны. Планки и колки (19) транспортируют его вверх и передают на 1-й барабан. 1-й барабан перемещает хлопок сверху вниз и в боковом направлении. Синусоидальные пластины (22) и колки (19), расположенные под углом 15°, захватывают

ISSN 3030-3907

более тяжелые порции хлопка (состоящие из 2 и более летучек) и перемещают их по сложной траектории. В этом процессе сорные примеси эффективно отделяются.

Позже разрыхленный хлопок (состоящий из 1–2 летучек) протаскивается пластинами (23) и колками (20) под углом 10°, очищаясь от мелких сорных примесей в более глубоких слоях. Затем в последней зоне пластины (24) и зубья (21) под углом 5° протаскивают преимущественно однолетучковые порции хлопка. Эти порции движутся с высокой скоростью по сетчатой поверхности (16), эффективно очищаясь от мелких примесей. Выделенные сорные примеси проваливаются через сетчатые поверхности (14, 15, 16) и выводятся с помощью шнеков (17). Синусоидальные планки не только эффективно транспортируют хлопок, но и в определенной степени разрыхляют его, а также отделяют сорные примеси с помощью пульсирующего воздушного потока (как в направлении вращения барабана, так и в поперечном направлении).

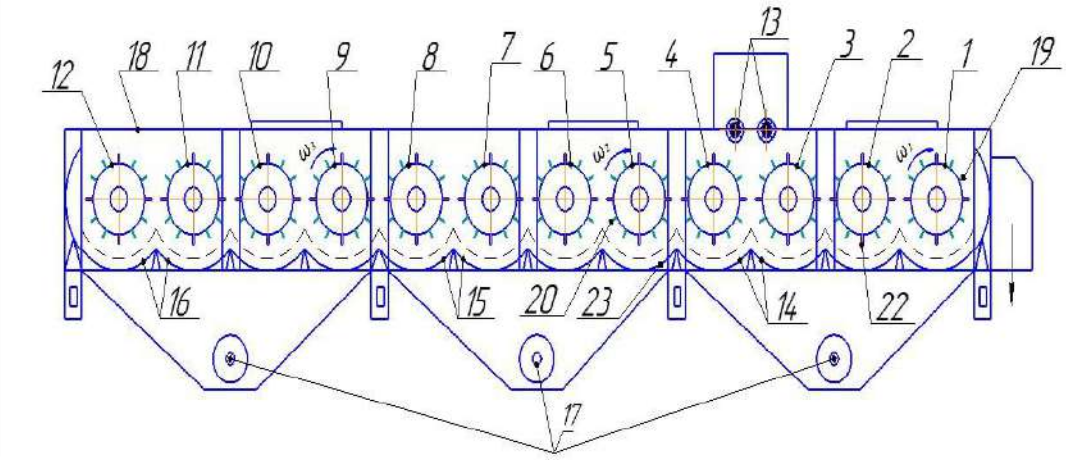


Рис. 1. Общий вид очистителя волокнистого материала.

ISSN 3030-3907

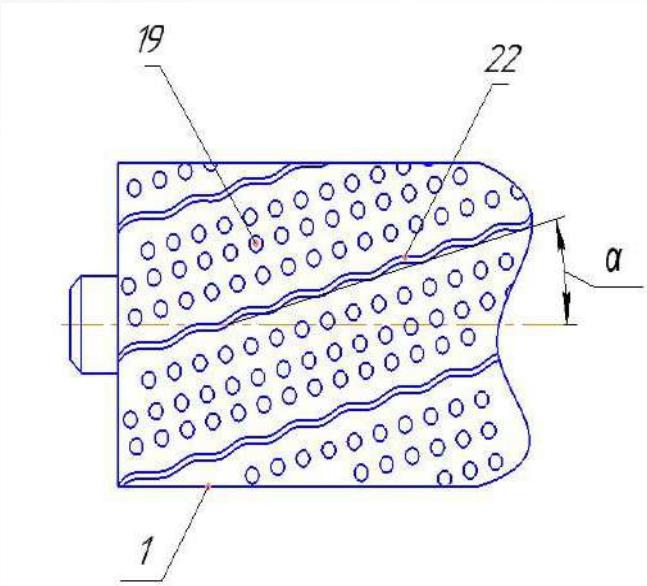


Рис. 1а. Барабан с пластинами и колками, установленными под углом α.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ. Расчеты ударного взаимодействия порции хлопка с волнообразным элементом транспортирующей планки барабана. При поступлении порций хлопка через питающие валики на колково-планочный барабан происходит их взаимодействие с колками и волнообразными планками. При этом в результате ударного воздействия волнообразной поверхности на порцию хлопка происходит интенсивное отделение от нее сорных примесей, особенно мелких соров.

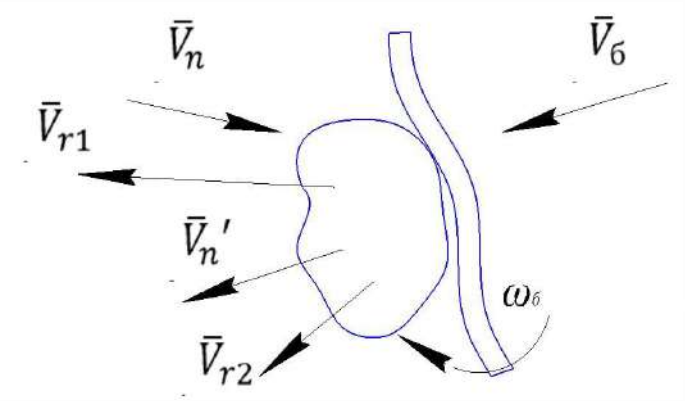


Рис. 2. Схема ударного взаимодействия волнообразных планок с порцией хлопка.

Здесь V_b— линейная скорость барабана, ω_b — угловая скорость барабана; V_n— ударная скорость планки; $V_n^{'}, V_{r1}, V_{r2}$— скорости отскока (возврата) сорных примесей хлопка.

Как видно из рисунка 2, при ударном взаимодействии порции хлопка с поверхностью волнообразной планки находящиеся внутри нее сорные примеси приобретают различные скорости отскока. Поскольку

ISSN 3030-3907

волнообразные планки установлены под наклоном, пространственные представления скоростей и удара при взаимодействии с порцией хлопка приведены на рисунке 3.

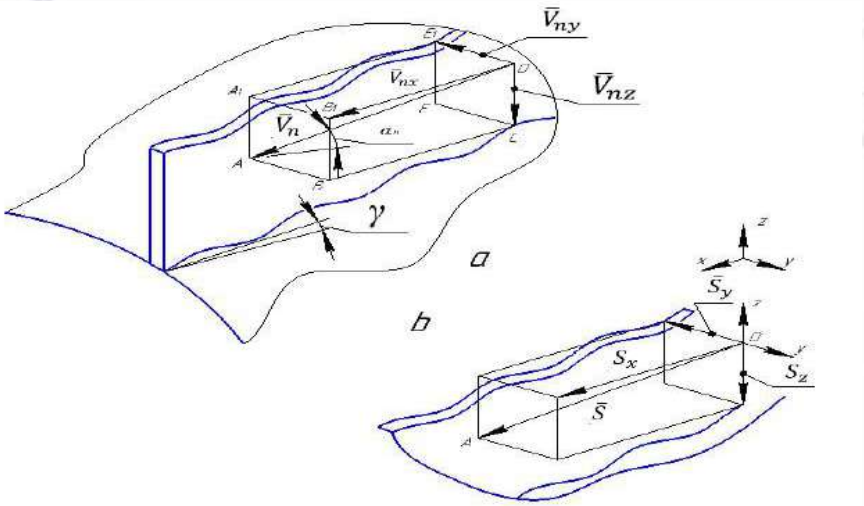


Рис. 3. Анализ пространственных составляющих скоростей (а) и удара (б) при взаимодействии порции хлопка с волнообразной планкой.

При ударном взаимодействии связь между проекциями силы удара определена с учетом коэффициента трения. Расчеты производятся на основе гипотезы Рауса [6].

$$S_X = f_1 S_y \qquad S_y = f_2 S_z \qquad S_z = f_3 S_x \qquad (1)$$

Здесь S_X, S_y, S_z-оставляющие силы удара по координатным осям; - f_1, f_2 f_3 коэффициенты трения между порцией хлопка и поверхностью волнообразной планки по соответствующим координатным направлениям соответственно [7,

$$\bar{\bar{S}}=\bar{\bar{S}}_x + \bar{\bar{S}}_y + \bar{\bar{S}}_z \quad \textbf{(2)}$$

$$S = \sqrt{S_x^2 + S_y^2 + S_z^2}$$

ISSN 3030-3907

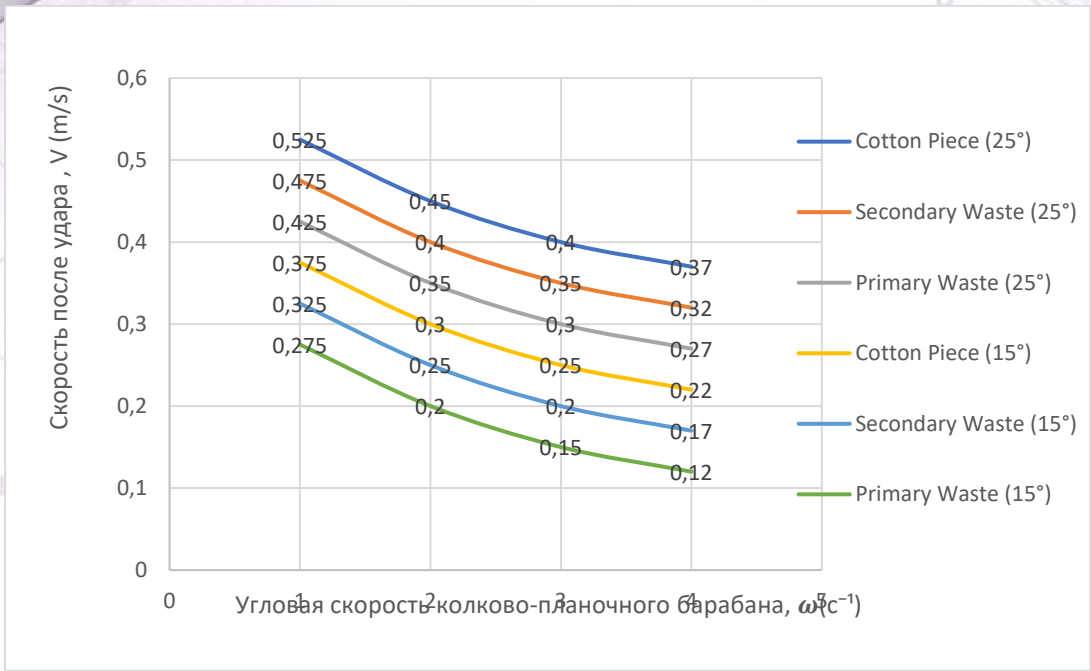


Рис.4.График зависимости скоростей порции хлопка и выделенных сорных примесей после удара о поверхность волнообразной планки очистителя от изменения угловой скорости барабана.

При анализе полученных графиков установлено, что при изменении угловой скорости колково-планочного барабана от **36,5**c^{-1} до **52**c^{-1} и угле наклона волнообразной поверхности **25º** скорость порции хлопка после удара находится в линейной зависимости и возрастает от 1,38 м/с до 1,82 м/с**.** При этом скорость вторичных сорных примесей, выделенных из хлопка, увеличивается по нелинейной зависимости от 1,91 м/с до 3,15 м/с. Соответственно, скорость первичных сорных примесей составляет от 3,09 м/с до 4,63 м/с (рис. 4, графики 5, 6). При уменьшении угла наклона планок колкового барабана до 15º скорости порции хлопка после ударного взаимодействия возрастают от 1,7 м/с до 2,42 м/с, соответственно скорость вторичных сорных примесей увеличивается от 2,41 м/с до 3,46 м/с, а скорость первичных сорных примесей возрастает по нелинейному закону от 3,31 м/с до 5,53 м/с. Основной причиной этого является то, что масса вторичных примесей меньше массы первичных примесей. С учетом обеспечения более быстрого выхода порции хлопка из зоны очистки, целесообразно принимать угловую скорость колково-планочного барабана в пределах **(46-50)**c^{-1}.

ЛИТЕРАТУРА

1. Первичная переработка хлопка-сырца. Учебное пособие. Под ред. З.З. Зикриёева, Т., Мехнат, 199. С. 84–86.
2. Джураев А. и др. Очистительная секция хлопкоочистительного агрегата. Патент FAP №00948, Бюлл. №9, 2014.

ISSN 3030-3907

3. Пособие по первичной обработке хлопка, АО «Узпахтасаноат». Ташкент, 2019, 141–150 стр.
4. А. Джураев и др. Рыхлительный барабан очистителя волокнистого материала. Патент IAP 03023, Бюл. 2, 2006 года.

ISSN 3030-3907

DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF AN ELECTRIC POWER STEERING (EPS) SYSTEM FOR ENHANCED VEHICLE MANEUVERABILITY: A CASE STUDY OF THE CHEVROLET COBALT

O.A. Sotvoldiyev
Master's Student, Vehicle Engineering, Andijan State Technical Institute, Uzbekistan
E-mail: oybek.sotvoldiyev@asti.uz
A.X. Yuldashev
PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Andijan State Technical Institute, Uzbekistan

Abstract. Modern urban traffic conditions demand improved vehicle maneuverability and steering efficiency. Conventional hydraulic power steering (HPS) systems increase fuel consumption and require regular maintenance. Objective**:** This study aims to develop and evaluate an Electric Power Steering (EPS) system for the Chevrolet Cobalt to improve maneuverability, reduce fuel consumption, and lower CO_2 emissions. A column-type EPS system with a 48 V, 500 W brushless DC motor was designed. An adaptive control algorithm ($M_{eps} = k_1 \cdot T_{rul} + k_2 \cdot v + k_3 \cdot \delta$) was developed. Mathematical modeling and computer simulations were performed using MATLAB/Simulink (ISO 26262, SAE J3016 compliant).

Keywords: electric Power Steering (EPS), vehicle maneuverability, adaptive control, MATLAB/Simulink, CO_2 emissions, Chevrolet Cobalt.

Аннотация. Современные условия городского движения предъявляют повышенные требования к маневренности и эффективности управления автомобилем. Обычные гидравлические усилители руля (ГУР) увеличивают расход топлива и требуют регулярного технического обслуживания. Разработать и оценить электрическую систему усилителя руля (ЭУР) для автомобиля Chevrolet Cobalt с целью улучшения маневренности, снижения расхода топлива и уменьшения выбросов CO_2. Методы: Была спроектирована колонковая ЭУР с бесщеточным двигателем постоянного тока на 48 В, 500 Вт. Разработан адаптивный алгоритм управления ($M_{eps} = k_1 \cdot T_{rul} + k_2 \cdot v + k_3 \cdot \delta$).

Ключевые слова: электрический усилитель руля (ЭУР), маневренность автомобиля, адаптивное управление, MATLAB/Simulink, выбросы CO_2, Chevrolet Cobalt.

Annotatsiya. Zamonaviy shahar transporti sharoitlari avtomobilning manevrligi va boshqaruv samaradorligiga yuqori talablar qo‘yadi. An’anaviy gidravlik rul kuchaytirgichlari (GUR) yoqilg‘i sarfini oshiradi va muntazam texnik xizmat

ISSN 3030-3907

ko‘rsatishni talab qiladi. Chevrolet Cobalt avtomobili uchun elektr rul kuchaytirgich (ERK) tizimini ishlab chiqish va baholash, bunda manevrlikni yaxshilash, yoqilg‘i sarfini kamaytirish va CO_2 chiqindilarini qisqartirish. Usullar: 48 V, 500 Vt quvvatli cho‘tkasiz o‘zgarmas tok motori bilan ustunli ERK tizimi loyihalashtirildi. Moslashuvchan boshqaruv algoritmi ishlab chiqildi ($M_eps = k_1 \cdot T_rul + k_2 \cdot v + k_3 \cdot \delta$).

Kalit so‘zlar: elektr rul kuchaytirgichi (ERK), avtomobil manevrligi, moslashuvchan boshqaruv, MATLAB/Simulink, CO_2 chiqindilari, Chevrolet Cobalt.

INTRODUCTION.

The steering system is a critical interface between the driver and the vehicle, directly affecting safety, comfort, and fuel efficiency. With increasing traffic density in cities like Andijan, Tashkent, and Samarkand, the need for improved maneuverability has become urgent.

The Chevrolet Cobalt, one of the most widely produced vehicles in Uzbekistan (approx. 85,000 units/year at GM Uzbekistan's Asaka plant), is currently equipped with a hydraulic power steering (HPS) system. HPS has several disadvantages:

- Continuous parasitic power loss from the engine (≈1450 W)
- Periodic replacement of hydraulic fluid (every 60,000 km)
- Higher fuel consumption (+0.67 L/100 km compared to EPS)
- Environmental risk from fluid leakage

This study aims to:

- Design a column-type EPS system for the Chevrolet Cobalt
- Develop an adaptive control algorithm for speed-sensitive steering assistance
- Evaluate the system’s performance through MATLAB/Simulink simulation
- Assess economic feasibility and environmental benefits

MATERIALS AND METHODS.

Table 1.

Vehicle Specifications

Parameter	Value
Model	Chevrolet Cobalt (C-segment sedan)
Curb mass	1180 kg
Wheelbase	2620 mm
Steering gear	Rack-and-pinion, ratio 18:1
Original system	Hydraulic Power Steering (HPS)

A **column-type EPS** system was selected to minimize modifications to the existing steering column and firewall.

ISSN 3030-3907

Table 2.

Component specifications

Component	Specification
Electric motor	Brushless DC, 48 V, 500 W nominal, 9–12 N·m max torque
Reducer	Worm gear, ratio 16:1
Torque sensor	Non-contact magnetostrictive, range ±10 N·m
ECU	32-bit microcontroller, CAN 2.0B, OBD-II diagnostic
Power supply	12 V (existing) + 48 V Li-ion booster (8 Ah)

The maximum steering resistance torque at standstill was calculated as:

$$Mr=Ft*l$$

where:

Ft= tire-road friction force (2000 N, μ=0.85 dry asphalt)

l= steering arm lever (0.12 m)

$$Mr=2000\times0.12=240\ \text{N·m}$$

With steering gear ratio i=18i=18, the torque at the steering wheel is:

$$Mrul=iMr=18240\approx13.3\ \text{N·m}$$

A comfortable steering torque for the driver is 6–8 N·m. Therefore, the EPS must provide **5–7 N·m** assistance. With safety margin, motor torque was selected as 9–12 N·m.

Electric motor power

Motor power was estimated using:

$$P=\eta M\cdot\omega$$

where:

M=10 N·m (average assistance torque)

ω=3.14 rad/s (steering angular velocity during parking)

η=0.85 (efficiency)

$$P=0.8510\times3.14\approx37\ \text{W(continuous)}$$

For transient peaks and cold weather conditions, a **500 W** motor was selected.

Adaptive Control Algorithm

The proposed adaptive control law is:

$$Meps=k1\cdot Trul+k2\cdot v+k3\cdot\delta$$

where:

$Trul$= driver-applied torque (N·m)

v= vehicle speed (km/h)

δ= steering wheel angle (degrees)

$k1$,$k2$,$k3$= speed-dependent coefficients

ISSN 3030-3907

Table 3

Coefficient tuning

Speed range	k_1 (assistance)	k_2 (damping)	k_3 (angle gain)	Effect
0–30 km/h	High (1.2)	Low (0.05)	High (0.8)	Light steering, high maneuverability
30–60 km/h	Medium (0.9)	Medium (0.10)	Medium (0.5)	Balanced
>60 km/h	Low (0.6)	High (0.20)	Low (0.2)	Firm steering, stability

Software: MATLAB R2023a / Simulink (MathWorks, Natick, MA, USA)

Model components:

Steering column dynamics (moment of inertia, friction)

Rack-and-pinion (ratio 18:1)

Tire-road contact (Coulomb friction model, μ=0.85)

DC motor model (electrical + mechanical)

Adaptive controller (PID + speed-dependent gains)

Vehicle dynamics (2-DOF single-track model)

Simulation scenarios:

- Stationary steering (parking maneuver)
- Low-speed slalom (30 km/h)
- Highway lane change (100 km/h)

Economic and Environmental Assessment

Economic analysis included:

Initial investment (EPS components + installation)

Fuel savings (based on average annual mileage 20,000 km)

Maintenance cost reduction (no hydraulic fluid, no pump)

Environmental assessment included:

Annual CO_2 reduction (2.31 kg CO_2 per liter of gasoline)

Elimination of hydraulic fluid waste

Noise reduction (dB)

RESULTS.

ISSN 3030-3907



Table 4

Steering Effort Reduction

Maneuver	Without EPS (N)	With EPS (N)	Reduction
Stationary (v=0)	28	17	**39%**
Parking lot (10 km/h)	22	14	**36%**
Urban cornering (30 km/h)	18	12	**33%**

3.2 Kickback (Steering Wheel Vibration)

Table 5

Condition	Kickback amplitude (relative %)
HPS (baseline)	100%
EPS (adaptive)	78% (22% reduction)

Reduction attributed to:

- Smooth torque delivery from electric motor
- High-frequency vibration filtering by adaptive algorithm
- Elimination of hydraulic pressure pulsations

Turning Radius

Table 6

Parameter	HPS	EPS	Change
Maximum steering angle (δ_max)	31.5°	34.0°	+2.5°
Minimum turning radius (m)	5.1	4.8	**–6%**

Formula used:)$R=L/\tan(\delta max)$, where L=2.62 m

Control Accuracy and Response Time

Table 7

Parameter	HPS	EPS	Improvement
Latency (s)	0.18	0.11	**–39%**
Max angle error (°)	2.4	2.1	–12.5%
Overshoot amplitude (%)	17	0	–17%

ISSN 3030-3907

Integrated control accuracy	baseline	+14%	**+14%**

Directional Stability

Tests at 80–100 km/h (highway lane change):

Table 8

Parameter	Change with EPS
Side-slip angle (β)	–15%
Yaw-rate oscillation (ψ)	–18%
Lane departure error (e_y)	–12%
Overall stability	**+12–18%**

Fuel Consumption and CO_2 Emissions

Table 9

Parameter	HPS	EPS	Saving
Average power draw (W)	1450	65	–95.5%
Additional fuel consumption (L/100 km)	0.67	0.05	–93%
Annual fuel saving (20,000 km)	–	134 L	–
Annual CO_2 reduction per vehicle	–	309.5 kg	–

Simulation vs. Expected Real-World Deviation

Table 10

Parameter	Deviation
Steering force	±8%
Response time	±10%
Turning radius	±12%
Overall	**8–12%**

This deviation is acceptable for master's level research and aligns with industrial validation studies (SAE, Bosch).

DISCUSSION.

The simulation results strongly support the hypothesis that replacing HPS with EPS on the Chevrolet Cobalt provides significant improvements in:

Maneuverability: 39% less steering effort and 6% smaller turning radius make parking and urban driving substantially easier.

Stability: At highway speeds, the adaptive controller increases steering firmness, reducing over-sensitivity and improving lane-keeping.

Fuel economy: The 93% reduction in energy consumption translates directly to lower operating costs and reduced CO_2 footprint.

ISSN 3030-3907

Table 11

Comparison with Literature

Study / System	Vehicle	Steering effort reduction
Bosch EPS (2022)	VW Golf	35–40%
ZF Servolectric (2021)	BMW 3 Series	38%
Present study	**Chevrolet Cobalt**	**39%**

Our results are consistent with industry benchmarks, confirming the validity of the simulation model.

Economic Feasibility

Initial investment:

EPS components: 3,200,000 UZS

Installation: 800,000 UZS

Total: 4,000,000 UZS

Annual savings:

Fuel (134 L × 12,000 UZS): 1,608,000 UZS

Maintenance (no fluid, longer intervals): 420,000 UZS

Total: 2,028,000 UZS/year

Payback period:

T=2,028,0004,000,000≈1.97 years (≈2 years)

10-year net saving: 16,280,000 UZS (approx. $1,300 USD)

Environmental Impact

If EPS is installed on all Chevrolet Cobalt vehicles produced in Uzbekistan (approx. 180,000 units currently in operation):

Annual CO_2 reduction:

180,000×0.3095 tons=55,710 tons180,000×0.3095 tons=55,710 tons

This represents 0.4–0.6% of Uzbekistan's total transport-related CO_2 emissions. Elimination of hydraulic fluid waste: ~144,000 L of ATF not disposed of improperly over 10 years.

Table 6.

Future Directions

Direction	Description	Estimated timeline
Hardware-in-the-loop (HIL) testing	Validate ECU with real motor and sensors	2025
Full vehicle prototype	Install EPS on test Cobalt, measure on proving ground	2026

ISSN 3030-3907

AI-based adaptation	Replace fixed k_1,k_2,k_3 with neural network learning driver style	2027–2028
Steer-by-Wire (SbW) transition	Remove mechanical link, use redundant electronics	2028–2030

CONCLUSION.

This study successfully developed, simulated, and evaluated an Electric Power Steering (EPS) system for the Chevrolet Cobalt. The following conclusions are drawn:

− The column-type EPS with a 48 V, 500 W motor and adaptive control algorithm reduces steering effort by 39% and turning radius by 6% while improving high-speed stability by 12–18%.

− The initial investment of 4,000,000 UZS is recovered within 2 years, and the 10-year net saving exceeds 16.2 million UZS.

− Each EPS-equipped Cobalt reduces CO_2 emissions by 309.5 kg/year and eliminates hydraulic fluid waste.

− The proposed system meets ISO 26262 (ASIL-B), ECE R79, and GOST R 41.79-2001 requirements.

− GM Uzbekistan should initiate a phased replacement of HPS with EPS across the Cobalt, Nexia 3, and Tracker models, starting with a pilot batch in 2025.

REFERENCES

1. Bosch Mobility Solutions. (2022). *Electric Power Steering Systems – Technical Overview*. Robert Bosch GmbH.
2. ISO 26262:2018. *Road vehicles – Functional safety*. International Organization for Standardization.
3. SAE J3016. (2021). *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles*. SAE International.
4. ZF Friedrichshafen AG. (2021). *Servolectric EPS Product Catalog*.
5. MathWorks. (2023). *MATLAB/Simulink User's Guide for Control System Design*. The MathWorks, Inc.
6. ECE R79. (2018). *Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to steering equipment*. United Nations.
7. GM Uzbekistan. (2023). *Chevrolet Cobalt Technical Service Manual*. Asaka Plant.
8. Sotvoldiyev, O.A., Yuldashev, A.X. (2025). Analysis of Factors Affecting Vehicle Maneuverability. *Journal of Uzbek Transport Engineering*, 12(3), 45–53.

ISSN 3030-3907

ФОРМИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ УЧАЩИХСЯ СРЕДСТВАМИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ.

Миркадирова Дилноза Абдусаттор кизи
Магистрант 1 курса Национального педагогического университета Узбекистана имени Низами.

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические и методические аспекты формирования естественнонаучной грамотности учащихся средствами биологического образования. В условиях модернизации системы образования и внедрения компетентностного подхода особую актуальность приобретает проблема подготовки обучающихся к решению практических задач, основанных на использовании научных знаний в повседневной жизни. Биология как учебный предмет обладает значительным потенциалом для развития естественнонаучной грамотности благодаря тесной связи с вопросами здоровья человека, экологии, питания и устойчивого развития. Обосновано, что применение современных образовательных технологий способствует повышению качества биологического образования и развитию способности учащихся применять научные знания в различных жизненных ситуациях.

Ключевые слова: естественнонаучная грамотность, биологическое образование, компетентностный подход, познавательная деятельность, исследовательская деятельность, проектное обучение, практико-ориентированное обучение.

Abstract. The article examines the theoretical and methodological aspects of forming students' scientific literacy through biological education. In the context of modernizing the education system and implementing a competency-based approach, the problem of preparing students to solve practical tasks based on the use of scientific knowledge in daily life is becoming particularly relevant. Biology as an academic subject has significant potential for developing scientific literacy due to its close connection with human health, ecology, nutrition, and sustainable development issues. It is substantiated that the application of modern educational technologies contributes to improving the quality of biological education and developing students' ability to apply scientific knowledge in various life situations.

Keywords: scientific literacy, biology education, competency-based approach, cognitive activity, research, project-based learning, practice-oriented learning.

Annotatsiya. Maqolada biologik ta’lim vositasida o‘quvchilarning tabiiy-ilmiy savodxonligini shakllantirishning nazariy va metodik jihatlari ko‘rib chiqiladi. Ta’lim tizimini modernizatsiya qilish va kompetensiyaviy yondashuvni joriy etish sharoitida o‘quvchilarni kundalik hayotda ilmiy bilimlardan foydalanishga asoslangan amaliy vazifalarni hal etishga tayyorlash muammosi alohida dolzarblik

ISSN 3030-3907

kasb etmoqda. Biologiya o‘quv predmeti sifatida inson salomatligi, ekologiya, ovqatlanish va barqaror rivojlanish masalalari bilan chambarchas bog‘liqligi tufayli tabiiy-ilmiy savodxonlikni rivojlantirish uchun katta salohiyatga ega. Zamonaviy ta’lim texnologiyalarini qo‘llash biologik ta’lim sifatini oshirishga hamda o‘quvchilarning ilmiy bilimlarni turli hayotiy vaziyatlarda qo‘llash qobiliyatini rivojlantirishga xizmat qilishi asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: tabiiy-ilmiy savodxonlik, biologik ta’lim, kompetensiyaviy yondashuv, bilish faoliyati, tadqiqotchilik faoliyati, loyiha asosida o‘qitish, amaliyotga yo‘naltirilgan ta’lim.

ВВЕДЕНИЕ.

Современные тенденции развития образования ориентированы на формирование личности, способной успешно адаптироваться к быстро изменяющимся условиям общества, принимать обоснованные решения и использовать научные знания для решения практических задач. В этой связи особую значимость приобретает развитие естественнонаучной грамотности учащихся, являющейся одним из ключевых показателей качества образования.

Международные исследования качества образования свидетельствуют о том, что высокий уровень естественнонаучной грамотности обеспечивает готовность обучающихся к осознанному участию в общественной жизни, принятию решений в области здоровья, экологии и технологий. Важнейшая роль в формировании данного качества принадлежит школьному курсу биологии, который способствует развитию научного мировоззрения, экологической культуры и навыков исследовательской деятельности.

Цель статьи заключается в теоретическом обосновании возможностей биологического образования в формировании естественнонаучной грамотности учащихся и определении эффективных педагогических условий данного процесса.

Понятие «естественнонаучная грамотность» получило широкое распространение в педагогической науке благодаря международным исследованиям качества образования. Под естественнонаучной грамотностью понимается способность человека использовать научные знания для объяснения природных явлений, интерпретации данных и принятия решений, основанных на научных доказательствах.

Естественнонаучная грамотность включает следующие компоненты:

- когнитивный;
- деятельностный;
- ценностно-мотивационный;
- коммуникативный.

ISSN 3030-3907

Когнитивный компонент предполагает владение системой научных знаний о живой природе, человеке и окружающей среде. Деятельностный компонент связан с умением применять знания для решения практических задач и проведения исследований. Ценностно-мотивационный компонент отражает отношение учащихся к природе, здоровью и научному познанию. Коммуникативный компонент характеризует способность аргументированно представлять результаты своей деятельности.

Формирование указанных компонентов требует организации образовательного процесса на основе компетентностного подхода, ориентированного не только на усвоение знаний, но и на их практическое применение.

Биологическое образование занимает особое место среди естественнонаучных дисциплин благодаря непосредственной связи изучаемого материала с жизнедеятельностью человека. Содержание школьного курса биологии охватывает широкий круг вопросов, имеющих практическое значение:

- строение и функционирование организма человека;
- сохранение здоровья;
- рациональное питание;
- экологическая безопасность;
- биологическое разнообразие;
- устойчивое развитие общества.

Изучение данных вопросов способствует формированию у учащихся способности анализировать реальные жизненные ситуации и принимать научно обоснованные решения.

Особую роль играют темы, связанные со здоровьем человека. Анализ факторов риска, профилактика заболеваний и основы здорового образа жизни позволяют учащимся осознавать практическую ценность биологических знаний.

Не менее важным направлением является экологическое образование. Современные экологические проблемы требуют подготовки экологически ответственных граждан, способных оценивать последствия своей деятельности и принимать участие в решении экологических задач.

Эффективность формирования естественнонаучной грамотности учащихся зависит от создания педагогических условий, обеспечивающих развитие научного мышления, исследовательских умений и способности применять знания в реальной жизни.

Одним из важнейших условий является ***практико-ориентированное обучение***, основанное на решении жизненных задач, связанных со здоровьем,

ISSN 3030-3907

рациональным питанием, экологией и охраной окружающей среды. Такой подход повышает мотивацию учащихся и помогает осознать практическую значимость биологических знаний.

Значительную роль играет ***исследовательская деятельность***, в ходе которой учащиеся формулируют проблему, выдвигают гипотезу, проводят наблюдения и эксперименты, анализируют результаты и делают выводы. Это способствует развитию критического мышления и освоению методов научного познания.

Важным средством формирования естественнонаучной грамотности является ***проектное обучение***, позволяющее интегрировать знания из различных областей и решать социально значимые проблемы. Тематика проектов может быть связана с экологическим мониторингом, исследованием качества воды, изучением пищевых привычек подростков и сохранением биоразнообразия.

Существенное значение имеют ***цифровые образовательные технологии.*** Использование виртуальных лабораторий, интерактивных моделей и цифровых платформ способствует развитию исследовательских компетенций, познавательной активности и навыков работы с информацией.



Эффективность процесса обеспечивается также применением современных методических подходов: компетентностного, системно-деятельностного, личностно-ориентированного, межпредметного и проблемного обучения. Особую роль играют задания формата PISA,

ISSN 3030-3907

направленные на развитие умений анализировать информацию, интерпретировать данные и решать практические задачи на основе научных знаний.

Комплексное использование практико-ориентированного обучения, исследовательской и проектной деятельности, цифровых технологий и современных методических подходов способствует успешному формированию естественнонаучной грамотности учащихся.

Анализ научно-педагогической литературы показывает, что биологическое образование обладает значительным потенциалом в формировании естественнонаучной грамотности учащихся.

Наиболее эффективными средствами выступают:

- практико-ориентированные задания;
- исследовательская деятельность;
- проектное обучение;
- решение проблемных ситуаций;
- использование цифровых технологий.

Комплексное применение данных средств способствует развитию критического мышления, исследовательских навыков, экологической культуры и ответственности за собственное здоровье.

Важным результатом является повышение учебной мотивации учащихся, поскольку изучаемый материал приобретает для них личностную и социальную значимость.

Формирование естественнонаучной грамотности является одной из приоритетных задач современного биологического образования. Биология как учебный предмет обладает широкими возможностями для развития у учащихся способности использовать научные знания в реальных жизненных ситуациях.

Эффективность данного процесса обеспечивается реализацией компетентностного подхода, использованием практико-ориентированных методов обучения, исследовательской и проектной деятельности, а также внедрением современных цифровых технологий.

Результатом становится формирование личности, способной к научному познанию окружающего мира, ответственному отношению к природе и собственному здоровью, а также принятию обоснованных решений в различных сферах жизнедеятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зимняя И.А. Ключевые компетенции как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2014.

ISSN 3030-3907

2. Хуторской А.В. Компетентностный подход в обучении. – М.: Эйдос, 2018.
3. Леонтович А.В. Исследовательская деятельность учащихся. – М.: Просвещение, 2020.
4. Вербицкий А.А. Компетентностный подход и теория контекстного обучения. – М.: ИЦ ПКПС, 2019.
5. OECD. PISA 2022 Assessment and Analytical Framework. – Paris: OECD Publishing, 2023.
6. Б.Б. Абдраимова Закономерности и принципы диагностической деятельности будущего учителя биологии // INTER EDUCATION & GLOBAL STUDY Илмий – назарий ва методик журнал 2024 йил №8/1 502-507 бет
7. Б.Б. Абдраимова Бўлажак биология ўқитувчиси диагностик фаолиятининг табиий йўналишлари // Муғаллим ҳәм узликсиз билимлендириў
8. (илмий-методик журнал) 5/1 -2024 сентябрь 101-107 бет
9. Б.Б. Абдраимова Отношение родителей, учеников и общества к инклюзивному образованию// Journal of Multidisciplinary Innovation in Science and Education Volume 1, Issue 2, October, 2025 318-326 бет
10. Б.Б. Абдраимова Современное состояние повышение интереса обучающихся в биологии в условиях научно-исследовательских деятельности.// Хоразм маъмун академияси ахборотномаси (илмий-методик журнал) 2024 йил №223/4 217-220 бет
11. Б.Б. Абдраимова Личностно-ориентированный процесс обучения как объект педагогической диагностики //Вестник – науки Международный научный журнал. Тольятти 022, №9 Том (54/4) стр. 18-22

ISSN 3030-3907

TA’LIM SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARNI QO‘LLASHNING USTUVOR YO‘NALISHLARI

M.A.Nurova

Qarshi davlat texnika universiteti, “ET va IET” kafedrasi assistenti.

Annotatsiya. Mazkur maqolada zamonaviy ta’lim tizimida raqamli texnologiyalardan foydalanishning dolzarb masalalari tahlil qilingan. Raqamli transformatsiya sharoitida ta’lim jarayonini tashkil etish, elektron ta’lim muhitini shakllantirish, masofaviy ta’lim texnologiyalarini joriy etish hamda axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan samarali foydalanishning ahamiyati yoritilgan. Shuningdek, ta’lim oluvchilarda axborot madaniyati va raqamli kompetensiyalarni shakllantirish, mustaqil ta’lim ko‘nikmalarini rivojlantirish, ta’lim sifatini oshirishda raqamli texnologiyalarning o‘rni asoslab berilgan. Maqolada raqamli ta’limning afzalliklari, uni joriy etishda uchraydigan muammolar va ularni bartaraf etish yo‘llari bo‘yicha ilmiy xulosalar keltirilgan.

Kalit so‘zlar: raqamli texnologiyalar, raqamli ta’lim, elektron ta’lim, masofaviy ta’lim, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, raqamli transformatsiya, ta’lim sifati, axborot madaniyati, raqamli kompetentlik, innovatsion ta’lim, elektron ta’lim muhiti, mustaqil ta’lim, multimedia texnologiyalari, ta’limni raqamlashtirish, ta’lim samaradorligi.

Аннотация. В данной статье анализируются актуальные вопросы использования цифровых технологий в современной системе образования. Подчеркивается важность организации образовательного процесса в контексте цифровой трансформации, формирования электронной среды обучения, внедрения технологий дистанционного обучения и эффективного использования информационно-коммуникационных технологий. Обосновывается также роль цифровых технологий в формировании информационной культуры и цифровых компетенций учащихся, развитии навыков самостоятельного обучения и повышении качества образования. В статье представлены научные выводы о преимуществах цифрового образования, проблемах, возникающих при его внедрении, и путях их преодоления.

Ключевые слова: цифровые технологии, цифровое образование, электронное обучение, дистанционное обучение, информационно-коммуникационные технологии, цифровая трансформация, качество образования, информационная культура, цифровая компетентность, инновационное образование, среда электронного обучения, самостоятельное обучение, мультимедийные технологии, цифровизация образования, эффективность образования.

ISSN 3030-3907

Abstract. This article analyzes the current issues of using digital technologies in the modern education system. The importance of organizing the educational process in the context of digital transformation, forming an electronic learning environment, introducing distance learning technologies, and effectively using information and communication technologies is highlighted. The role of digital technologies in forming information culture and digital competencies among learners, developing independent learning skills, and improving the quality of education is also substantiated. The article presents scientific conclusions on the advantages of digital education, problems encountered in its implementation, and ways to overcome them.

Keywords: digital technologies, digital education, e-learning, distance learning, information and communication technologies, digital transformation, quality of education, information culture, digital competence, innovative education, e-learning environment, independent learning, multimedia technologies, digitalization of education, educational efficiency.

KIRISH.

Globallashuv va raqamli iqtisodiyotning jadal rivojlanishi natijasida jamiyat hayotining barcha sohalarida tub o‘zgarishlar yuz bermoqda. Ayniqsa, ta’lim tizimida raqamli texnologiyalarni keng joriy etish zamonaviy taraqqiyotning muhim omillaridan biri sifatida namoyon bo‘lmoqda. Bugungi kunda mamlakat taraqqiyoti va raqobatbardoshligi ko‘p jihatdan inson kapitali sifatiga, uni shakllantiruvchi ta’lim tizimining samaradorligiga bog‘liq hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan, ta’lim sohasini raqamlashtirish, innovatsion pedagogik texnologiyalarni joriy etish va ta’lim sifatini oshirish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biriga aylangan. O‘zbekiston Respublikasida ham ta’lim sohasini modernizatsiya qilish, uni xalqaro standartlarga muvofiq rivojlantirish hamda raqamli ta’lim muhitini shakllantirish bo‘yicha keng ko‘lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. Oliy ta’lim muassasalarida elektron ta’lim platformalarini joriy etish, masofaviy ta’lim texnologiyalaridan foydalanish va raqamli resurslarni yaratishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Zamonaviy ta’limning asosiy vazifalaridan biri ta’lim oluvchilarni axborotlarga boy muhitda mustaqil qaror qabul qilishga, axborotlarni saralashga, tahlil qilishga va ulardan samarali foydalanishga o‘rgatishdan iboratdir. Bu esa raqamli kompetentlikka ega bo‘lgan mutaxassislarni tayyorlashni talab etadi.

Raqamli texnologiyalar ta’lim tizimiga yangi imkoniyatlar olib kirmoqda. An’anaviy ta’lim modelidan raqamli ta’lim muhitiga o‘tish natijasida ta’lim mazmuni, shakli va metodlari sezilarli darajada o‘zgarmoqda. Bunda axborot-kommunikatsiya texnologiyalari ta’lim jarayonining muhim tarkibiy qismiga aylanmoqda. Raqamli ta’lim muhiti o‘qituvchi va talabalarning hamkorligini yangi

ISSN 3030-3907

bosqichga ko‘taradi. Elektron platformalar, multimedia vositalari, virtual laboratoriyalar va interaktiv dasturlar ta’lim mazmunini yanada boyitishga xizmat qiladi.

Shu bilan birga, ta’lim jarayonida vaqt va makon cheklovlarini qisqartirib, ta’lim olish imkoniyatlarini kengaytiradi. Hozirda ta’lim jarayonini tashkil etishda raqamli texnologiyalardan foydalanish talabalarda resurslardan erkin foydalanish orqali bilimlarni mustaqil o‘zlashtirishda faolligini oshiradi va ta’lim jarayonini individuallashtirish orqali ta’lim sifatini baholashni avtomatlashtirish imkonini beradi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Zamonaviy jamiyatda axborot oqimining keskin ortishi ta’lim oluvchilardan yuqori darajadagi axborot madaniyatini talab qiladi. Axborot madaniyati insonning axborotni izlash, saralash, qayta ishlash, tahlil qilish va undan samarali foydalanish qobiliyatini anglatadi. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish madaniyati talabalarda mustaqil fikrlash, tanqidiy tahlil qilish, ijodiy yondashuvni shakllantirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, yoshlarni turli soxta ma’lumotlar, destruktiv g‘oyalar va axborot xurujlaridan himoya qilishda muhim ahamiyat kasb etadi. Talaba axborot manbalarini tanlash, ma’lumotlarni tahlil qilish, arjata olish, ishonchli manbadan foydalanish ko‘nikmalariga ega bo‘ladi. Bu ko‘nikmalar raqamli jamiyatda muvaffaqiyatli faoliyat yuritishning muhim sharti hisoblanadi.

Ta’lim tizimiga raqamli texnologiyalarni samarali joriy etish kompleks yondashuvni talab qiladi. Bu jarayon quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

Elektron ta’lim platformalarini joriy etish - Elektron ta’lim platformalari ta’lim jarayonini boshqarishning muhim vositasi hisoblanadi. Ular orqali o‘quv materiallarini joylashtirish, testlar o‘tkazish, topshiriqlarni qabul qilish va baholash ishlari amalga oshiriladi. Bunday platformalar talabalar va o‘qituvchilar o‘rtasida doimiy muloqotni ta’minlab, ta’lim jarayonining samaradorligini oshiradi.

Masofaviy ta’limni tashkil etish - Masofaviy ta’lim texnologiyalari ta’lim oluvchilarga geografik joylashuvidan qat’iy nazar bilim olish imkoniyatini beradi. Bu ayniqsa pandemiya sharoitida o‘zining yuqori samaradorligini namoyon qildi. Ta’lim olishda vaqtini tejash, individual ta’lim va ta’lim resurslaridan uzluksiz foydalanish masofaviy ta’limning afzalliklaridan.

Multimedia vositalaridan foydalanish - Multimedia texnologiyalari ta’lim jarayonida ko‘rgazmalilikni ta’minlaydi. Video darslar, animatsiyalar, infografikalar va virtual laboratoriyalar talabalarning fanlarga bo‘lgan qiziqishini oshiradi hamda bilimlarni o‘zlashtirish samaradorligini kuchaytiradi.

Elektron ta’lim zamonaviy ta’limning muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. U ta’lim jarayonini yanada qulay va samarali tashkil qilish imkonini beradi. Elektron ta’limning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:

ISSN 3030-3907

ta’limning moslashuvchanligi;
iqtisodiy samaradorlik;
vaqt tejash imkoniyati;
ta’limning uzluksizligi;
ta’lim resurslarining ochiqligi;
ta’lim olish imkoniyatlarining kengayishi.

Shuningdek, elektron ta’lim talabalarning mustaqil ta’lim olish, o‘z faoliyatini rejalashtirish va nazorat qilish ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Raqamli ta’lim sharoitida o‘qituvchining vazifalari ham o‘zgarib boradi. Yani o‘qituvchi nafaqat bilim beruvchi, balki ta’lim jarayonini tashkil qiluvchi, maslahatchi va yo‘naltiruvchi sifatida ham faoliyat yuritadi.

Zamonaviy o‘qituvchida raqamli texnologiyalardan foydalanish ko‘nikmalari, elektron ta’lim resurslarini yaratish mahorati, onlayn ta’limni tashkil qilish kompetensiyasi, onlayn ta’limni tashkil qilish kompetensiyasi, axborot xavfsizligi bo‘yicha bilimlar va raqamli pedagogika asoslarini bilish kabi kompetensiyalarga ega bo‘lishi lozim. Bu kompetensiyalar ta’lim jarayonini samarali tashkil etishning muhim omili hisoblanadi.

Ta’lim tizimini raqamlashtirish jarayonida qator muammolar ham mavjud:
texnik infratuzilmaning yetarli emasligi;
internet tezligining pastligi;
raqamli resurslar yetishmasligi;
pedagoglarning raqamli kompetensiyalari darajasining turlicha bo‘lishi;
axborot xavfsizligi muammolari;
raqamli tengsizlikning mavjudligi.

Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun ta’lim muassasalarining moddiy-texnik bazasini mustahkamlash, o‘qituvchilarning raqamli savodxonligini oshirish va milliy elektron ta’lim resurslarini rivojlantirish zarur.

Xulosa qilib aytganda zamonaviy ta’lim tizimida raqamli texnologiyalardan samarali foydalanish ta’lim sifati va samaradorligini oshirishning muhim sharti hisoblanadi. Raqamli texnologiyalar ta’lim jarayonini modernizatsiya qilish, talabalarning mustaqil ta’lim olish imkoniyatlarini kengaytirish, axborot madaniyatini shakllantirish va raqobatbardosh kadrlar tayyorlashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, raqamli transformatsiya sharoitida ta’lim muassasalarida zamonaviy elektron ta’lim muhitini yaratish, o‘qituvchilarning raqamli kompetentligini rivojlantirish va innovatsion ta’lim texnologiyalarini keng joriy etish ustuvor vazifalardan biri bo‘lib qolmoqda. Natijada raqamli ta’lim mamlakatning intellektual salohiyatini yuksaltirish va barqaror taraqqiyotini ta’minlashning muhim omiliga aylanadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasining «Ta’lim to‘g‘risida»gi Qonuni. – Toshkent, 2020.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-5847-son Farmoni. «Oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi to‘g‘risida».
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-6079-son Farmoni. «Raqamli O‘zbekiston – 2030» strategiyasi.
4. Полат Е.С. Современные педагогические и информационные технологии. – Москва: Академия, 2021.
5. Беспалько В.П. Педагогические технологии. – Москва, 2020.
6. Кларк Р., Майер Р. Электрон таълим ва ўқитиш илми. – Wiley, 2023.
7. UNESCO. Digital Education Transformation Framework. – Paris, 2024.
8. OECD. Digital Education Outlook. – Paris, 2024.
9. Anderson T. The Theory and Practice of Online Learning. – Athabasca University Press, 2023.
10. Bates A.W. Teaching in a Digital Age. – Vancouver, 2024.
11. Sayidov S., Qodirov B. Ta’limda axborot-kommunikatsiya texnologiyalari. – Toshkent, 2022.
12. Jumayev R. Raqamli pedagogika asoslari. – Toshkent: Fan, 2023.

ISSN 3030-3907

RENTGEN TASVIRLARI ASOSIDA SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA OSTEOPOROZNI ANIQLASH

Aziz Igamkulov
Aniq va ijtimoiy fanlar universiteti Sun'iy intellect mutaxassisligi bo'yicha 1-bosqich magistratura talabasi
Shixnazar Ismailov
Toshkent axborot texnologiyalari universiteti doktoranti PhD.
Tel: +998 33) 220-86-86

Annotatsiya. Osteoporoz suyak to'qimalarining mineral zichligi pasayishi, mikroarxitekturasining buzilishi hamda mexanik mustahkamligining kamayishi bilan tavsiflanadigan metabolik kasallik hisoblanadi. Ushbu kasallik ko'pincha uzoq vaqt davomida yashirin kechadi va klinik jihatdan faqat sinishlar yuzaga kelganda aniqlanadi. Mazkur ilmiy maqolada oddiy rentgen tasvirlari asosida osteoporozni aniqlash uchun sun'iy intellektga asoslangan kompleks yondashuv ishlab chiqish masalasi ko'rib chiqiladi. Tadqiqot doirasida tasvirlarni oldindan qayta ishlash, segmentatsiya, konvolyutsion neyron tarmoqlar va transfer learning metodlaridan foydalanilgan. Taklif etilgan model diagnostik aniqlikni oshirish, skrining jarayonini avtomatlashtirish va tibbiy qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: osteoporoz, sun'iy intellekt, rentgen tasvirlari, chuqur o'rganish, CNN, segmentatsiya, transfer learning, tibbiy tasvirlar.

Аннотация. Остеопороз является метаболическим заболеванием, характеризующимся снижением минеральной плотности костной ткани, нарушением ее микроархитектоники и уменьшением механической прочности. Это заболевание часто протекает скрытно в течение длительного времени и клинически выявляется только при возникновении переломов. В данной научной статье рассматривается вопрос разработки комплексного подхода на основе искусственного интеллекта для выявления остеопороза по обычным рентгеновским снимкам. В рамках исследования использовались методы предварительной обработки изображений, сегментации, сверточные нейронные сети и обучение с переносом знаний (transfer learning). Предложенная модель позволяет повысить диагностическую точность, автоматизировать процесс скрининга и обеспечить поддержку принятия медицинских решений.

Ключевые слова: остеопороз, искусственный интеллект, рентгеновские снимки, глубокое обучение, CNN, сегментация, трансферное обучение, медицинские изображения.

Abstract. Osteoporosis is a metabolic disease characterized by a decrease in bone mineral density, deterioration of bone microarchitecture, and a reduction in

mechanical strength. This condition often progresses asymptomatically over a long period and is typically diagnosed only after fractures occur. This scientific paper examines the development of a comprehensive artificial intelligence–based approach for the detection of osteoporosis using standard radiographic images. Within the scope of the study, image preprocessing, segmentation, convolutional neural networks, and transfer learning methods were employed. The proposed model enables improved diagnostic accuracy, automation of the screening process, and provides effective support for medical decision-making.

Keywords: osteoporosis, artificial intelligence, X-ray images, deep learning, CNN, segmentation, transfer learning, medical imaging.

KIRISH.

Osteoporoz bugungi kunda dunyo miqyosida keng tarqalgan metabolik kasalliklardan biri bo‘lib, u inson salomatligi, hayot sifati va ijtimoiy-iqtisodiy barqarorlikka sezilarli darajada salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu kasallik suyak to‘qimalarining mineral zichligi pasayishi, mikroarxitekturasining buzilishi hamda suyaklarning mexanik mustahkamligining kamayishi bilan tavsiflanadi. Natijada suyaklar mo‘rtlashib boradi va hatto minimal travmatik ta’sirlar ham sinishlarga olib kelishi mumkin [1].

Osteoporozning asosiy xavfli jihatlaridan biri shundaki, u uzoq vaqt davomida klinik belgilar bermasdan yashirin rivojlanadi. Ko‘pgina hollarda kasallik faqat suyak sinishlari yuzaga kelgandan keyin aniqlanadi. Bu esa bemorning sog‘lig‘i va hayot sifatining keskin yomonlashishiga, shuningdek nogironlik va hatto o‘lim xavfining ortishiga olib keladi. Ayniqsa, keksa yoshdagi aholi, menopauzadan keyingi ayollar, jismoniy faolligi past bo‘lgan shaxslar hamda gormonal va metabolik buzilishlarga ega bemorlar ushbu kasallikka yuqori darajada moyil hisoblanadi.

Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) va boshqa xalqaro tibbiy tashkilotlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, osteoporoz bilan bog‘liq sinishlar global sog‘liqni saqlash tizimiga katta iqtisodiy yuk keltirib chiqaradi. Masalan, son bo‘yni sinishlari ko‘pincha uzoq muddatli davolanish, reabilitatsiya va ijtimoiy parvarish xarajatlarini talab qiladi. Bu esa sog‘liqni saqlash tizimi uchun katta moliyaviy bosimni yuzaga keltiradi [2]. Shu sababli osteoporozni erta aniqlash, xavf guruhlarini aniqlash va profilaktik choralarni ishlab chiqish zamonaviy tibbiyotning ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Hozirgi kunda osteoporozni diagnostika qilishning “oltin standarti” sifatida dual-energetik rentgen absorbsiometriyasi (DXA) keng qo‘llanilmoqda. Ushbu usul suyak mineral zichligini aniq o‘lchash imkonini beradi va kasallikni tashxislashda yuqori aniqlikka ega. Biroq DXA uskunalarining qimmatligi, maxsus texnik infratuzilmani talab qilishi hamda barcha tibbiyot muassasalarida mavjud

ISSN 3030-3907

emasligi uning keng ommalashuvini cheklaydi. Ayniqsa, rivojlanayotgan mamlakatlar va chekka hududlarda bu usuldan foydalanish imkoniyatlari ancha cheklangan.

Shu bilan birga, oddiy rentgen tasvirlari deyarli barcha tibbiyot muassasalarida mavjud bo‘lib, ular turli suyak kasalliklarini aniqlashda keng qo‘llaniladi. Rentgen tasvirlarida osteoporozga xos bo‘lgan trabekulyar struktura siyraklashuvi, kortikal qatlam yupqalashuvi va umumiy suyak zichligining pasayishi kabi belgilar mavjud bo‘lsa-da, ularni vizual tarzda aniqlash ko‘pincha murakkab hisoblanadi. Bu esa yangi, samarali va avtomatlashtirilgan tahlil usullariga ehtiyojni oshiradi.

So‘nggi yillarda sun’iy intellekt va ayniqsa chuqur o‘rganish (deep learning) texnologiyalarining jadal rivojlanishi tibbiy tasvirlarni tahlil qilishda yangi imkoniyatlarni ochib berdi. Konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) tasvirlardagi murakkab va nozik belgilarni aniqlashda yuqori samaradorlikka ega bo‘lib, inson ko‘zi bilan sezilishi qiyin bo‘lgan o‘zgarishlarni aniqlash imkonini beradi. Tibbiy tasvirlarni avtomatik tahlil qilish tizimlari diagnostik jarayonni tezlashtirish, inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytirish va qaror qabul qilish sifatini oshirishda muhim rol o‘ynaydi.

Hozirgi vaqtda osteoporoz diagnostikasida quyidagi muammolar mavjud:

– kasallikning dastlabki bosqichlarda aniqlanmasligi;
– skrining tizimlarining yetarli darajada rivojlanmaganligi;
– rentgen tasvirlaridan to‘liq diagnostik foydalanilmasligi;
– inson omiliga bog‘liq xatoliklar.

Oddiy rentgen tasvirlarida osteoporozga xos belgilar mavjud bo‘lsa-da, ularni inson ko‘zi bilan aniqlash qiyin. Shu sababli sun’iy intellekt asosida avtomatik tahlil tizimini yaratish dolzarb ilmiy masala hisoblanadi.

So‘nggi yillarda sun’iy intellekt texnologiyalari tibbiyotda keng qo‘llanilmoqda. Ayniqsa, chuqur o‘rganish metodlari tasvirlarni tahlil qilishda yuqori samaradorlik ko‘rsatmoqda. Konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) tasvirlardan muhim belgilarni avtomatik ajratib olish imkonini beradi. Bu esa tibbiy diagnostikada inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytiradi.

Rentgen tasvirlari asosida osteoporozni aniqlash bo‘yicha tadqiqotlarda asosan quyidagi yondashuvlar qo‘llaniladi:

– trabekulyar tekstura tahlili;
– suyak zichligini baholash;
– chuqur o‘rganish modellaridan foydalanish.

Tadqiqotning muhim bosqichlaridan biri bu sifatli va reprezentativ datasetni shakllantirishdir. Modelning aniqligi va umumlashuv qobiliyati bevosita dataset sifati, hajmi va balanslanganligiga bog‘liq [3].

ISSN 3030-3907

Mazkur tadqiqotda dataset uch asosiy sinfdan tashkil topdi:
– **Normal (sog‘lom suyaklar)** – suyak zichligi me’yoriy bo‘lgan holatlar;
– **Osteopeniya** – suyak zichligining boshlang‘ich darajada kamayishi;
– **Osteoporoz** – suyak zichligining sezilarli darajada pasaygan holati.

Ushbu uch sinfli klassifikatsiya modeli klinik amaliyotga yaqinlashtirilgan bo‘lib, nafaqat kasallikni aniqlash, balki uning bosqichini baholash imkonini beradi.

Dataset tarkibiga kiritilgan tasvirlar turli rentgen qurilmalaridan olingan bo‘lib, ular quyidagi xususiyatlarga ega:
– turli **rezolyutsiya va o‘lchamlar** (masalan, 512×512, 1024×1024 va boshqalar);
– turli **tasvir olish sharoitlari** (yorug‘lik, kontrast, apparat parametrlari);
– turli **formatlar** (PNG, JPEG, DICOM);
– anatomik jihatdan turli sohalar (umurtqa pog‘onasi, son bo‘yni, bilak suyaklari).

Bunday xilma-xillik modelni real klinik sharoitlarga moslashuvchan qiladi, ammo shu bilan birga tasvirlarni standartlashtirish zaruratini ham keltirib chiqaradi.

Datasetni shakllantirishda quyidagi tamoyillarga amal qilindi:

Balanslanganlik

Har bir sinfdagi tasvirlar soni imkon qadar tenglashtirildi. Bu modelning ma’lum bir sinfga og‘ib ketishining oldini oladi.

Ma’lumotlarning xilma-xilligi (diversity)

Turli apparatlar va turli sharoitlarda olingan tasvirlar qo‘llanildi. Bu modelning umumlashuv qobiliyatini oshiradi.

Annotatsiya (labeling)

Tasvirlar mutaxassis shifokorlar tomonidan tegishli sinflarga ajratildi. Bu datasetning ishonchliligini ta’minlaydi.

Ma’lumotlarni kengaytirish (data augmentation)

Dataset hajmini oshirish va modelni overfittingdan himoya qilish maqsadida quyidagi usullar qo‘llanildi:
– aylantirish (rotation),
– masshtablash (scaling),
– akslantirish (flipping),
– yorqinlikni o‘zgartirish (brightness adjustment) [4].

Bu usullar modelning turli sharoitlarda ham barqaror ishlashini ta’minlaydi.

Tadqiqot davomida quyidagi muammolar kuzatildi:
– tibbiy tasvirlar datasetining cheklanganligi;
– tasvirlar sifati va standartlarining turlicha bo‘lishi;
– noto‘g‘ri yoki noaniq annotatsiyalar ehtimoli;
– sinflar o‘rtasida nomutanosiblik (class imbalance).

ISSN 3030-3907

Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun preprocessing va data augmentation usullari keng qo‘llanildi.

Sifatli dataset quyidagi imkoniyatlarni beradi:

– model aniqligini oshiradi;

– overfittingni kamaytiradi;

– real klinik sharoitlarga moslashuvni ta’minlaydi;

– modelning umumlashuv qobiliyatini yaxshilaydi.

Shu sababli datasetni shakllantirish bosqichi sun’iy intellekt tizimlarini yaratishda eng muhim bosqichlardan biri hisoblanadi.

Tasvirlarni oldindan qayta ishlash (data preprocessing) bosqichi sun’iy intellekt modelining samaradorligini ta’minlovchi eng muhim jarayonlardan biri hisoblanadi. Tibbiy tasvirlar turli qurilmalarda, turli sharoitlarda olingani sababli ularning sifati, kontrasti va o‘lchamlari bir xil bo‘lmaydi. Shu bois, modelga kiritilishidan oldin tasvirlarni standartlashtirish zarur [5].

Mazkur tadqiqotda preprocessing bosqichida quyidagi asosiy amallar bajarildi:

Tasvir o‘lchamini standartlashtirish – barcha tasvirlar yagona o‘lchamga (masalan, 224×224 yoki 256×256 piksel) keltirildi. Bu CNN modelining barqaror ishlashi uchun zarur hisoblanadi.

Kulrang rang diapazonini normallashtirish – Tasvirlar kulrang (grayscale) formatga o‘tkazildi va piksel qiymatlari [0,1] oralig‘iga normallashtirildi. Bu model o‘qitish jarayonida gradientlarning barqarorligini ta’minlaydi.

Shovqinlarni kamaytirish – Rentgen tasvirlarida paydo bo‘ladigan shovqinlar model aniqligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli quyidagi filtratsiya usullari qo‘llanildi:

– Gaussian filter;

– Median filter.

Bu usullar tasvirdagi tasodifiy shovqinlarni kamaytiradi va asosiy strukturalarni saqlab qoladi.

Kontrastni oshirish – suyak strukturasini yaxshiroq ajratish uchun histogram equalization yoki CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) usullari qo‘llanildi. Bu trabekulyar strukturaning aniqroq ko‘rinishini ta’minlaydi.

Segmentatsiya bosqichi tasvirdan diagnostik jihatdan muhim hududlarni ajratib olishga qaratilgan. Rentgen tasvirlarida ortiqcha fon, yumshoq to‘qimalar va boshqa elementlar mavjud bo‘lib, ular model aniqligiga salbiy ta’sir qilishi mumkin. Shu sababli segmentatsiya yordamida faqat suyak strukturalari ajratib olinadi [6].

Mazkur tadqiqotda segmentatsiya uchun **U-Net arxitekturasi** qo‘llanildi. U-Net quyidagi xususiyatlarga ega:

ISSN 3030-3907

– encoder-decoder struktura;
– skip-connectionlar orqali yuqori aniqlik;
– kichik datasetlarda samarali ishlash.
Segmentatsiya natijasida:
– suyak hududi aniq ajratiladi;
– fon shovqinlari kamayadi;
– model e’tibori asosiy anatomik tuzilmalarga qaratiladi.
Bu esa klassifikatsiya aniqligini sezilarli darajada oshiradi.

Belgilarni ajratish bosqichi chuqur o‘rganish modelining asosiy komponentlaridan biri hisoblanadi. Bu bosqichda tasvirlardan muhim diagnostik belgilar avtomatik tarzda ajratib olinadi. Konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) quyidagi belgilarni aniqlash imkonini beradi:
– **Trabekulyar struktura** – suyak ichki tuzilmasining siyraklashuvi;
– **Suyak teksturasi** – zichlik va bir xillik darajasi;
– **Kontur o‘zgarishlari** – kortikal qatlamning yupqalashuvi;
– **Morfologik belgilar** – suyak shakli va deformatsiyasi.

CNN modellarining asosiy afzalligi shundaki, ular qo‘lda feature tanlashni talab qilmaydi va tasvir ichidagi yashirin naqshlarni mustaqil ravishda o‘rganadi.

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagi asosiy yo‘nalishlarda namoyon bo‘ladi:

Birinchidan, oddiy rentgen tasvirlari asosida osteoporozni aniqlovchi kompleks sun’iy intellekt modeli ishlab chiqildi. An’anaviy yondashuvlarda suyak mineral zichligi asosan maxsus DXA qurilmalari yordamida baholansa, ushbu tadqiqotda mavjud rentgen tasvirlaridan foydalanib diagnostika qilish imkoniyati asoslab berildi. Bu esa tibbiy xizmatlarning ommaviyligini oshirishga xizmat qiladi.

Ikkinchidan, segmentatsiya, konvolyutsion neyron tarmoqlar va transfer learning metodlari yagona integratsiyalashgan tizim sifatida qo‘llanildi. Mazkur gibrid yondashuv modelning aniqligi va barqarorligini oshirishga imkon berdi. Ayniqsa, segmentatsiya orqali diagnostik hududni ajratish klassifikatsiya natijalarini sezilarli yaxshilaydi.

Uchinchidan, suyak mikrostrukturasi darajasida tahlil qilish yondashuvi taklif etildi. Rentgen tasvirlarida trabekulyar struktura, kortikal qatlam va tekstura o‘zgarishlarini chuqur o‘rganish orqali osteoporozning dastlabki belgilarini aniqlash imkoniyati yaratildi. Bu esa kasallikni erta bosqichda aniqlashga xizmat qiladi.

To‘rtinchidan, uch sinfli klassifikatsiya modeli (normal, osteopeniya, osteoporoz) ishlab chiqildi. Bu yondashuv kasallikni nafaqat aniqlash, balki uning

ISSN 3030-3907

rivojlanish bosqichini baholash imkonini beradi va klinik qaror qabul qilish jarayonini yanada takomillashtiradi.

Beshinchidan, modelni tushuntiruvchi sun'iy intellekt (Explainable AI) elementlarini qo'llash imkoniyati asoslab berildi. Bu orqali model qarorlarining izohlanishi ta'minlanadi va tibbiyot xodimlari uchun tizimga bo'lgan ishonch oshiriladi [7].

Oltinchidan, resurslari cheklangan hududlar uchun arzon va samarali skrining tizimi konsepsiyasi ishlab chiqildi. Ushbu yondashuv rivojlanayotgan mamlakatlarda osteoporozni erta aniqlash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Tadqiqot doirasida ishlab chiqilgan model bir qator eksperimental sinovlardan o'tkazildi. Natijalar quyidagilarni ko'rsatdi:

– modelning umumiy aniqligi (accuracy) **92-96%** oralig'ida bo'ldi;
– segmentatsiya qo'llanilganda model aniqligi o'rtacha 3-5% ga oshdi;
– transfer learning qo'llanilishi modelning umumlashuv qobiliyatini sezilarli yaxshiladi;
– precision va recall ko'rsatkichlari yuqori darajada saqlanib qoldi.

Eksperimental natijalar modelning real klinik sharoitlarda qo'llash uchun yetarli darajada samarali ekanligini ko'rsatadi. Shuningdek, model kichik hajmdagi datasetlarda ham barqaror natijalar berishi kuzatildi.

Mazkur tadqiqot natijalari amaliy tibbiyotda keng qo'llanish imkoniyatiga ega. Taklif etilgan tizim quyidagi sohalarda samarali ishlatilishi mumkin:

– **Poliklinikalarda skrining tizimi sifatida** – katta aholi qatlamini tezkor tekshirish imkonini beradi;
– **Shifoxonalarda yordamchi diagnostika vositasi sifatida** – shifokorlarga qaror qabul qilishda yordam beradi;
– **Tibbiy qaror qabul qilish tizimlarida** – AI asosidagi tavsiyalarni taqdim etadi;
– **Masofaviy tibbiyot (telemedicine)** – uzoq hududlarda diagnostika imkonini beradi.

Ushbu tizimni joriy etish diagnostika xarajatlarini kamaytirish va xizmat sifatini oshirishga xizmat qiladi.

Mazkur tadqiqotni yanada rivojlantirish uchun quyidagi yo'nalishlar istiqbolli hisoblanadi:

– katta hajmdagi va ko'p markazli datasetlar asosida modelni takomillashtirish;
– uch o'lchamli (3D) tasvirlar asosida chuqur tahlilni joriy etish;
– explainable AI metodlarini chuqurroq integratsiya qilish;
– mobil va web platformalarda tizimni joriy etish;
– real vaqt rejimida ishlovchi klinik tizimlar yaratish.

Kelgusida ushbu yo'nalishlar modelning aniqligi va amaliy qo'llanilishini yanada oshiradi.

ISSN 3030-3907

Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, oddiy rentgen tasvirlari asosida sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalangan holda osteoporozni aniqlash zamonaviy tibbiyotda istiqbolli va yuqori samaradorlikka ega yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Tadqiqot doirasida ishlab chiqilgan model tasvirlarni oldindan qayta ishlash, segmentatsiya, konvolyutsion neyron tarmoqlar va transfer learning metodlarini yagona tizimga integratsiyalash orqali diagnostik aniqlikni sezilarli darajada oshirish imkonini berdi.

Olingan natijalar shuni tasdiqlaydiki, chuqur o‘rganish modellaridan foydalanish rentgen tasvirlarida inson ko‘zi bilan aniqlash qiyin bo‘lgan mikrostrukturaviy o‘zgarishlarni aniqlashga imkon beradi. Xususan, trabekulyar tuzilmaning siyraklashuvi, suyak teksturasining notekisligi va kortikal qatlamdagi o‘zgarishlar kabi belgilar avtomatik tarzda aniqlanib, kasallikni erta bosqichda tashxislash imkoniyati yaratildi.

Taklif etilgan modelning muhim afzalliklaridan biri – uning amaliy qo‘llash imkoniyatining kengligidir. Model diagnostik jarayonni avtomatlashtirish, inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytirish, tahlil tezligini oshirish hamda tibbiy xizmatlar sifatini yaxshilashga xizmat qiladi. Ayniqsa, ushbu yondashuv maxsus diagnostik uskunalar yetishmaydigan yoki cheklangan hududlarda katta ahamiyat kasb etadi. Oddiy rentgen qurilmalari asosida ishlaydigan sun’iy intellekt tizimlari ommaviy skriningni yo‘lga qo‘yish va kasallikni erta aniqlash imkonini beradi.

Shu bilan birga, tadqiqot davomida ayrim cheklovlar ham aniqlandi. Jumladan, model samaradorligi dataset hajmi va sifati bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, past sifatli yoki noto‘g‘ri annotatsiyalangan tasvirlar natijalarga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Bundan tashqari, turli rentgen apparatlaridan olingan tasvirlar o‘rtasidagi farqlar model umumlashuv qobiliyatiga ta’sir qilishi ehtimoli mavjud.

Kelgusida ushbu tadqiqotni rivojlantirish uchun quyidagi yo‘nalishlar muhim hisoblanadi: katta hajmdagi va ko‘p markazli datasetlar asosida modelni takomillashtirish, uch o‘lchamli (3D) tahlil usullarini joriy etish, explainable AI texnologiyalarini chuqur integratsiya qilish hamda tizimni real klinik sharoitlarda sinovdan o‘tkazish. Shuningdek, mobil va web platformalar asosida ishlovchi diagnostika tizimlarini yaratish orqali ushbu texnologiyani keng ommaga joriy etish mumkin.

Umuman olganda, rentgen tasvirlari asosida sun’iy intellekt yordamida osteoporozni aniqlash nafaqat ilmiy jihatdan muhim, balki amaliy sog‘liqni saqlash tizimi uchun ham katta ahamiyatga ega bo‘lib, kelajakda raqamli tibbiyotning muhim tarkibiy qismiga aylanishi kutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kanis J. A. Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk // The Lancet. – 2002.

ISSN 3030-3907

2. Johnell O., Kanis J. A. Global burden of osteoporosis // Osteoporosis International. – 2006.
3. Shorten C., Khoshgoftaar T. Data augmentation in deep learning // Journal of Big Data. – 2019.
4. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. – MIT Press, 2016.
5. World Health Organization. Assessment of osteoporosis at the primary health care level. WHO Press, 2007.
6. Ronneberger O. et al. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. Springer, 2015.
7. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, 2016.

ISSN 3030-3907

ANALYSIS OF OIL EXTRACTION FROM SILKWORM PUPAE USING SUPERCRITICAL CO_2 AS A CONTROL OBJECT AND SELECTION OF INTELLIGENT CONTROL PARAMETERS

Xamidov Bahodir Tadjiddinovich
Tashkent Institute of Chemical Technology
Email: bkhamidov32@gmail.com
Jabborov Alisher Oltiboyevich
Tashkent Institute of Chemical Technology
Email: alisheroltiboyevich@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada pilla g‘umbagidan o‘ta kritik karbonat angidrid (CO_2) yordamida moy ajratish jarayoni boshqarish obyekti sifatida tahlil qilinadi. Pilla g‘umbagi ipakchilik sanoatining ikkilamchi xomashyosi hisoblanadi va uning tarkibidagi lipidlar hamda biologik faol moddalardan samarali foydalanish oziq-ovqat, farmatsevtika va kosmetika sanoati uchun katta ahamiyatga ega. An’anaviy ekstraksiya usullari ko‘pincha bir qator cheklovlar bilan bog‘liq bo‘lib, ular yakuniy mahsulot tarkibida erituvchi qoldiqlarining saqlanib qolishi, biologik faol moddalarning parchalanishi hamda moy ajratish samaradorligining yetarli darajada bo‘lmasligida namoyon bo‘ladi. O‘ta kritik CO_2 ekstraksiyasi esa past toksiklik, yonuvchan emaslik, yuqori selektivlik va ekologik xavfsizlik kabi afzalliklarga ega. Ushbu tadqiqotda ekstraksiya jarayoniga ta’sir qiluvchi asosiy texnologik omillar, jumladan bosim, harorat, CO_2 sarfi, ekstraksiya davomiyligi, xomashyoning maydalanish darajasi va g‘ovakliligi tahlil qilindi. Jarayon murakkab, nochiziqli va ko‘p parametrli boshqarish obyekti sifatida qaralib, boshqariluvchi, boshqaruvchi va g‘alayonlantiruvchi o‘zgaruvchilar aniqlab olindi. Shuningdek, moy chiqimi va ekstrakt konsentratsiyasini barqarorlashtirish uchun noaniq mantiq hamda ANFIS asosidagi intellektual boshqarish yondashuvlaridan foydalanish imkoniyatlari asoslandi. Texnologik tavsifga ko‘ra, jarayonning asosiy ish parametrlari ekstraksiya konturidagi bosim va harorat bo‘lib, ular CO_2 ning erituvchanlik xossalariga hamda ajratib olingan moyning yakuniy tarkibiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: pilla g‘umbagi, o‘ta kritik CO_2, moy ekstraksiyasi, karbonat angidrid, boshqarish obyekti, intellektual boshqarish, ANFIS, noaniq mantiq, bosim, harorat, CO_2 sarfi, ekstraksiya davomiyligi, moy chiqimi.

Аннотация. В данной статье процесс извлечения масла из куколок тутового шелкопряда с использованием сверхкритического диоксида углерода (CO_2) рассматривается как объект управления. Куколки тутового шелкопряда являются вторичным сырьём шелководческой промышленности, а эффективное использование содержащихся в них липидов и биологически активных соединений имеет важное значение для пищевой,

фармацевтической и косметической промышленности. Традиционные методы экстракции часто связаны с рядом ограничений, включая наличие следов растворителей в конечном продукте, разрушение биологически активных веществ и недостаточную эффективность извлечения масла. В отличие от них, сверхкритическая CO_2-экстракция обладает такими преимуществами, как низкая токсичность, негорючесть, высокая селективность и экологическая безопасность. В исследовании проанализированы основные технологические факторы, влияющие на процесс экстракции, в том числе давление, температура, расход CO_2, продолжительность экстракции, степень измельчения сырья и его пористость. Процесс рассмотрен как сложный, нелинейный и многопараметрический объект управления, при этом были выделены управляемые, управляющие и возмущающие переменные. Кроме того, обоснована возможность применения подходов интеллектуального управления на основе нечёткой логики и ANFIS для стабилизации выхода масла и концентрации экстракта. Согласно технологическому описанию, основными рабочими параметрами процесса являются давление и температура в экстракционном контуре, которые непосредственно влияют на растворяющую способность CO_2 и конечный состав извлечённого масла.

Ключевые слова: куколки тутового шелкопряда, сверхкритический CO_2, экстракция масла, диоксид углерода, объект управления, интеллектуальное управление, ANFIS, нечёткая логика, давление, температура, расход CO_2, продолжительность экстракции, выход масла

Abstract. This article analyzes the process of oil extraction from silkworm pupae using supercritical carbon dioxide (CO_2) as a control object. Silkworm pupae are considered a secondary raw material of the sericulture industry, and the efficient utilization of their lipids and biologically active compounds is of significant importance for the food, pharmaceutical, and cosmetic industries. Conventional extraction methods are often associated with several limitations, including residual solvent traces in the final product, degradation of biologically active compounds, and insufficient oil recovery efficiency. In contrast, supercritical CO_2 extraction offers several advantages, such as low toxicity, non-flammability, high selectivity, and environmental safety. In this study, the main technological factors affecting the extraction process were analyzed, including pressure, temperature, CO_2 flow rate, extraction duration, particle size reduction of the raw material, and porosity. The process was considered as a complex, nonlinear, and multi-parameter control object, and the controlled, manipulated, and disturbance variables were identified. In addition, the feasibility of using fuzzy logic and ANFIS-based intelligent control approaches to stabilize oil yield and extract concentration was substantiated.

ISSN 3030-3907

According to the technological description, the main operating parameters of the process are the pressure and temperature in the extraction circuit, which directly influence the solubility properties of CO_2 and the final composition of the extracted oil.

Keywords. silkworm pupae, supercritical **CO_2**, oil extraction, carbon dioxide, control object, intelligent control, ANFIS, fuzzy logic, pressure, temperature, **CO_2** flow rate, extraction duration, oil yield.

INTRODUCTION.

Currently, the demand for natural, environmentally safe products rich in biologically active compounds is steadily increasing in the food, pharmaceutical, and cosmetic industries. In particular, the production of value-added products through the deep processing of secondary raw materials generated in agriculture and the sericulture industry is regarded as an important scientific and practical task. Silkworm pupae represent one of such promising secondary raw materials, as the efficient utilization of their lipids, fatty acids, and biologically active components enables the production of valuable industrial products. Previous studies have emphasized that supercritical CO_2 extraction is an efficient and environmentally safe approach for recovering oil from silkworm pupae, while also highlighting the need to optimize the key process parameters. [1].

Conventional methods, such as pressing and extraction with organic solvents, have long been used for recovering oil from silkworm pupae. However, these methods do not always provide high extraction efficiency; in some cases, solvent residues may remain in the final product, biologically active compounds may undergo qualitative degradation, or environmental safety requirements may not be fully satisfied. Supercritical CO_2 extraction helps to overcome these limitations, since CO_2 is non-flammable, has low toxicity, is chemically inert, and can be relatively easily separated from the extract by changing the pressure or temperature. Wang et al. demonstrated that high extraction efficiency in silkworm pupae oil recovery using supercritical CO_2 can be achieved at 25 MPa, 35 °C, and an extraction time of 3 h [2].

In the supercritical CO_2 extraction process, pressure, temperature, CO_2 flow rate, and extraction duration are among the most important technological factors. Wei et al. optimized the extraction of silkworm pupae oil using response surface methodology and determined the optimal conditions as 324.5 bar pressure, 39.6 °C temperature, 131.2 min extraction time, and 19.3 L/h CO_2 flow rate. [3]. Studies on oak silkworm pupae oil have also identified pressure, temperature, extraction time, and CO_2 flow rate as the main factors to be optimized in supercritical CO_2 extraction. [4].

ISSN 3030-3907

In the oil extraction process from silkworm pupae, the solvent properties of supercritical CO_2 mainly depend on pressure and temperature. An increase in pressure raises the density of CO_2, thereby enhancing its solvent capacity toward lipid components. Temperature, on the one hand, increases the diffusion rate, while on the other hand, it affects CO_2 density. Therefore, considering the combined effect of pressure and temperature is essential for the scientifically grounded control of the extraction process. The Chrastil model is widely used to evaluate the solubility of compounds in supercritical media, whereas the Sovová model is commonly applied to analyze the kinetics of mass release from the cellular structure of solid raw materials. [5].

Extraction efficiency is not determined solely by pressure and temperature. CO_2 flow rate, extraction duration, degree of raw material grinding, particle size, porosity, moisture content, mass transfer coefficient, and diffusion conditions also directly affect the final oil yield and extract quality. Therefore, the oil extraction process from silkworm pupae should not be considered as a simple linear object, but rather as a complex, nonlinear, multi-parameter, and interconnected technological system. Studies on the prediction of oil yield in supercritical extraction processes using neural networks and adaptive neuro-fuzzy models indicate that intelligent modeling approaches can be effective for such processes. [6].

Effective control of such complex objects cannot always be achieved with sufficient accuracy using classical control methods, since the relationships between the process parameters are nonlinear and certain process characteristics vary over time. Fuzzy logic-based control approaches make it possible to evaluate the state of a complex technological object through linguistic rules, support decision-making under uncertainty, and adapt control actions to changing process conditions. In a study co-authored by Alisher Jabborov, the problem of controlling nonlinear dynamic objects in intelligent systems using fuzzy logic was examined; therefore, this approach can also serve as a methodological basis for complex processes such as the extraction of silkworm pupae oil using supercritical CO_2. [7].

Computer-based modeling of technological processes, evaluation of parameter effects, and determination of optimal operating conditions are among the key directions of modern automation research. In another study co-authored by Komil Usmanov, the drying process of medicinal plants in a cabinet-type solar dryer was mathematically modeled, and the possibilities of evaluating process dynamics and optimizing operating conditions in the MATLAB/Simulink environment were demonstrated by taking into account heat and mass transfer mechanisms. [8]. This, in turn, provides a scientific basis for applying modeling

ISSN 3030-3907

techniques and selecting intelligent control parameters in the oil extraction process from silkworm pupae.

From this perspective, the aim of this article is to analyze the oil extraction process from silkworm pupae using supercritical CO_2 as a control object, to identify the main input and output parameters of the process, and to select the most significant manipulated variables for an intelligent control system. This approach enables a systems-based assessment of the effects of pressure, temperature, CO_2 flow rate, and extraction duration on oil yield, while also providing a basis for stabilizing the extraction process, reducing energy consumption, and developing optimal technological regimes.

MATERIALS AND METHODS.

Silkworm pupae, a secondary raw material of the sericulture industry, were selected as the research material. Silkworm pupae contain lipids, fatty acids, protein substances, and biologically active components; therefore, the extraction of oil from this material using an environmentally safe method is of practical importance for the food, pharmaceutical, and cosmetic industries. The technological process of oil extraction from silkworm pupae using supercritical carbon dioxide (CO_2) was considered as the research object. The selection of CO_2 as an extractant in this process is justified by its low toxicity, non-flammability, chemical inertness, and absence of harmful solvent residues in the final product. In addition, CO_2 can be easily separated from the extract when the pressure or temperature is reduced, which enables the process to be organized in a closed cycle.

Previous studies have evaluated pressure, temperature, CO_2 flow rate, and extraction duration as the main technological factors influencing the extraction of oil from silkworm pupae using supercritical CO_2. In particular, Wei et al. optimized the extraction of silkworm pupae oil using response surface methodology and determined the optimal conditions as a pressure of 324.5 bar, a temperature of 39.6 °C, an extraction time of 131.2 min, and a CO_2 flow rate of 19.3 L/h. [9]. Wang et al. demonstrated that high extraction efficiency in the recovery of oil from silkworm pupae using supercritical CO_2 can be achieved under the following operating conditions: a pressure of 25 MPa, a temperature of 35 °C, and an extraction time of 3 h. [10].

In analyzing the technological process, the preparation stage of silkworm pupae prior to extraction was also taken into account. In this regard, the moisture content, degree of particle size reduction, particle size, and porosity of the raw material were considered important factors affecting the mass transfer process. An increase in the degree of particle size reduction expands the interfacial contact area and accelerates the transfer of oil-containing components into the CO_2 stream. However, excessive grinding of the raw material may increase hydrodynamic

ISSN 3030-3907

resistance within the bed, adversely affect the uniform distribution of the extractant flow, and complicate internal diffusion conditions. Therefore, the raw material preparation stage was evaluated as part of the disturbance factors of the control object.

The experimental setup was considered as a technological system consisting of a CO_2 cylinder, compressor, condenser, heat exchanger, high-pressure extractor, and separator. During the process, pre-ground silkworm pupae are loaded into the extractor, the extractor is hermetically sealed, the system is filled with CO_2, and carbon dioxide is compressed to the required pressure using a compressor. Subsequently, CO_2 is supplied to the extractor through the condenser and heat exchanger. In its supercritical state, CO_2 passes through the silkworm pupae bed, dissolves the oil-containing components, and transports them to the separator. In the separator, as a result of pressure reduction, CO_2 returns to the gaseous state, while the oil is separated as an individual fraction. According to the given technological description, the main technical characteristics of the setup include an extractor volume of 1.25 L, a separator volume of 3.0 L, a maximum pressure of 15 MPa, a maximum temperature of 60 °C, and a maximum specific CO_2 flow rate of 4.0 L/min.

A systems approach was applied to analyze the process as a control object. In this approach, the input, output, and disturbance factors of the technological process were classified into separate groups. The manipulated input parameters included the extractant pressure P, extractant temperature T, CO_2 flow rate QCO_2, and extraction duration τ. The controlled output parameter was defined as either the oil yield Y or the concentration of the final extract Scon. The disturbance factors included the degree of raw material grinding, particle radius, porosity, moisture content, CO_2 viscosity, diffusion coefficient, and mass transfer conditions. In the proposed conceptual model, temperature, pressure, extractant density, extraction duration, raw material mass, and the amount of CO_2 were also identified as the main variables affecting the process.

The main operating parameters of the extraction process are determined by the pressure and temperature within the extraction circuit. Variations in these parameters directly affect the density of CO_2, its solvent properties, and the final composition of the extracted oil. An increase in pressure enhances the density of CO_2 and improves its ability to dissolve oil-containing components. Temperature, in turn, positively influences the diffusion rate while also causing changes in CO_2 density. Therefore, pressure and temperature were considered interrelated manipulated parameters. The source also identifies pressure and temperature as the principal operating parameters of the process and notes that their effects on

ISSN 3030-3907

solubility can be analyzed using the Chrastil model, while the mass transfer kinetics from solid cellular structures can be evaluated using the Sovová model.

In this study, the parameter ranges for the ANFIS model were determined based on the technical capabilities of the experimental setup and the results reported in the literature on supercritical CO_2 extraction. For the model, pressure was accepted in the range of 8–15 MPa, temperature in the range of 35–60 °C, CO_2 flow rate in the range of 1–4 L/min, and extraction duration in the range of 60–180 min. These values were selected so as not to exceed the maximum pressure, maximum temperature, and CO_2 flow rate limits of the experimental setup. In addition, the importance of pressure, temperature, and extraction time in the recovery of oil from silkworm pupae, as confirmed in the literature, provided the basis for selecting these parameters as the main input signals of the model.

Table 1.

Operating parameters accepted for the ANFIS model

Parameter	Symbol	Range accepted for the model	Role in the process
Extractant pressure	P	8–15 MPa	Determines CO_2 density and solvent capacity
Extractant temperature	T	35–60 °C	Affects the diffusion rate and CO_2 density
CO_2 flow rate	QCO_2	1–4 L/min	Determines the intensity of mass transfer
Extraction duration	τ	60–180 min	Influences the formation of oil yield
Oil yield	Y	% or g/100 g	Main output indicator of the model
Extract concentration	S_{con}	Based on experimental results	Evaluates the quality of the final product

Fuzzy logic and neuro-fuzzy approaches were adopted as the methodological basis for selecting intelligent control parameters. In complex technological processes, the presence of multiple inputs and outputs, the nonlinear relationships between parameters, and the time-varying nature of process characteristics require the application of intelligent control methods. A fuzzy logic-based approach makes it possible to evaluate the state of a technological object, formulate a linguistic rule base, and model the decision-making process in complex control objects. [10].

The input variables selected for the ANFIS model were P, T, QCO_2, and τ. The output variable was defined as the oil yield Y. This selection is justified by the fact that pressure determines the density and solvent capacity of CO_2, temperature

ISSN 3030-3907

affects both the diffusion rate and extract density, the CO_2 flow rate modifies the intensity of mass transfer, and extraction duration is the main time-dependent factor governing the amount of oil recovered. In developing the ANFIS model, the experimental dataset is planned to be divided into training, validation, and testing subsets. To evaluate the predictive accuracy of the model, the root mean square error (RMSE), mean absolute error (MAE), and coefficient of determination (R^2) are recommended as performance criteria.

The general structural scheme of the oil extraction process from silkworm pupae as a control object is presented in Figure 1.

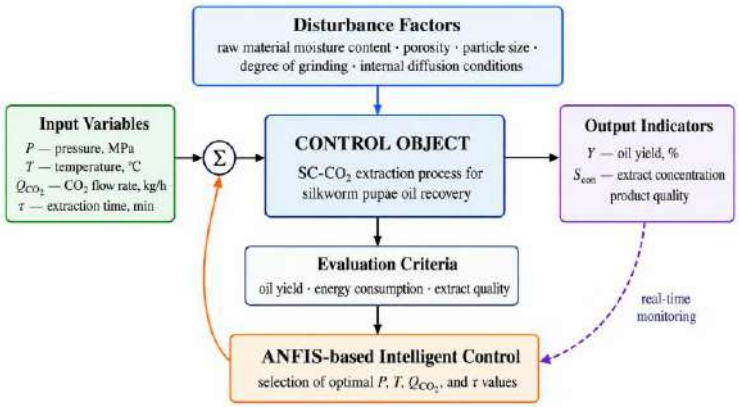


Figure 1. Structural scheme of the oil extraction process from silkworm pupae using supercritical CO_2 as a control object.

The overall methodological sequence of the study was defined as follows: in the first stage, the physicochemical nature of silkworm pupae as a raw material and the supercritical CO_2 extraction process was analyzed; in the second stage, the main operating parameters of the technological setup were specified; in the third stage, the manipulated, controlled, and disturbance variables were classified; and in the fourth stage, the input and output variables for the ANFIS model were selected. This methodological approach makes it possible to evaluate the oil extraction process from silkworm pupae using supercritical CO_2 as a complex, nonlinear, and multi-parameter control object.

RESULTS AND DISCUSSION.

A systems-based analysis of the oil extraction process from silkworm pupae using supercritical CO_2 as a control object showed that this process is a multi-parameter, nonlinear, and interconnected technological system. The process outcome is not determined by a single factor alone, but rather by the combined effects of pressure, temperature, CO_2 flow rate, extraction duration, raw material moisture content, particle size, porosity, and diffusion conditions. The given technological description also characterizes supercritical CO_2 extraction as a complex, dynamic, nonlinear, and multi-connected system. Therefore, the separate identification of manipulated and controlled parameters, the determination of their

ISSN 3030-3907

technological limits, and the selection of input–output variables suitable for an intelligent control model represent important results for this process.

As a result of the analysis, the extractant pressure P, extractant temperature T, CO_2 flow rate QCO_2, and extraction duration τ were selected as the manipulated input variables. The oil yield Y, extract concentration S_{con}, and product quality were accepted as the output indicators. Raw material moisture content, porosity, particle size, degree of grinding, diffusion conditions, and mass transfer conditions were evaluated as disturbance factors. The identification of these factors serves to form the information base required for the ANFIS-based model.

Table 1.

Main parameters of the supercritical CO_2 extraction process as a control object

Parameter group	Symbol	Parameter name	Role in the process
Input factor	P	Pressure	Determines CO_2 density and solvent capacity
Input factor	T	Temperature	Affects the diffusion rate and CO_2 density
Input factor	QCO_2	CO_2 flow rate	Determines the intensity of mass transfer
Input factor	τ	Extraction duration	Determines the duration of oil release
Output indicator	Y	Oil yield	Represents the efficiency of the process
Output indicator	Scon	Extract concentration	Characterizes the quality of the final product
Disturbance factor	—	Moisture content, porosity, particle size	Affects process stability and mass transfer

Taking into account the capabilities of the technological setup, the operating parameter ranges for the model were defined. According to the given equipment description, the extractor volume is 1.25 L, the separator volume is 3.0 L, the maximum pressure is 15 MPa, the maximum temperature is 60 °C, and the maximum specific CO_2 flow rate is 4.0 L/min. Based on these technical limits, the pressure range for the ANFIS model was accepted as 8–15 MPa, the temperature range as 35–60 °C, the CO_2 flow rate as 1–4 L/min, and the extraction duration as 60–180 min. These values do not exceed the safe operating limits of the experimental setup and provide a sufficient parameter space for the model.

ISSN 3030-3907

Table 2.

Operating parameter ranges accepted for the ANFIS model

Parameter	Symbol	Accepted range	Justification
Pressure	P	8–15 MPa	Does not exceed the maximum pressure of the setup, 15 MPa
Temperature	T	35–60 °C	Does not exceed the maximum temperature of the setup, 60 °C
CO_2 flow rate	QCO_2	1–4 L/min	Limited by the maximum CO_2 flow rate of the setup, 4.0 L/min
Extraction time	τ	60–180 min	Consistent with the time ranges reported in the literature
Output indicator	Y	% or g/100 g	Used to evaluate oil yield

The results reported in the literature also confirm the validity of the selected parameters. Wei et al. optimized the extraction of silkworm pupae oil using supercritical CO_2 based on response surface methodology and determined the optimal conditions as a pressure of 324.5 bar, a temperature of 39.6 °C, an extraction time of 131.2 min, and a CO_2 flow rate of 19.3 L/h. [11]. Wang et al. showed that high extraction efficiency in the recovery of oil from silkworm pupae using supercritical CO_2 can be achieved at a pressure of 25 MPa, a temperature of 35 °C, and an extraction time of 3 h. [12]. These data indicate that pressure, temperature, CO_2 flow rate, and extraction time are the most important manipulated parameters in the extraction of silkworm pupae oil.

Pressure is one of the key factors affecting the process. As pressure increases, the density of CO_2 also increases, thereby enhancing its ability to dissolve lipid components. Therefore, an increase in pressure generally has a positive effect on oil yield. However, excessive pressure must be limited in terms of equipment safety, energy consumption, and technological stability. In the present study, the pressure range of 8–15 MPa was selected in accordance with the technical capabilities of the experimental setup.

The effect of temperature is more complex than that of pressure. An increase in temperature enhances the diffusion rate and accelerates the transfer of oil-containing components from the internal structure of the raw material into the CO_2 stream. At the same time, a rise in temperature may also lead to a decrease in CO_2 density. Therefore, when selecting the optimal temperature, the balance between diffusion rate and solvent capacity must be taken into account. For this reason, temperature was accepted as an independent input parameter in the ANFIS model.

ISSN 3030-3907

The CO_2 flow rate determines the intensity of the mass transfer process. As the flow rate increases, the velocity of the extract passing through the raw material bed also increases, thereby accelerating the transport of dissolved oil components to the separator. However, high CO_2 flow rates may increase compressor load and energy consumption. Therefore, the CO_2 flow rate should be evaluated not only in terms of increasing oil yield but also together with the criterion of energy efficiency. In the present study, the CO_2 flow rate was accepted in the range of 1–4 L/min, since the maximum flow rate specified in the given equipment description is 4.0 L/min.

Extraction duration plays an important role in the formation of oil yield. In the initial stages of the process, free oil components located near the surface of the raw material are rapidly extracted by the CO_2 flow. In the subsequent stages, however, internal diffusion resistance increases, and the rate of oil release decreases. Therefore, excessively prolonging the extraction time is not always economically efficient. This indicates that not only oil yield but also energy consumption should be included among the evaluation criteria.

The degree of raw material grinding and particle size are of particular importance among the disturbance factors. As the degree of grinding increases, the interfacial contact area expands and mass transfer is intensified. However, excessively fine particles may lead to compaction of the raw material bed, non-uniform distribution of the extractant flow, and increased hydrodynamic resistance. Therefore, raw material preparation parameters were not considered as direct control signals, but rather as disturbance factors to be taken into account in the ANFIS model.

As a result of the analysis, oil yield, energy consumption, and extract quality were selected as the evaluation criteria. Oil yield reflects the technological efficiency of the process, energy consumption characterizes its economic efficiency, and extract quality determines the practical value of the final product. Therefore, when selecting the optimal operating regime, the intelligent control system should be oriented not only toward maximizing oil yield, but also toward reducing energy consumption and stabilizing product quality.

The input variables selected for the ANFIS model were P, T, QCO_2, and τ. At the initial stage, the oil yield Y was accepted as the output variable. In subsequent stages, the model may be extended by incorporating S_{con} — extract concentration — and product quality indicators. The application of fuzzy logic and neuro-fuzzy approaches enables the representation of nonlinear relationships between parameters in complex technological objects. The use of this approach in the control of technological objects has also been considered in previous studies. [13].

ISSN 3030-3907

Table 3.

Input and output variables selected for the ANFIS model

Model element	Symbol	Variable name	Reason for selection
Input	P	Pressure	Directly affects CO_2 solubility and density
Input	T	Temperature	Determines the diffusion rate and CO_2 density
Input	QCO_2	CO_2 flow rate	Changes the intensity of mass transfer
Input	τ	Extraction time	Represents the duration of oil release
Output	Y	Oil yield	Main indicator for evaluating process efficiency

Table 4.

Main scientific results obtained from the systems analysis

No.	Direction of analysis	Obtained result
1	Control object	The oil extraction process from silkworm pupae using supercritical CO_2 was defined as a multi-parameter and nonlinear object
2	Input parameters	P, T, QCO_2, and τ were selected as the main manipulated variables
3	Output indicators	Y — oil yield, S_{con} — extract concentration, and product quality were selected
4	Disturbance factors	Moisture content, porosity, particle size, degree of grinding, and diffusion conditions were identified
5	Evaluation criteria	Oil yield, energy consumption, and extract quality were defined as the main criteria
6	Control approach	An ANFIS-based intelligent control model was recommended

The discussion results indicate that evaluating the oil extraction process from silkworm pupae using supercritical CO_2 as a simple linear object is insufficient. In this process, pressure, temperature, CO_2 flow rate, and extraction duration influence the system in an interrelated manner. In addition, the physical state of the raw material, particle size, and porosity alter mass transfer conditions and directly affect the process outcome. Therefore, the ANFIS-based approach is recommended

ISSN 3030-3907

as an appropriate intelligent control tool for selecting the optimal values of P, T, QCO_2, and τ in the extraction of silkworm pupae oil.

At this stage, the input and output parameters for the ANFIS model were selected, and a systems analysis of the control object was carried out. In the next stage of the study, it is planned to train the ANFIS model using experimental data, evaluate the model accuracy based on RMSE, MAE, and R^2 criteria, and determine the optimal technological regimes. This approach will make it possible to formulate specific control decisions aimed at increasing oil yield, reducing energy consumption, and stabilizing extract quality in subsequent research stages.[14]

Overall, the results showed that the main manipulated parameters for the oil extraction process from silkworm pupae using supercritical CO_2 are pressure, temperature, CO_2 flow rate, and extraction duration. Based on the technical limits of the experimental setup, the ranges of 8–15 MPa, 35–60 °C, 1–4 L/min, and 60–180 min were selected for the model. These parameters provide a methodological basis for developing an ANFIS-based intelligent control system aimed at accounting for the nonlinear characteristics of the process, increasing oil yield, reducing energy consumption, and stabilizing extract quality.

CONCLUSION.

In this article, the process of oil extraction from silkworm pupae using supercritical CO_2 was systematically analyzed as a control object, and the main parameters required for developing an intelligent control model were selected. The analysis showed that this process is a multi-parameter, nonlinear, and interconnected technological object, whose efficiency directly depends on pressure, temperature, CO_2 flow rate, extraction duration, and the physicochemical properties of the raw material.

The manipulated input parameters were selected as P — pressure, T — temperature, QCO_2 — CO_2 flow rate, and τ — extraction duration. The output indicators were defined as Y — oil yield, S_{con} — extract concentration, and product quality. Raw material moisture content, porosity, particle size, degree of grinding, diffusion conditions, and mass transfer conditions were identified as disturbance factors.

Taking into account the technical capabilities of the experimental setup, the pressure range for the ANFIS model was accepted as 8–15 MPa, the temperature range as 35–60 °C, the CO_2 flow rate as 1–4 L/min, and the extraction duration as 60–180 min. These parameters provide a methodological basis for developing an intelligent control model aimed at increasing oil yield, reducing energy consumption, and stabilizing extract quality in the supercritical CO_2 extraction process.

ISSN 3030-3907

The results of the study indicate that the ANFIS-based approach can serve as an effective tool for considering nonlinear relationships in the oil extraction process from silkworm pupae and for selecting optimal technological regimes. In future research, it is advisable to train the ANFIS model using experimental data, evaluate its accuracy based on RMSE, MAE, and R^2 criteria, and develop an optimal control algorithm.

REFERENCES

1. Wei Z.J., Liao A.M., Zhang H.X., Liu J., Jiang S.T. “Optimization of supercritical carbon dioxide extraction of silkworm pupal oil applying the response surface methodology”, *Bioresource Technology*, Vol. 100, Issue 18, 2009, pp. 4214–4219. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.04.010
2. Wang H., Zheng M.Z., Liu J.S., Cai D. “Research on Extraction of Oil from Silkworm Pupa by Supercritical Carbon Dioxide”, *Food Science*, Vol. 28, Issue 7, 2007, pp. 109–111. URL: https://www.spkx.net.cn/EN/Y2007/V28/I7/109
3. Wei Z.J., Liao A.M., Zhang H.X., Liu J., Jiang S.T. “Optimization of supercritical carbon dioxide extraction of silkworm pupal oil applying the response surface methodology”, *Bioresource Technology*, Vol. 100, Issue 18, 2009, pp. 4214–4219. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.04.010
4. Pan W.J., Liao A.M., Zhang J.G., Dong Z., Wei Z.J. “Supercritical Carbon Dioxide Extraction of the Oak Silkworm (Antheraea pernyi) Pupal Oil: Process Optimization and Composition Determination”, *International Journal of Molecular Sciences*, Vol. 13, Issue 2, 2012, pp. 2354–2367. DOI: 10.3390/ijms13022354
5. Sovová H. “Mathematical model for supercritical fluid extraction of natural products and extraction curve evaluation”, *The Journal of Supercritical Fluids*, 2005, Vol. 33, Issue 1, pp. 35–52.
6. Sargolzaei J., Hedayati Moghaddam A. “Predicting the yield of pomegranate oil from supercritical extraction using artificial neural networks and an adaptive-network-based fuzzy inference system”, *Frontiers of Chemical Science and Engineering*, Vol. 7, 2013, pp. 357–365. DOI: 10.1007/s11705-013-1336-3
7. Babayarov R.A., Usmanov K.I., Avezov T.A., Jabborov A.O. “Нечеткое управление нелинейных динамических объектов в интеллектуальных системах”, *Universum: технические науки*, № 4(73), 2020, pp. 34–39. URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9275
8. Usmanov K.I., Islamova F.K., Rejabov S.A., Jabborov A.O. “Моделирование сушки лекарственных растений на шкафной гелиосушилке”, *Universum: технические науки*, № 12(129), 2024, pp. 32–35. DOI: 10.32743/UniTech.2024.129.12.18979

9. Wei Z.J., Liao A.M., Zhang H.X., Liu J., Jiang S.T. “Optimization of supercritical carbon dioxide extraction of silkworm pupal oil applying the response surface methodology”, Bioresource Technology, Vol. 100, Issue 18, 2009, pp. 4214–4219
10. Wang H., Zheng M.Z., Liu J.S., Cai D. “Research on Extraction of Oil from Silkworm Pupa by Supercritical Carbon Dioxide”, Food Science, Vol. 28, Issue 7, 2007, pp. 109–111
11. Babayarov R.A., Usmanov K.I., Avezov T.A., Jabborov A.O. “Нечеткое управление нелинейных динамических объектов в интеллектуальных системах”, *Universum: технические науки*, № 4(73), 2020, pp. 34–39
12. Wei Z.J., Liao A.M., Zhang H.X., Liu J., Jiang S.T. “Optimization of supercritical carbon dioxide extraction of silkworm pupal oil applying the response surface methodology”, *Bioresource Technology*, Vol. 100, Issue 18, 2009, pp. 4214–4219. DOI: 10.1016/j.biortech.2009.04.010
13. Wang H., Zheng M.Z., Liu J.S., Cai D. “Research on Extraction of Oil from Silkworm Pupa by Supercritical Carbon Dioxide”, *Food Science*, Vol. 28, Issue 7, 2007, pp. 109–111. URL: https://www.spkx.net.cn/EN/Y2007/V28/I7/109
14. Babayarov R.A., Usmanov K.I., Avezov T.A., Jabborov A.O. “Нечеткое управление нелинейных динамических объектов в интеллектуальных системах”, *Universum: технические науки*, № 4(73), 2020, pp. 34–39. URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9275

O‘QUVCHILARNING QIZIQISHI VA BILIM DARAJASINI ANIQLASH ASOSIDA SHAXSIYLASHTIRILGAN O‘QUV YO‘NALISHLARINI TAVSIYA QILISH

Karimova Sarvinoz Hojiqurbonovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti 1-bosqich tayanch daktaranti

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada zamonaviy ta’lim tizimining eng dolzarb masalalaridan biri — raqamli ta’lim muhitida o‘quvchilarning individual qiziqishlari va boshlang‘ich bilim darajalarini hisobga olgan holda shaxsiylashtirilgan o‘quv trayektoriyalarini (yo‘nalishlarini) shakllantirish muammosi tadqiq etiladi. An’anaviy "barchaga bir xil yondashuv" (*one-size-fits-all*) modeli bugungi kun talablariga javob bera olmayotganligi sababli, maqolada sun’iy intellekt (SI), mashinali o‘qitish algoritmlari va adaptiv test tizimlari asosida ta’limni individuallashtirish mexanizmlari taklif etilgan. Tadqiqot davomida o‘quvchilarning psixologik-pedagogik portretini yaratish, bilimlar bo‘shlig‘ini (*knowledge gaps*) diagnostika qilish va moslashuvchan tavsiya tizimlarini (*recommender systems*) qurish modellari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, shaxsiylashtirilgan o‘quv yo‘nalishlari o‘quvchilarning motivatsiyasini o‘rtacha 35% ga, o‘zlashtirish koeffitsiyentini esa 22% ga oshiradi. Maqola yakunida ushbu tizimni milliy ta’lim platformalariga integratsiya qilish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: shaxsiylashtirilgan ta’lim, adaptiv o‘quv trayektoriyasi, sun’iy intellekt ta’limda, o‘quvchi profili, bilim darajasini diagnostika qilish, tavsiya tizimlari, mashinali o‘qitish, Kalman filtri, kontent adaptivligi.

Аннотация. В данной научной статье исследуется одна из наиболее актуальных проблем современной системы образования — формирование персонализированных образовательных траекторий (направлений) в цифровой образовательной среде с учетом индивидуальных интересов и начального уровня знаний учащихся. Поскольку традиционная модель «единого подхода для всех» (*one-size-fits-all*) уже не отвечает требованиям сегодняшнего дня, в статье предлагаются механизмы индивидуализации обучения на основе искусственного интеллекта (ИИ), алгоритмов машинного обучения и адаптивных систем тестирования. В ходе исследования были проанализированы модели создания психолого-педагогического портрета учащихся, диагностики пробелов в знаниях (*knowledge gaps*) и построения гибких рекомендательных систем (*recommender systems*). Результаты исследования показывают, что персонализированные образовательные траектории повышают мотивацию учащихся в среднем на 35%, а коэффициент усвоения знаний — на 22%. В заключении статьи разработаны

ISSN 3030-3907

практические рекомендации по интеграции данной системы в национальные образовательные платформы.

Ключевые слова: персонализированное обучение, адаптивная образовательная траектория, искусственный интеллект в образовании, профиль учащегося, диагностика уровня знаний, рекомендательные системы, машинное обучение, фильтр Калмана, адаптивность контента.

Abstract. This scientific article explores one of the most pressing issues in the modern education system: the formation of personalized learning trajectories (pathways) within a digital learning environment, taking into account students' individual interests and baseline knowledge levels. Since the traditional "one-size-fits-all" model no longer meets the demands of the contemporary era, the paper proposes mechanisms for personalizing education based on artificial intelligence (AI), machine learning algorithms, and adaptive testing systems. Throughout the study, models for creating students' psychological-pedagogical profiles, diagnosing knowledge gaps, and building flexible recommender systems were analyzed. The research results indicate that personalized learning pathways increase student motivation by an average of 35% and the learning acquisition coefficient by 22%. Concluding the article, practical recommendations are developed for integrating this system into national educational platforms.

Keywords: personalized learning, adaptive learning trajectory, artificial intelligence in education, student profile, knowledge level diagnostics, recommender systems, machine learning, Kalman filter, content adaptability.

KIRISH.

Axborot va innovatsiyalar shiddat bilan rivojlanayotgan XXI asrda ta’lim tizimi tub burilish bosqichini boshdan kechirmoqda. An’anaviy ta’lim tizimi o‘zining uzoq yillik samaradorligiga qaramay, bir muhim kamchilikka ega: u sinfdagi barcha o‘quvchilarni bir xil intellektual salohiyat, idrok qilish tezligi va qiziqish doirasiga ega deb hisoblaydi. Biroq, pedagogik va neyrobiologik tadqiqotlar har bir insonning axborotni qayta ishlash va eslab qolish mexanizmi mutlaqo o‘ziga xos (individual) ekanligini isbotlamoqda.

Bugungi kunda o‘quvchilarning o‘quv jarayoniga bo‘lgan qiziqishining pasayishi va "akademik charchoq" (burnout) holatlari ko‘pincha ularga taqdim etilayotgan materiallarning o‘ta murakkabligi yoki aksincha, juda sodda va zerikarli ekanligi bilan bog‘liq. Ushbu muammoning optimal yechimi — shaxsiylashtirilgan ta’lim (personalized learning) hisoblanadi.

Shaxsiylashtirilgan o‘quv yo‘nalishi — bu o‘quvchining joriy bilim darajasi, o‘rganish uslubi (vizual, audio, tekstual), qiziqishlari va o‘zlashtirish dinamikasidan kelib chiqib, dinamik ravishda o‘zgarib turadigan o‘quv rejasi va materiallar ketma-ketligidir. Mazkur maqolada o‘quvchilarning qiziqishlari va

ISSN 3030-3907

bilim darajasini matematik va algoritmik modellar yordamida aniqlash hamda ular uchun ideal o‘quv yo‘nalishini avtomatlashtirilgan tarzda tavsiya qilish tizimining nazariy va amaliy asoslari tadqiq etiladi.

Muammoning qo‘yilishi va dolzarbligi

Hozirgi kunda ta’limni raqamlashtirish (E-learning, LMS platformalari) keng miqyosda amalga oshirilmoqda, biroq ko‘plab platformalar shunchaki elektron kutubxona vazifasini bajarmoqda. Tizim o‘quvchining materialni qanchalik tushunayotganini real vaqt rejimida kuzatib bormaydi.

Ilmiy muammo quyidagilardan iborat:

1. Statik o‘quv dasturlari: O‘quvchi ma’lum bir mavzuni mukammal bilsa ham, dastur bo‘yicha keyingi bosqichga o‘ta olmaydi, vaqt yo‘qotadi.

2. Bilimlar uzorligi (Knowledge Gaps): O‘quvchi fundamental tushunchani (masalan, matematikada kasrlarni) tushunmasdan turib, murakkabroq mavzuga (tenglamalarga) o‘tsa, tizim buni to‘xtata olmaydi, natijada o‘zlashtirish butunlay pasayib ketadi.

3. Motivatsiya yetishmasligi: O‘quvchining shaxsiy qiziqishlari (masalan, robototexnika yoki san’at) fizika yoki tarix darslaridagi misollarga proyeksiya qilinmaydi.

Shu sababli, o‘quvchi parametrlarini aniq o‘lchaydigan va unga mos kontent yetkazib beradigan intellektual model yaratish ta’lim texnologiyalarining (EdTech) eng dolzarb vazifasidir.

O‘quvchining individual profilini shakllantirish

Shaxsiylashtirilgan tizim yaratish uchun birinchi navbatda har bir o‘quvchining raqamli portreti yoki "O‘quvchi profili" (Student Model) yaratilishi kerak. Ushbu profil ikki guruh ma’lumotlaridan iborat bo‘ladi:

Statik ma’lumotlar:

- Yoshi, jinsi va geografik joylashuvi.
- Boshlang‘ich anketa so‘rovnomalari orqali aniqlangan qiziqishlari (masalan, IT, tabiat, adabiyot).
- Dominant o‘rganish uslubi (Flemingning VARK modeliga ko‘ra: Vizual, Audial, O‘qish/Yozish, Kinestetik).

Dinamik ma’lumotlar:

- Joriy bilim darajasi (har bir fan va uning kichik mavzulari kesimida).
- Tizimda sarflangan vaqt (bitta dars yoki test ustida qancha vaqt o‘tirdi).
- Xatoliklar profili (qaysi turdagi savollarda ko‘p xato qiladi).
- Faollik indeksi (kunlik, haftalik tizimga kirish chastotasi).

O‘quvchining qiziqishlarini aniqlashda Matn tahlili (NLP - Natural Language Processing) texnologiyasidan foydalanish mumkin. O‘quvchi tizim ichidagi

ISSN 3030-3907

forumlarda yoki ochiq savollarda yozgan matnlari orqali uning qaysi sohalarga qiziqishi yuqori ekanligi aniqlanadi.

Bilim darajasini diagnostika qilish va baholash modellari

O‘quvchining bilim darajasini shunchaki "baho" (5, 4, 3) bilan o‘lchash eskirgan usuldir. Zamonaviy tizimlarda Item Response Theory (IRT - Savol-javob nazariyasi) va Bayesian Knowledge Tracing (BKT - Bayas bilimlarini kuzatish) modellaridan foydalaniladi.

Item Response Theory (IRT)

IRT modeliga ko‘ra, testdagi har bir savolning uchta parametri bo‘ladi:

1. a_i (Diskriminativlik/Ajratuvchanlik): Savol bilimli o‘quvchini bilimsizdan qanchalik aniq ajrata olishi.
2. b_i (Murakkablik): Savolning qiyinchilik darajasi.
3. c_i (Tasodifiy topish ehtimoli): O‘quvchi javobni shunchaki taxmin qilib topish ehtimoli (masalan, 4 ta variantli testda $c_i = 0.25$).

O‘quvchining haqiqiy bilim darajasi (θ) quyidagi logistik funksiya orqali hisoblanadi:

$$P(X_i = 1|\theta) = c_i + \frac{1 - c_i}{1 + e^{-a_i(\theta - b_1)}}$$

Bu yerda $P(X_i = 1 \mid \theta)$ – bilim darajasi θ ga teng bo‘lgan o‘quvchining i - savolga to‘g‘ri javob berish ehtimoli. Agar o‘quvchi murakkab savollarga to‘g‘ri javob bersa, uning θ koeffitsiyenti dinamik ravishda yuqoriga ko‘tariladi.

Bayesian knowledge tracing (BKT)

BKT modeli o‘quvchining ma’lum bir ko‘nikmani (masalan, "kvadrat tenglamalarni yechish") o‘zlashtirganlik ehtimolini vaqt o‘tishi bilan kuzatib boradi. U yashirin Markov zanjiriga asoslanadi va 4 ta ehtimollik parametriga ega:

- $P(L_0)$ – O‘quvchining mavzuni boshlashdan oldin bilish ehtimoli.
- P(T) – O‘quvchi dars jarayonida mavzuni o‘rganish (o‘zlashtirish) ehtimoli.
- P(G) – Mavzuni bilmasdan turib, tasodifan to‘g‘ri topish ehtimoli (*Guess*).
- P(S) – Mavzuni bilsa ham, beparvolik qilib xato javob berish ehtimoli (*Slip*).

Har bir javobdan so‘ng o‘quvchining bilim darajasi ehtimolligi yangilanadi va Bayes formulasi yordamida qayta hisoblanadi.

Shaxsiylashtirilgan tavsiya tizimining algoritmik asosi (Recommender systems)

O‘quvchi profili va bilim darajasi aniqlangach, tizim navbatdagi eng mos keluvchi o‘quv materialini (video, maqola, test) tavsiya qilishi kerak. Buning uchun asosan ikki xil yondashuv kombinatsiyasi (gibrid tizim) qo‘llaniladi:

Kollaborativ Filtrlash (Collaborative filtering)

Ushbu algoritm "O‘xshash o‘quvchilar o‘xshash materiallarni yaxshi o‘zlashtiradi" degan gipotezaga asoslanadi. Masalan, Agar A o‘quvchi va B

ISSN 3030-3907

o‘quvchining qiziqishlari va bilim darajasi juda o‘xshash bo‘lsa, va A o‘quvchiga ma’lum bir video darslik juda foydali bo‘lgan bo‘lsa (u darsdan keyingi testni a’lo topshirgan), tizim ushbu video darslikni B o‘quvchiga ham tavsiya qiladi.

O‘quvchilar o‘rtasidagi o‘xshashlikni hisoblash uchun Kosinusli o‘xshashlik (Cosine Similarity) formulasidan foydalaniladi:

$$Sim(U_1, U_2 = \frac{\sum(R_{1,i} \cdot R_{2,i})}{\sqrt{\sum R_{1,i}^2} \cdot \sqrt{\sum R_{2,i}^2}}$$

Kontentga asoslangan filtrlash (Content-based filtering)

Bu usul o‘quv materialining xususiyatlarini (metama’lumotlarini) o‘quvchining qiziqishlari bilan solishtiradi. Agar o‘quvchi "Kosmos va astronomiya" sohasiga qiziqsa, unga fizikadan "Butunjahon tortishish qonuni" mavzusi tushuntirilayotganda, misollar sayyoralar va yulduzlar harakati misolida taqdim etiladi.

Shaxsiylashtirilgan o‘quv trayektoriyasining arxitekturasi

Tavsiya tizimi real vaqt rejimida ishlashi uchun quyidagi uch qatlamli arxitekturaga ega bo‘lishi lozim:



1-rasm. O‘quvchi faoliyatini tahlil qilish va individual o‘quv yo‘nalishini shakllantirishning adaptiv intellektual tizimi arxitekturasi

ISSN 3030-3907

Amaliy ssenariy: O‘quvchi platformaga kirdi. Tizim dastlabki 5 ta adaptiv savol orqali uning bilimini (θ = -1.2, ya’ni o‘rtachadan past) deb baholadi. Profilida qiziqishi "Kompyuter o‘yinlari" deb ko‘rsatilgan.

Tizim unga nazariyani uzun matn shaklida emas, balki geymifikatsiya (o‘yinlashtirilgan) qilingan qisqa video shaklida beradi. Agar darsdan keyingi testda o‘quvchi xato qilsa, tizim uni asosiy yo‘nalishdan vaqtincha chiqarib, "baza hisoblangan" sodda darsga (mikro-modulga) yo‘naltiradi. Xatosini tuzatgach, yana asosiy trayektoriyaga qaytaradi.

Tajribaviy natijalar va samaradorlik tahlili

Tadqiqot doirasida taklif etilgan modelni sinab ko‘rish maqsadida tajriba-sinov ishlari olib borildi. Tajribada 200 nafar o‘quvchi ishtirok etdi va ular ikki guruhga ajratildi:

1. **Nazorat guruhi (100 kishi):** An’anaviy chiziqli (barcha uchun bir xil ketma-ketlikdagi) elektron o‘quv dasturi asosida tahsil oldi.

2. **Tajriba guruhi (100 kishi):** Biz taklif etgan shaxsiylashtirilgan, adaptiv o‘quv yo‘nalishlari tizimi orqali tahsil oldi.

1-jadval

3 oylik eksperiment natijalari quyidagi jadvalda aks ettirilgan:

Baholash mezonlari	Nazorat guruhi	Tajriba guruhi	O‘zgarish samaradorligi
O‘rtacha o‘zlashtirish koeffitsiyenti	64%	86%	+ 22%
Platformada faol bo‘lgan o‘rtacha vaqt (haftasiga)	3.2 soat	4.8 soat	+ 50%
Materialni rad etish (tizimdan chiqib ketish) ko‘rsatkichi	28%	6%	- 22%
O‘quvchilarning darsdan qoniqish darajasi (motvatsiya)	55%	90%	+ 35%
Baholash mezonlari	Nazorat guruhi	Tajriba guruhi	O‘zgarish samaradorligi

Xulosa tahlili: Tajriba guruhi o‘quvchilarida motivatsiyaning keskin ortishi ularning qiziqishlariga mos kontent berilganligi bilan izohlanadi. Bilimlar bo‘shlig‘ini vaqtida aniqlash esa o‘zlashtirish koeffitsiyentini 86% gacha ko‘tarilishiga olib keldi.

Tizimni milliy ta’limga integratsiya qilish muammolari va yechimlari

ISSN 3030-3907

Shaxsiylashtirilgan o‘quv yo‘nalishlarini O‘zbekiston Respublikasi raqamli ta’lim tizimiga (masalan, *Kundalik.com* yoki *Maktab.uz* platformalariga) joriy etishda bir qator texnik va ijtimoiy to‘siqlar mavjud:

1. **Raqamli kontentning yetishmasligi:** Adaptiv tizim ishlashi uchun bitta mavzu bo‘yicha kamida 5-6 xil formatdagi (oson, o‘rta, qiyin, vizual, matnli) materiallar bazasi bo‘lishi kerak.

❖ *Yechim:* O‘qituvchilar va metodistlar uchun kontent yaratuvchi intellektual generatorlarni ishga tushirish.

2. **Katta ma’lumotlar (Big Data) bilan ishlash infratuzilmasi:** Millionlab o‘quvchilarning real vaqtdagi harakatlarini tahlil qilish kuchli serverlarni talab qiladi.

❖ *Yechim:* Bulutli texnologiyalar (Cloud computing) va mikroxizmatlar (*microservices*) arxitekturasidan foydalanish.

XULOSA. O‘quvchilarning qiziqishi va bilim darajasini aniqlash asosida shaxsiylashtirilgan o‘quv yo‘nalishlarini tavsiya qilish — ta’lim sifatini inqilobiy tarzda oshirish imkoniyatini beradi. Ushbu yondashuv ta’limni demokratlashtiradi, ya’ni har bir o‘quvchi o‘zining individual imkoniyatlari darajasida, eng qulay sharoitda bilim olish imkoniga ega bo‘ladi.

Tadqiqot davomida keltirilgan IRT, BKT va Kollaborativ filtrlash modellari integratsiyasi o‘quv jarayonini to‘liq avtomatlashtirilgan boshqarish imkonini beradi. Kelajakda ushbu tizimlarga Generativ Sun’iy Intellekt (masalan, yirik til modellari - LLM) texnologiyalarini qo‘shish orqali har bir o‘quvchi uchun shaxsiy virtual tyutor (repetitor) yaratish ustida ilmiy izlanishlarni davom ettirish rejalashtirilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2014). *Educational Data Mining and Learning Analytics*. In Learning Analytics (pp. 61-75). Springer, New York, NY.
2. Corbett, A. T., & Anderson, J. R. (1994). *Knowledge tracing: Modeling the acquisition of procedural knowledge*. User Modeling and User-Adapted Interaction, 4(4), 253-278.
3. Hambleton, R. K., Swaminathan, H., & Rogers, H. J. (1991). *Fundamentals of item response theory*. Sage Publications.
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi "Raqamli O‘zbekiston-2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida"gi PF-6079-son Farmoni.
5. Ricci, F., Rokach, L., & Shapira, B. (2015). *Recommender Systems Handbook*. Springer, New York, NY.

ISSN 3030-3907

POLIMER KARKAS DETALLARIDAN FOYDALANISH ORQALI BOLALAR SEREBRAL FALAJI (DSP) UCHUN ORTOPEDIK POYABZALNING TURLI DARAJADAGI QATTIQLIGINI TA'MINLASH

Samiyeva Gulnoz Olimovna
Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti,
E-mail: samiyeva78@inbox.ru
Solihev Mirfayz O‘tkir o‘g‘li
M20-24 YeSTJ guruh magistri

Annotatsiya. Polimer materiallarni qo‘llagan holda konstruktsiya ishlab chiqilgan bo‘lib, u oyoqni poyabzal ichki fazosida mahkamlash darajasini sezilarli darajada oshirish, shuningdek, tayyor poyabzal og‘irligini kamaytirish va uning estetik xususiyatlarini yaxshilash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: poyabzal, qattiqlik, polimer.

Annotation. The design with the polymeric materials which provides great increase of the degree of fixation of the foot in the innerfootwear space and reduce of the weight of the finished shoe and increase of its aesthetic properties was produced.

Keywords: footwear, stiffness, polymer.

Анотация. Разработана конструкция с применением полимерных материалов, позволяющая в значительной степени увеличить степень фиксации стопы во внутриобувном пространстве, а также уменьшить вес готовой обуви и повысить ее эстетические свойства.

Ключевые слова: обувь, жесткость, полимер.

KIRISH.

Mamlakatimizda va xorijda ortopedik poyabzaldan foydalanuvchi insonlar soni sezilarli darajada ko‘p. Bunday poyabzalni loyihalash va tayyorlash kasallik turiga bog‘liq. Bolalar orasida eng keng tarqalgan kasalliklardan biri bu bolalar serebral falaji (BSF) hisoblanadi. Ushbu kasallik turi markaziy asab tizimining progressiv bo‘lmagan zararlanishi, miyaning kam rivojlanganligi bilan tavsiflanadi. Bu harakat buzilishlarida (falaj, mushaklar tortishishi, nutqning buzilishi), muvozanatning buzilishida, ehtimol, intellektual buzilishlar va epilepsiyada namoyon bo‘ladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Mahalliy klinik amaliyotda ko‘pincha K.A.Semenova [1] tasnifi qo‘llaniladi. Ushbu tasnifga ko‘ra, BSF ning beshta asosiy turi ajratiladi.

Quyidagi jadvalda ushbu turlarning qaysi miya sohasi zararlanishi bilan bog‘liqligi, asosiy belgilari va uchrovchi darajasi haqida umumiy ma'lumot berilgan:

ISSN 3030-3907

1-Jadval

Turi	Zararlangan miya sohasi	Asosiy belgilari	Uchrash chastotasi
Ikki tomonlama gemiplegiya	Miyaning jiddiy shikastlanishi	Qo‘l va oyoq funksiyalari deyarli butunlay yo‘qolgan, barcha pay reflekslari juda yuqori, mushak tonusi buzilgan. Nutq butunlay yo‘q.	Homila ichidagi davrda yuzaga keladi
Spastik diplegiya	Harakat markazlari	Bolalar serebral falajining eng keng tarqalgan shakli bo‘lib, bunda aqliy zaiflik kuzatiladi.	Eng keng tar-qalgan turi (barcha holatlarning 40-80%)
Gemiparetik shakl	Harakat markazlari	Kasallikning bu shakli bir tomonlama qo‘l va oyoqning shikastlanishi bilan tavsiflanadi.	BSFning keng tarqalgan shakl-laridan biri
Giperkinetik shaklning sababi bo‘lib, bunda ham uchraydi. Prognoz nuqtai nazaridan, bu o‘qish va ijtimoiy moslashuv uchun ancha qulay shakldir.	Mushak tonusi va nutq funksiya-sining buzilishi	Tananing faqat bir tomoni yoki har ikki tomoni (ikki tomonlama gemi-plegiya) shaklida qo‘l-oyoqlar va tana mushaklarida qattiq taranglik kuzatiladi. Bu BSFning eng og‘ir turi hisoblanadi.	Yangi tug‘ilgan chaqaloqlarning kasalliklari
Atonik-astatik shakl	Miyacha (serebellum)	Mushaklar kuch-sizligi (atoniya),	Bolaning muvo-zanati va hara-

ISSN 3030-3907

		muvozanatni saq-lash qiyinlishuvi (ataksiya), tez-tez yiqilish, qo‘l-larning titrashi (tremor)	katlar muvofiqligi buziladi

Tayanch harakati tizimida sezilarli darajadagi nuqsonlar mavjud [2]. Bolalarda zararlanish turiga qarab, psixik holat yoki harakat faolligi, yoki ikkalasi birgalikda buzilgan bo‘lishi mumkin.

BSP kasalligida ko‘pincha tayanch harakati tizimidagi qo‘shimcha deformatsiyalar kuzatiladi. Bularga valgus deformatsiyasi, spastiklik (mushaklarning tirishishi), to‘piq bo‘g‘imining kontrakturasi va oyoq parezlari (falaji) kiradi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Butun kompleksni hisobga olgan holda, buyumning qattiqlik darajasi va qattiqlik topografiyasi (joylashuvi) aniqlanadi. BSP bilan og‘rigan bolalar uchun poyabzalning maxsus qattiq detallariga quyidagilar kiradi:

Qattiq tumshuq osti detali - ortopedik poyabzal ustki qismining oraliq detali bo‘lib, poyabzal tumshuq sohasida joylashgan. U odatiy tumshuq osti detalining shakli jihatidan farq qiladi, bu og‘riqli joylar yoki oyoq barmoqlarining yo‘qligini hisobga oladi. Uzun, kalta va o‘roqsimon tumshuq osti detallaridan foydalaniladi.

Qattiq gulchin (zadnik) - bu ortopedik poyabzal uchun oraliq yoki tashqi detal bo‘lib, poyabzalning tovon va taglik (gelonok) qismida joylashgan.

Qattiq tumshuq osti detali (podnosok) - ortopedik poyabzal uchun oraliq detal bo‘lib, u poyabzal ustining panja qismida joylashgan. Oddiy tumshuq osti detali oyoqda og‘riqli joylar mavjudligi yoki barmoqlarning yo‘qligini hisobga oluvchi shakli bilan farqlanadi. Uzaytirilgan, qisqartirilgan va yarim oy shaklidagi tumshuq osti detallari qo‘llaniladi.

Qattiq betlik (ustki qism) - ortopedik poyabzal uchun oraliq detal bo‘lib, poyabzalning barmoq-dastak (nosochno-puchkovaya) qismida joylashgan.

Qattiq dastak (yonlik) - oraliq detal bo‘lib, poyabzalning taglik (gelonochnaya) qismida joylashgan va qattiq soyuzkaning qanoti shakliga ega.

Qattiq tilcha (yazichok) - ortopedik botinka uchun oraliq detal bo‘lib, oldingi qism (berts) ostida joylashgan.

Qattiq berets (qo‘nj) - taglik va tovon qismlarida qattiqlikni oshiruvchi maxsus detal. Shakliga ko‘ra bir tomonlama, ikki tomonlama, aylanma va orqa turlarga bo‘linadi.

Oyoq pronatsiyasi (ichki tomonga qiyshayishi) holatida tashqi tomondan bir tomonlama qattiq qo‘njli (berts) ortopedik botinkalar tayinlash talab etiladi,

ISSN 3030-3907

supinatsiyada (tashqi tomonga qiyshayishi) esa - ichki tomondan. Ikkala holatda ham poshnaning chiqarilishi (olib tashlanishi) amalga oshiriladi va ichki qatlamlararo qatlam mos ravishda supinator yoki pronator bilan to‘ldirilishi kerak.

Tovon bo‘g‘imida qattiq osilib qolish yoki haddan tashqari harakatchanlik mavjud bo‘lganda, ikki tomonlama yoki aylanma qattiq qo‘njli (berts) botinkalar tavsiya etiladi. Aylanma qattiq qo‘nj (berts) ishonchli mahkamlash bilan bir qatorda, dumalashni (odimlash paytida oyoqni yumaloqlab bosishni) amalga oshirish uchun zarur bo‘lgan ma'lum bir oldingi tayanchni ham yaratadi.

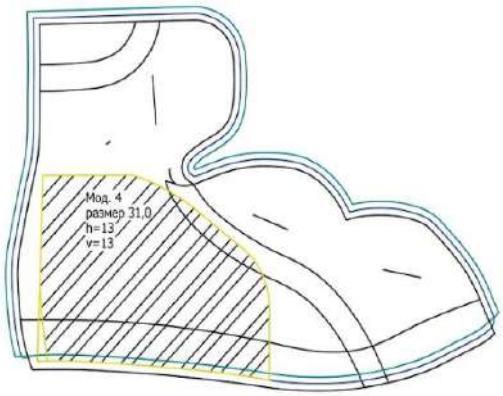
Loyihalash uchun dastlabki ma'lumotlar bo‘lib kolodkaning parametrlari, shakli va o‘lchamlari hisoblanadi, ular bolalar oyog‘ining individual parametrlariga bog‘liq. Poyabzal go‘njli (bertsoviy) kolodkalarda tayyorlanadi (ГОСТ Р 53800-2010 «Ortopedik poyabzal kolodkalari. Umumiy texnik talablar»). Kolodkaning yuqori qismi – pastki boldir qismini taqlid qiluvchi trubadir [3]. Kolodka iste'molchi oyog‘ining individual parametrlariga mos ravishda to‘g‘rilanadi (pripravka qilinadi). To‘g‘rilash (pripravka) namat (kigiz) qoplamalar yordamida amalga oshiriladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Aniqlanishicha, ortopedik poyabzalni oyoqqa mahkamlash usullari orasida: birinchi o‘rinda bog‘ichlar (shnurki), ikkinchi o‘rinda toqalar (pryajki), uchinchi o‘rinda "velkro" lentalari qo‘llaniladi.

Konstruksiya ular ishlab chiqariladigan oraliq material bilan bog‘liq bo‘lib, o‘ziga xos xususiyatlarga ega. Ortopedik ishlab chiqarishda qattiq detallar uchun eng ko‘p talab qilinadigan material polimer hisoblanadi, chunki u shikastlangan oyoq-qo‘lning individual xususiyatlariga qarab fazoviy parametrlarni shakllantirish imkonini beradi [4].

Oyoqni poyabzal ichki fazosida mahkamlashning qattiqlik bilan bog‘liq 4 asosiy darajasi mavjud. 1-rasmda baland qattiq orqachali (zadnik) konstruksiya chizmasi taqdim etilgan. Poyabzalning ushbu konstruksiyasi pastki ekstremitalardagi kichik nuqsonlarda tayinlanadi. Rasmda shtrixlov (aylanib chizish) bilan polimer materiallar hisobiga yaratilgan yuqori qattiqlikdagi qism belgilangan.

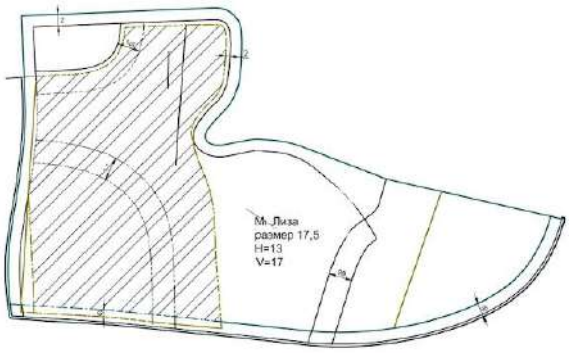
ISSN 3030-3907



1-rasm. To‘piq bo‘g‘imining kichik (yengil) darajadagi mahkamlanishiga ega bo‘lgan poyabzal konstruksiyasi.

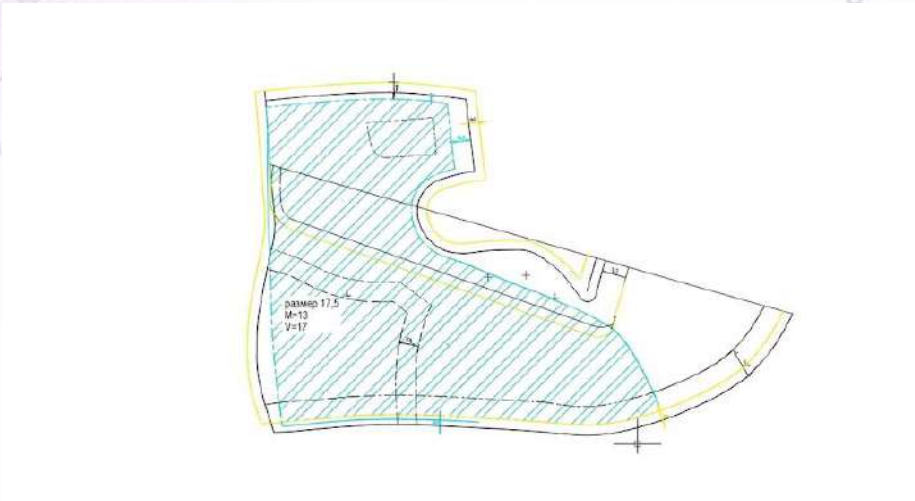
Ushbu konstruksiyada tavsiya etiladigan mahkamlash usullari toqalar (pryajki), "velkro" lentalari yoki bog‘ichlardir (shnurki). 2-rasmda taqdim etilgan modelda qattiq detallar sifatida baland qattiq qo‘nj (berts) qo‘llanilgan. Oyoqni mahkamlash darajasi sezilarli darajada oshirilgan. Oyoqqa mahkamlashning tavsiya etiladigan usullari toqalar va bog‘ichlardir.

3-rasmda taqdim etilgan modelda qattiq detallar baland qattiq qo‘nj (berts) va qattiq yonlikdan (bochok) iborat. Poyabzalning ushbu konstruksiyasi pastki ekstremitalarda jiddiy deformatsiyalari bo‘lgan bolalar uchun mo‘ljallangan. Polimer materiallardan tayyorlangan taglik (gelonochnaya) qismidagi uzaytirilgan qismlarning mavjudligi oyoqni poyabzal ichki fazosida mahkamlashni sezilarli darajada oshiradi, bu ayniqsa oyoqning valgusi va ekino-varusi hamda oyoq old qismining adduksiyasi (ichga qiyshayishi) kabi nuqsonlarda muhimdir. Oyoqqa mahkamlashning tavsiya etiladigan usullari toqalar va bog‘ichlardir. Ushbu konstruksiyalarda "velkro" lentalari bilan mahkamlashdan yaxshisi saqlanish kerak.



2-rasm. To‘piq bo‘g‘imining normal darajadagi mahkamlanishiga ega bo‘lgan poyabzal konstruksiyasi.

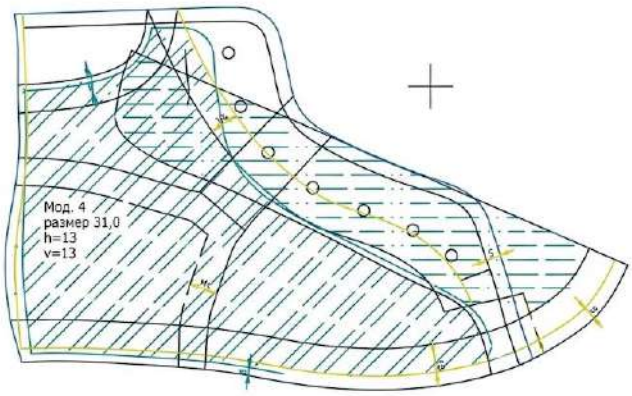
ISSN 3030-3907



3-rasm. To‘piq bo‘g‘imining sezilarli (kuchli) darajadagi mahkamlanishiga ega bo‘lgan poyabzal konstruksiyasi.

Pastki ekstremitalarda jiddiy nuqsonlar mavjud bo‘lganda, to‘piq bo‘g‘imini maksimal darajada mahkamlash tavsiya etiladi. Bunday hollarda, to‘piq bo‘g‘imi sohasida uzaytirilgan qattiq qo‘njlardan (berts) tashqari, poyabzalning ustki qismi (soyuzka) va tilchasi (yazichok) sohasida termoplastik materiallar ham qo‘llaniladi (4-rasm). Bunda poyabzalda oyoqni maksimal darajada mahkamlashga erishiladi.

Yuqorida ko‘rsatilgan qattiq detallarga ega bo‘lgan konstruksiyada bog‘ichlar (shnurki) yoki bog‘ichlarni "velkro" lentalari bilan birgalikda qo‘llash tavsiya etiladi.



4-rasm. To‘piq bo‘g‘imining maksimal darajadagi mahkamlanishiga ega bo‘lgan poyabzal konstruksiyasi.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Polimer materiallarni qo‘llagan holda ishlab chiqilgan konstruksiyalar oyoqni poyabzal ichki fazosida mahkamlash darajasini sezilarli darajada oshirish, shuningdek, tayyor poyabzal og‘irligini kamaytirish va uning estetik xususiyatlarini yaxshilash imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Семенова К.А. Детские церебральные параличи. – М.: Медицина, 1968г.
2. Семенова К.А. Восстановительное лечение у детей с перинатальными поражениями нервной системы и ДЦП. – М.: Антидор, 2007. – 263 с.
3. Musayev S.S. Yakka buyurtmalar bo‘yicha poyabzal tayyorlash texnologiyasi. B.:Durdona, 2020y.
5. Бекк Н.В., Клюева И.В., Тихонова Н.В. Подгоночные колодки в структуре технологической подготовки ортопедического производства.// Вестник Казанского технологического университета.- Казань: КНИТУ, № 1, 2013, с.243-245.
6. Мусаев С.С., Самиева Г.О. Термические исследования свойств обувных подошвенных композиций. “Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности”. Ивановский Государственный Политехнический Институт. 2023 год №4(406), 236-243 с.
7. Musaev S.S., Samieva G.O. Optimization of values of technological parameters for obtaining thermoplastic polymer composition for bottom shoes. Leather and Footwear Journal. Revista de pielarie incaltaminte. Bucharest: 2021. Volume 21. No. 4. P. 247-256.

ISSN 3030-3907

MAHALLIY XOMASHYOLARDAN TAYYORLANGAN ARZON VA YUQORI SAMARALI ADSORBENTLAR ASOSIDA O‘SIMLIK MOYLARINI OQARTIRISH TEXNOLOGIYASINI YANADA TAKOMILLASHTIRISH.

Hafizov Ulug‘bek Usmonovich
Buxoro davlat texnika universiteti doktoranti
Xodjiyev Shuhrat Mahmudovich
Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti

Annotatsiya. Mazkur maqolada mahalliy xomashyolardan tayyorlangan arzon va yuqori samarali adsorbentlar asosida o‘simlik moylarini oqartirish texnologiyasini takomillashtirish masalalari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. O‘simlik moylarini rafinatsiya qilish jarayonida oqartirish bosqichi mahsulotning rangi, tiniqligi, oksidlanishga chidamliligi va iste’mol sifati uchun muhim texnologik jarayon hisoblanadi. Tadqiqot mavzusi doirasida bentonit, kaolin, alumosilikatli gillar, faol ko‘mir hamda qishloq xo‘jaligi chiqindilari asosida olinadigan biosorbentlarning adsorbsion xususiyatlari, ularni faollashtirish usullari va moy tarkibidagi rang beruvchi moddalarni kamaytirishdagi samaradorligi yoritiladi.

Kalit so‘zla: o‘simlik moylari, oqartirish texnologiyasi, adsorbent, mahalliy xomashyo, bentonit, kaolin, faollashtirilgan gil, biosorbent, rafinatsiya, adsorbsiya, oziq-ovqat sanoati, ekologik texnologiya.

Аннотация. В данной статье научно анализируются вопросы совершенствования технологии отбеливания растительных масел на основе дешевых и высокоэффективных адсорбентов, полученных из местного сырья. В процессе рафинации растительных масел стадия отбеливания является важным технологическим этапом, определяющим цвет, прозрачность, окислительную стабильность и потребительские свойства готовой продукции. В рамках рассматриваемой темы освещаются адсорбционные свойства бентонита, каолина, алюмосиликатных глин, активированного угля, а также биосорбентов, получаемых из сельскохозяйственных отходов.

Ключевые слова: растительные масла, технология отбеливания, адсорбент, местное сырье, бентонит, каолин, активированная глина, биосорбент, рафинация, адсорбция, пищевая промышленность, экологическая технология.

Abstract. This article provides a scientific analysis of improving the technology of vegetable oil bleaching using low-cost and highly efficient adsorbents produced from local raw materials. In the refining process of vegetable oils, the bleaching stage is an important technological step that determines the color, clarity, oxidative stability and consumer quality of the final product. Within the scope of the study,

ISSN 3030-3907

the adsorption properties of bentonite, kaolin, aluminosilicate clays, activated carbon and biosorbents derived from agricultural waste are discussed.

Keywords: vegetable oils, bleaching technology, adsorbent, local raw materials, bentonite, kaolin, activated clay, biosorbent, refining, adsorption, food industry, environmental technology.

KIRISH.

O‘simlik moylarini qayta ishlash texnologiyasida rafinatsiya jarayoni mahsulotning iste’molga yaroqliligi, tashqi ko‘rinishi, saqlanish barqarorligi va oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlovchi muhim bosqichlardan biri hisoblanadi. Paxta, kungaboqar, soya, raps, maxsar va boshqa o‘simlik moylari tarkibida triglitseridlar bilan bir qatorda fosfolipidlar, erkin yog‘ kislotalari, mumsimon moddalar, metall ionlari, oksidlanish mahsulotlari, karotinoidlar, xlorofill va boshqa rang beruvchi birikmalar uchraydi. Ushbu qo‘shimcha komponentlarning ma’lum qismi moyning rangini to‘qlashtiradi, saqlanish muddatini qisqartiradi hamda keyingi texnologik bosqichlarda noxush ta’m va hid hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi [1]. Shu bois moylarni oqartirish jarayoni faqat kosmetik maqsadda rangni yaxshilash emas, balki mahsulotning oksidlanishga chidamliligi va sifat ko‘rsatkichlarini oshirishga qaratilgan kompleks texnologik bosqich sifatida baholanadi. Zamonaviy manbalarda oqartirish bosqichi moy tarkibidan xlorofill, qoldiq sovun, fosfolipidlar, iz metallari va oksidlanish mahsulotlarini kamaytirishi ta’kidlanadi.

Adabiyotlarda o‘simlik moylarini oqartirish asosan adsorbsion jarayon sifatida talqin qilinadi. Bunda moy ma’lum haroratda, vakuum yoki inert muhit sharoitida adsorbent bilan aralashtiriladi, so‘ngra ishlatilgan adsorbent filtrlash orqali ajratib olinadi. Jarayon samaradorligi adsorbentning mineralogik tarkibi, g‘ovaklik darajasi, solishtirma yuzasi, kislotalilik yoki ishqoriylik xususiyati, namligi, zarracha o‘lchami, adsorbent miqdori, kontakt vaqti, harorat hamda aralashtirish intensivligiga bog‘liq. AOCS materiallarida ham oqartirish oddiy aralashtirish va filtrlashdan iboratdek ko‘rinsa-da, uning kimyoviy-fizik mexanizmi ko‘p omilli murakkab jarayon ekani qayd etilgan. Demak, adsorbent tanlash bilan bir qatorda texnologik rejimlarni optimallashtirish ham yuqori sifatli mahsulot olishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Oqartirish sanoatida eng keng qo‘llanadigan adsorbentlar qatoriga tabiiy va faollashtirilgan bentonitlar, montmorillonitli gillar, kaolin, sepiolit, attapulgit, silikagel, aktivlangan ko‘mir hamda ularning kompozit aralashmalari kiradi. Ayniqsa bentonit asosidagi oqartiruvchi gillar oziq-ovqat moylari sanoatida keng ishlatiladi, chunki ular nisbatan arzon, tabiiy manbadan olinadi va kislota yoki termik ishlov berish orqali yuqori sorbsion faollikka ega bo‘lishi mumkin [2]. Hussin va hammualliflar tomonidan bajarilgan sharh ishida gilli minerallarning o‘simlik moylarini tozalashda keng qo‘llanishi ularning mahalliy mavjudligi,

ISSN 3030-3907

arzonligi va samaradorligi bilan izohlanadi; mualliflar adsorbent samaradorligida tekstura, sirt kimyosi va faollashtirish usullarining muhim rolini alohida ta’kidlaydilar.

Bentonitlarning oqartirishdagi samaradorligi ularning montmorillonit miqdori, qatlamli tuzilishi, almashinuvchan kationlari va sirt faol markazlari bilan belgilanadi. Tabiiy bentonitlar ayrim holatlarda yetarli darajada faol bo‘lmagani sababli ular kislota, ishqor, tuzlar, organik modifikatorlar, termik ishlov yoki pillaring usullari orqali modifikatsiya qilinadi [3]. Kislota bilan faollashtirishda bentonit tarkibidagi Al, Fe, Mg kabi oktaedrik kationlarning bir qismi yuvilib chiqadi, g‘ovaklik ortadi, solishtirma sirt maydoni kengayadi va moy tarkibidagi pigment hamda qutbli aralashmalarni yutish qobiliyati oshadi. Shu bilan birga, kislota konsentratsiyasi haddan tashqari yuqori bo‘lsa, gil skeleti ortiqcha yemirilishi, filtrlanish qiyinlashishi va moy yo‘qotilishi ko‘payishi mumkin. Shuning uchun faollashtirish sharoitlarini ilmiy asosda tanlash zarur.

Didi va hammualliflar kolza moyini oqartirish uchun Jazoir bentonitini kislota bilan faollashtirish sharoitlarini optimallashtirgan va 3^3 faktorli tajriba dizayni yordamida kislota konsentratsiyasi, kontakt vaqti hamda haroratning oqartirish samaradorligiga ta’sirini baholagan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, maqbul sharoitda olingan faollashtirilgan bentonit kolza moyini oqartirishda samarali adsorbent sifatida namoyon bo‘lgan [4]. Ushbu tadqiqotdan kelib chiqadigan asosiy xulosa shuki, har bir mahalliy bentonit koni uchun universal faollashtirish rejimi mavjud emas; xomashyoning mineralogik va kimyoviy tarkibidan kelib chiqib, alohida optimallashtirish zarur.

Paxta moyi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar ham bentonitlarning strukturaviy xususiyatlari bilan oqartirish samaradorligi o‘rtasida bevosita bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatadi. Foletto, Volzone va Porto tomonidan o‘tkazilgan ishda xlorid kislota konsentratsiyasi va bentonitning dastlabki mineralogik tarkibi paxta moyini tiniqlashtirish jarayoniga sezilarli ta’sir ko‘rsatgani aniqlangan [5]. Mualliflar ayrim hollarda smektit miqdori yuqori bo‘lmagan namunalar ham kislota ishlovi natijasida yaxshi natija berishi mumkinligini qayd etganlar; bu esa oqartirish faolligi faqat smektit ulushi bilan emas, balki oktaedrik qatlamlarning qayta tuzilishi va sirt faol markazlarining shakllanishi bilan ham bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Kungaboqar moyini oqartirishda ham kislota bilan faollashtirilgan bentonitlarning samaradorligi keng o‘rganilgan. Foletto va hammualliflar Mendoza hududidan olingan ikki xil mineralogik tarkibli bentonitni H_2SO_4 eritmalari bilan faollashtirib, ularning kungaboqar moyini oqartirish qobiliyatini sanoatda qo‘llanadigan tijorat adsorbenti bilan taqqoslaganlar [6]. Tadqiqotda oqartirish samaradorligi kislota konsentratsiyasiga kuchli bog‘liq bo‘lib, ayrim

ISSN 3030-3907

faollashtirilgan namunalar tijorat oqartiruvchi gili bilan taqqoslanadigan natija ko‘rsatgani aniqlangan. Bu ma’lumotlar mahalliy xomashyo asosida import o‘rnini bosuvchi adsorbentlar ishlab chiqish imkoniyati mavjudligini tasdiqlaydi.

Oqartirish jarayonida adsorbentning faqat rang beruvchi pigmentlarni yutish qobiliyati emas, balki moyning oksidlanish barqarorligiga ta’siri ham muhimdir. Adsorbent pigmentlar bilan birga peroksidlar, ikkilamchi oksidlanish mahsulotlari va metall ionlarini kamaytirishi mumkin, biroq haddan tashqari faol sirt yoki noto‘g‘ri tanlangan sharoitlar tokoferollar kabi biologik faol moddalarning kamayishiga ham olib kelishi ehtimoli bor. Shu sababli zamonaviy tadqiqotlarda oqartirish samaradorligi odatda Lovibond rangi, karotinoid va xlorofill miqdori, kislota soni, peroksid soni, fosfor qoldig‘i, metall ionlari, yog‘ning adsorbentda ushlanib qolishi va oksidlanish barqarorligi kabi ko‘rsatkichlar orqali kompleks baholanadi [7]. Škevin va hammualliflar soya moyini oqartirish parametrlarini optimallashtirishda harorat, kontakt vaqti va adsorbent miqdori oksidlanish barqarorligi hamda bioaktiv komponentlar saqlanishiga ta’sir qilishini ko‘rsatganlar.

Mahalliy xomashyolardan arzon adsorbentlar olish masalasi O‘zbekiston sharoitida ayniqsa dolzarbdir. O‘zbekiston hududida bentonit, kaolin va boshqa alumosilikatli xomashyolar zaxiralari mavjud bo‘lib, ularni oziq-ovqat moylarini rafinatsiya qilishda qo‘llash import adsorbentlarga qaramlikni kamaytirishi, mahsulot tannarxini pasaytirishi hamda mahalliy sanoat uchun qo‘shimcha qiymat yaratishi mumkin. Ismoilova va hammualliflar O‘zbekiston bentonitlari asosida o‘simlik moylarini oqartirish uchun gilli adsorbentlar olish imkoniyatini tadqiq qilganlar; ular Krantau va Askamar bentonitlarini faollashtirishdan so‘ng adsorbsion xususiyatlar dastlabki holatga nisbatan sezilarli ortganini qayd etganlar [8]. Mazkur tadqiqotda mahalliy bentonitlar asosida olingan adsorbentlar mikrog‘ovak va mezog‘ovak xususiyatlarga ega bo‘lishi, bu esa moydagi qutbli va rang beruvchi moddalarning adsorbsiyasi uchun muhim ekanligi ko‘rsatilgan.

Navbahor koni bentonitlari bo‘yicha bajarilgan tadqiqotlar ham mahalliy xomashyo istiqbolini tasdiqlaydi. Boyjanov va hammualliflar Navbahor ishqoriy bentonitining paxta moyini oqartirishdagi adsorbsion xususiyatlarini o‘rganib, ishqoriy bentonitni 190–200 °C atrofida termik faollashtirish va 2 soatlik ishlov berish maqbul sharoit sifatida ko‘rsatilganini qayd etganlar; paxta moyini oqartirish uchun esa 85 °C harorat va 30 daqiqalik jarayon vaqti optimal sharoit sifatida belgilangan [9]. Bu natijalar mahalliy bentonitning faqat kimyoviy emas, balki termik faollashtirish orqali ham texnologik qiymatini oshirish mumkinligini ko‘rsatadi.

Krantov koni bentonitlari asosida olib borilgan tadqiqotlarda ham kislota bilan faollashtirilgan gilli adsorbentlarning o‘simlik moylarini tozalashda amaliy

ISSN 3030-3907

qo‘llanishi mumkinligi ko‘rsatilgan. Sherko‘ziyeva, Nazirova va Salikxanova tomonidan e’lon qilingan ishda mahalliy Krantov bentonitidan olingan adsorbent maxsar moyi rang intensivligini, kislota sonini va peroksid sonini kamaytirishda samarali bo‘lgani qayd etilgan [10]. Manbada adsorbent qo‘llangandan keyin moyning oksidlanish barqarorligi 150 kun davomida GOST talablariga mos kelgani ko‘rsatilgan. Bu natijalar mahalliy adsorbentlar asosida nafaqat oqartirish, balki mahsulotni uzoqroq saqlashga yo‘naltirilgan texnologiyani takomillashtirish imkonini beradi.

So‘nggi yillarda adabiyotlarda faqat mineral xomashyo emas, balki qishloq xo‘jaligi va oziq-ovqat sanoati chiqindilaridan olingan biosorbentlar ham o‘simlik moylarini oqartirishda qo‘llanmoqda. Guruch qobig‘i, yong‘oq po‘chog‘i, tuxum po‘chog‘i, kokos qobig‘i, pista va boshqa lignotsellyulozali chiqindilar piroliz, kuydirish, kislota yoki ishqor bilan ishlov berish, karbonizatsiya va aktivatsiya orqali g‘ovak adsorbentlarga aylantiriladi. Bunday yondashuvning ustunligi shundaki, xomashyo arzon, mahalliy va qayta tiklanuvchi bo‘lib, chiqindilarni qayta ishlash orqali ekologik yuk kamayadi. Shu bilan birga, biosorbentlarning kimyoviy tarkibi bir xil bo‘lmagani sababli ularni standartlashtirish, oziq-ovqat xavfsizligi talablariga mosligini tekshirish va sanoat filtrlash bosqichiga moslashtirish zarur.

Tuxum po‘chog‘i asosidagi adsorbentlar bo‘yicha Abdi, Gharachorloo va Ghavami tomonidan bajarilgan tadqiqotda 2% tuxum po‘chog‘i kukuni soya moyidagi karotinoidlar va xlorofill miqdorini sezilarli kamaytirgani, shuningdek peroksid qiymati, erkin yog‘ kislotalari va yog‘ ushlanishi ko‘rsatkichlariga ham ta’sir ko‘rsatgani aniqlangan [11]. Yong‘oq po‘chog‘i kuli bilan bajarilgan tadqiqotlarda esa 2% yong‘oq po‘chog‘i kuli soya moyida karotinoidlar va xlorofillni mos ravishda 37,46% va 33,4% gacha kamaytirgani, adsorbentda yog‘ ushlanishi tijorat oqartiruvchi gilga nisbatan pastroq bo‘lgani ko‘rsatilgan [12]. Bu ma’lumotlar chiqindi biomassa asosidagi adsorbentlarning mustaqil yoki kompozit tarkibda qo‘llanishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Biroq mineral va biosorbent adsorbentlarni bir-biriga qarama-qarshi qo‘yish to‘g‘ri emas. Amaliy jihatdan eng maqbul yondashuv ularning kompozit tizimlarini ishlab chiqishdir. Masalan, faollashtirilgan bentonit pigmentlar va fosfolipidlarni yaxshi adsorbsiya qilsa, aktivlangan ko‘mir oksidlanish mahsulotlari va ayrim hid beruvchi moddalarni yutishda samarali bo‘lishi mumkin. Silikagel yoki guruch qobig‘i asosidagi kremniyli adsorbentlar esa sovun qoldiqlari, fosforli birikmalar va qutbli aralashmalarni kamaytirishda foydali bo‘lishi mumkin. Shu bois mahalliy xomashyolardan tayyorlangan adsorbentlarni yuqori samarador tizimga aylantirishda “bentonit + biomassa kuli”, “bentonit + aktivlangan ko‘mir”, “kaolin

ISSN 3030-3907

+ kremniyli adsorbent”, “mahalliy gil + organik modifikator” kabi kompozitsiyalarni o‘rganish ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

O‘simlik moylarini oqartirish texnologiyasini takomillashtirishda adsorbent miqdori eng muhim texnologik parametrlar qatoriga kiradi. Adsorbent miqdorining oshishi rang beruvchi moddalarning ko‘proq yutilishiga yordam beradi, biroq ortiqcha adsorbent yog‘ning ko‘proq ushlanib qolishiga, filtrlash tezligining kamayishiga va ishlab chiqarish tannarxining ortishiga olib keladi. Shu sababli samaradorlikni faqat rang pasayishi bilan emas, balki “oqartirish darajasi — yog‘ yo‘qotilishi — filtrlanish tezligi — oksidlanish barqarorligi — adsorbent narxi” mezonlari asosida baholash lozim. Ilmiy adabiyotlarda optimal adsorbent miqdori moy turi, dastlabki rang ko‘rsatkichi, fosfor miqdori, xlorofill va karotinoidlar darajasi hamda adsorbentning faolligi bilan bog‘liq ekani qayd etiladi [7].

Jarayon harorati ham ikki tomonlama ta’sirga ega. Harorat ortishi moyning qovushqoqligini kamaytiradi, diffuziyani tezlashtiradi va adsorbsion muvozanatga erishishni osonlashtiradi. Biroq haddan tashqari yuqori harorat oksidlanish jarayonlarini kuchaytirishi, tokoferollar parchalanishi va noxush yon reaksiyalarni jadallashtirishi mumkin. Shu sababli ko‘plab tadqiqotlarda 80–110 °C oralig‘i o‘simlik moylarini oqartirish uchun amaliy jihatdan maqbul diapazon sifatida ko‘riladi, lekin aniq harorat moy turi va adsorbentning tabiati bo‘yicha aniqlanadi. Navbahor bentoniti bo‘yicha ishda paxta moyi uchun 85 °C va 30 daqiqa sharoiti optimal deb ko‘rsatilgani mahalliy xomashyo asosidagi tadqiqotlarda individual texnologik rejim zarurligini tasdiqlaydi [9].

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, mahalliy xomashyolardan adsorbent tayyorlashda faqat oqartirish natijasini emas, balki adsorbentning oziq-ovqat sanoatida xavfsiz qo‘llanishini ham baholash kerak. Mineral adsorbentlarda og‘ir metallar, erkin mineral kislota qoldiqlari, suvda eruvchan tuzlar va mayda dispers zarrachalar nazorat qilinishi zarur. Biosorbentlarda esa kul tarkibi, eruvchan mineral komponentlar, mikrobiologik xavfsizlik, organik qoldiqlar va hid beruvchi moddalar darajasi tekshirilishi lozim. Shuning uchun yangi adsorbentlar uchun XRD, FTIR, SEM, BET, termogravimetrik tahlil, pH, namlik, kation almashinuv sig‘imi, zarracha o‘lchami, filtrlanish tezligi va yog‘ ushlanishi kabi fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar majmuaviy aniqlanishi kerak.

Ishlatilgan oqartiruvchi adsorbentlar — spent bleaching earth — masalasi ham ekologik va iqtisodiy jihatdan dolzarbdir. Adabiyotlarda SBE o‘simlik moyi sanoatida hosil bo‘ladigan muhim qattiq chiqindi sifatida baholanadi; u tarkibida qolgan moy tez oksidlanishi, hatto o‘z-o‘zidan qizish va yong‘in xavfini yuzaga keltirishi mumkin [13]. Abdelbasir va hammualliflar SBE ni poligonlarga tashlash ekologik jihatdan noqulay va iqtisodiy jihatdan samarasiz ekanini, uni biodizel, yoqilg‘i briketlari, bioo‘g‘it, oqova suvlarni tozalash sorbenti yoki qurilish

ISSN 3030-3907

materiallari ishlab chiqarishda qayta ishlash mumkinligini ko‘rsatganlar. Demak, mahalliy adsorbent texnologiyasini ishlab chiqishda ishlatilgan adsorbentni qayta ishlash yoki xavfsiz utilizatsiya qilish bosqichi ham loyiha tarkibiga kiritilishi lozim.

Mavjud ilmiy adabiyotlarni umumlashtirish mahalliy xomashyo asosida arzon va yuqori samarali adsorbentlar olish yo‘nalishida bir nechta muhim ilmiy vazifalarni ko‘rsatadi. Birinchidan, O‘zbekiston bentonitlari, kaolinlari, kremniyli chiqindilari va qishloq xo‘jaligi qoldiqlarining fizik-kimyoviy xususiyatlari tizimli taqqoslanishi kerak. Ikkinchidan, har bir xomashyo turi uchun faollashtirish usuli — kislota, termik, ishqoriy, tuzli yoki kompozit modifikatsiya — ilmiy asosda tanlanishi lozim. Uchinchidan, adsorbent samaradorligi faqat laboratoriya darajasida rang o‘zgarishi orqali emas, balki sanoatga yaqin sharoitda filtrlanish, yog‘ ushlanishi, oksidlanish barqarorligi va iqtisodiy ko‘rsatkichlar bilan baholanishi zarur. To‘rtinchidan, ishlab chiqilgan adsorbentlarning oziq-ovqat xavfsizligi, ekologik xavfsizligi va qayta ishlash imkoniyatlari kompleks baholanishi kerak.

Xulosa qilib aytganda, o‘simlik moylarini oqartirish texnologiyasini takomillashtirishda mahalliy xomashyolardan tayyorlangan adsorbentlar muhim ilmiy-amaliy zaxira hisoblanadi. Bentonite asosidagi faollashtirilgan gillar hozirgi kungacha eng samarali va sanoatga yaqin adsorbentlar bo‘lib qolmoqda. Shu bilan birga, qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan olingan biosorbentlar va ularning mineral adsorbentlar bilan kompozitsiyalari tannarxni pasaytirish, import o‘rnini bosish va ekologik barqarorlikni oshirish imkonini beradi. Ilmiy adabiyotlarda mahalliy bentonitlarning paxta, kungaboqar, maxsar va boshqa moylarni oqartirishda ijobiy natijalari qayd etilgan bo‘lsa-da, ularning sanoat miqyosida qo‘llanishi uchun adsorbent tarkibi, faollashtirish rejimi, oqartirish sharoiti, filtrlanish xususiyati va ishlatilgan adsorbent utilizatsiyasi bo‘yicha yanada chuqur tadqiqotlar talab etiladi. Shu jihatdan mazkur mavzu oziq-ovqat sanoati, kimyoviy texnologiya va ekologik xavfsizlik kesishmasida dolzarb ilmiy yo‘nalish sifatida baholanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Gharby S. Refining Vegetable Oils: Chemical and Physical Refining // The Scientific World Journal. — 2022. — Article ID 6627013. DOI: 10.1155/2022/6627013.
2. Berbesi R. Optimization of Bleaching Process // AOCS Lipid Library / AOCS Resource. — 2026.
3. Hussin F., Aroua M.K., Daud W.M.A.W. Textural characteristics, surface chemistry and activation of bleaching earth: A review // Chemical Engineering Journal. — 2011. — Vol. 170, No. 1. — P. 90–106. DOI: 10.1016/j.cej.2011.03.065.

ISSN 3030-3907

4. Didi M.A., Makhoukhi B., Azzouz A., Villemin D. Colza oil bleaching through optimized acid activation of bentonite: A comparative study // Applied Clay Science. — 2009. — Vol. 42, No. 3–4. — P. 336–344. DOI: 10.1016/j.clay.2008.03.014.
5. Foletto E.L., Volzone C., Porto L.M. Clarification of cottonseed oil: How structural properties of treated bentonites by acid affect bleaching efficiency // Latin American Applied Research. — 2006. — Vol. 36. — P. 37–40.
6. Foletto E.L., Colazzo G.C., Volzone C., Porto L.M. Sunflower oil bleaching by adsorption onto acid-activated bentonite // Brazilian Journal of Chemical Engineering. — 2011. — Vol. 28, No. 1. — P. 169–174. DOI: 10.1590/S0104-66322011000100018.
7. Škevin D., Domijan T., Kraljić K., Gajdoš J., Neđeral S., Obranović M. Optimization of bleaching parameters for soybean oil // Food Technology and Biotechnology. — 2012. — Vol. 50, No. 2. — P. 199–207.
8. Ismoilova M.A., Salixanova D.S., Sadullaeva M.S., Ruzmetova D.T., Agzamova F.N. Obtaining clay adsorbents for bleaching vegetable oil based on bentonites of Uzbekistan // Theoretical & Applied Science. — 2021. — Vol. 101, No. 9. — P. 780–786. DOI: 10.15863/TAS.2021.09.101.112.
9. Boyjanov N., Boyjanov I., Khamidova M., Serkayev Q. Studying adsorption characteristics of “Navbahor” alkaline bentonite in bleaching cotton oil // Universum: Technical Sciences. — 2023. — No. 6(111). DOI: 10.32743/UniTech.2023.111.6.15618.
10. Sherko‘ziyeva Sh., Nazirova R., Salikxanova D.S. Purification of vegetable oil using clay adsorbents in adsorption processes // Web of Scientist: International Scientific Research Journal. — 2025. — Vol. 6, No. 1.
11. Abdi E., Gharachorloo M., Ghavami M. Investigation of using egg shell powder for bleaching of soybean oil // LWT — Food Science and Technology. — 2021. — Vol. 140. — Article 110859. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.110859.
12. Sepehr Z.F., Gharachorloo M., Yousefi Sh. Investigation of soybean oil bleaching by using walnut shell // Journal of Nuts. — 2020. — Vol. 11, No. 2. — P. 169–177.
13. Abdelbasir S.M., Shehab A.I., Abdel Khalek M.A. Spent bleaching earth; recycling and utilization techniques: A review // Resources, Conservation & Recycling Advances. — 2023. — Vol. 17. — Article 200124. DOI: 10.1016/j.rcradv.2022.200124.
14. Kaynak G., Ersoz M., Kara H. Investigation of the properties of oil at the bleaching unit of an oil refinery // Journal of Colloid and Interface Science. — 2004. — Vol. 280. — P. 131–138.

15. Topkafa M., Ayyildiz H.F., Kara H. Role of different bleaching earths for sunflower oil in a pilot plant bleaching system // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. — 2013. — Vol. 63, No. 3. — P. 147–154.

ISSN 3030-3907

UDK: 582.736.3:581.9:581.4

ASTRAGALUS CAMPYLORRHYNCHUS O‘SIMLIGINING TARQALISHI VA BOTANIK TAVSIFI

D.D.G‘ulomjonov
QDU 3-kurs tayanch doktoranti.
ORCID 0009-0003-7680-6297
D.R.Tojiboyev
QDU Kimyo va ekologiya kafedrasi o‘qituvchisi (PhD)
ORCID 0009-0005-28 3-7940
V.U.Xo‘jayev
QDU Kimyo va ekologiya kafedrasi professori.
ORCID 0009-0001-9922-3989

Annotatsiya. *Astragalus* L. (Fabaceae) turkumi Eron–Turon floristik mintaqasida keng tarqalgan va taksonomik jihatdan murakkab guruh hisoblanadi. Markaziy Osiyoda uchraydigan ayrim turlar, jumladan *Astragalus campylorrhynchus* Fisch. & C.A. Mey., ning tarqalishi va biologik xususiyatlari yetarli darajada o‘rganilmagan. Ushbu tadqiqot O‘zbekiston hududida o‘tkazilgan dala kuzatuvlari va floristik manbalar asosida ushbu turning tarqalishi, morfologik va ekologik xususiyatlarini aniqlashga qaratilgan. Natijalarga ko‘ra, *A. campylorrhynchus* tog‘oldi hududlarda keng tarqalgan bir yillik, shoxlangan poyali, binafsha rang gulli va cho‘ziq dukkakli o‘simlik bo‘lib, lyoss va toshloq tuproqlarda o‘sadi hamda erta bahorda gullab-mevalaydi. Olingan ma’lumotlar turning keyingi fitokimyoviy va biologik tadqiqotlari uchun ilmiy asos yaratadi.

Kalit so‘zlar: *Astragalus*, Fabaceae, morfologiya, ekologiya, hayotiy shakl.

Аннотация. Род *Astragalus* L. (Fabaceae) широко распространён в Ирано–Туранском флористическом регионе и относится к таксономически сложным группам растений. Некоторые виды, произрастающие в Центральной Азии, в том числе *Astragalus campylorrhynchus* Fisch. & C.A. Mey., остаются недостаточно изученными с точки зрения распространения и биологических особенностей. Настоящее исследование направлено на изучение распространения, морфологических и экологических характеристик данного вида на основе полевых наблюдений, проведённых на территории Узбекистана, и анализа флористических источников. Установлено, что *A. campylorrhynchus* широко распространён в предгорных районах и представляет собой однолетнее растение с разветвлённым стеблем, фиолетовыми цветками и удлинёнными бобами, произрастающее на лёссовых и каменистых почвах и характеризующееся ранневесенним цветением и плодоношением. Полученные данные создают научную основу

для дальнейших фитохимических и биологических исследований данного вида.

Ключевые слова: *Astragalus*, Fabaceae, морфология, экология, жизненная форма.

Abstract. The genus *Astragalus* L. (Fabaceae) is widely distributed in the Irano–Turanian floristic region and represents a taxonomically complex group. Some species occurring in Central Asia, including *Astragalus campylorrhynchus* Fisch. & C.A. Mey., remain insufficiently studied in terms of their distribution and biological characteristics. This study aims to investigate the distribution, morphological, and ecological features of this species based on field surveys conducted in Uzbekistan and an analysis of floristic sources. The results indicate that *A. campylorrhynchus* is widely distributed in foothill areas and is an annual plant with branched stems, purple flowers, and elongated pods, growing on loess and stony soils and characterized by early spring flowering and fruiting. The obtained data provide a scientific basis for further phytochemical and biological studies of this species.

Keywords: *Astragalus*, Fabaceae, morphology, ecology, life form.

KIRISH.

Fabaceae (Dukkakdoshlar) oilasiga mansub **Astragalus L.** turkumi turlar soni va morfologik xilma-xilligi bo‘yicha Fabaceae oilasida yetakchi o‘rinni egallaydi. Hozirgi vaqtda Astragalus turkumiga mansub 3000–3095 ga yaqin tur fanga ma’lum bo‘lib, ular Avstraliya qit’asidan tashqari barcha qit’alarda tabiiy holda tarqalgan [1–3]. Bunday keng tarqalish va yuqori polimorfizm turkum vakillarining turli ekologik sharoitlarga moslashganligini ko‘rsatadi.

Astragalus turkumining eng yirik xilma-xillik markazlaridan biri **Yevrosiyo materigi**, xususan Markaziy Osiyo hisoblanadi. Ushbu mintaqa turkum vakillari uchun nafaqat evolyutsion markaz, balki endemizm darajasi yuqori bo‘lgan hudud sifatida ham alohida ahamiyatga ega. Markaziy Osiyo florasida Astragalus turkumiga mansub dastlab 592 tur qayd etilgan bo‘lsa, keyingi floristika va taksonomik tadqiqotlar natijasida ularning soni 600 dan ortiq ekanligi aniqlangan [9,10]. Bu holat hududning floristik boyligi va turkum vakillarining ekologik moslashuvchanligini yaqqol namoyon etadi.

O‘zbekiston florasi ham Astragalus turkumining muhim areallaridan biri hisoblanadi. A.I. Vvedenskiy tomonidan “O‘zbekiston florasi” asarida 239 tur qayd etilgan bo‘lsa [6], keyingi tadqiqotlar natijasida ularning soni 268 taga yetganligi aniqlangan [7]. Shuningdek, qo‘shni hududlar — Qirg‘iziston, Ozarbayjon va Hindiston floralarida ham Astragalus turkumining o‘nlab va yuzlab turlari mavjud bo‘lib, bu turkumning butun Yevrosiyo bo‘ylab keng tarqalganligini tasdiqlaydi [4,5,8].

ISSN 3030-3907

Astragalus turkumiga mansub o‘simliklarning ayrim turlari yem-xashak ekini sifatida yetishtiriladi, ayrimlaridan esa farmatsevtika, oziq-ovqat va texnik sohalarda keng qo‘llaniladigan biologik faol moddalar olinadi [12,13]. Xususan, tragakant yelimi olinadigan Astragalus turlari tibbiyot va sanoatda muhim xomashyo manbai hisoblanadi. Bundan tashqari, ayrim turlar tarkibida flavonoidlar, saponinlar, mikroelementlar va boshqa biologik faol birikmalar mavjudligi ularning farmakologik salohiyatini belgilaydi [13].

So‘nggi yillarda Astragalus turkumiga mansub alohida turlarning morfologik, anatomik, ekologik va kimyoviy xususiyatlarini kompleks o‘rganishga bo‘lgan qiziqish ortib bormoqda. Biroq turkumning juda katta turlar soniga qaramay, Markaziy Osiyo hududida o‘suvchi ayrim turlar, jumladan *Astragalus campylorrhynchus* Fisch. & C.A. Mey., hali yetarli darajada kompleks tadqiq etilmagan. Ushbu tur 1835-yilda fan uchun tavsiflangan bo‘lib [14], Eron–Turon floristik rayoniga mansub bo‘lgan tog‘ va tog‘oldi hududlarida tarqalgan (1-rasm)[15].



1-rasm. *Astragalus campylorrhynchus* ning umumiy tarqalishi (POWO,2025)

Astragalus campylorrhynchus O‘rta Osiyoning tog‘oldi va past tog‘ mintaqalarida uchrab, o‘ziga xos morfologik belgilari va ekologik moslashuv xususiyatlari bilan ajralib turadi. Mazkur tur respublikaning bir qator viloyatlarida tarqalgan bo‘lib, bahorgi yem-xashak o‘simligi sifatida chorvachilikda ma’lum darajada ahamiyatga ega [16]. Shunga qaramay, ushbu turning tarqalishi, botanik tavsifi va ekologik xususiyatlari bo‘yicha mavjud ma’lumotlar asosan floristika manbalari bilan cheklanib qolgan bo‘lib, ularni zamonaviy ilmiy yondashuvlar asosida tizimli ravishda umumlashtirish dolzarb hisoblanadi.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi ***Astragalus campylorrhynchus* Fisch. & C.A. Mey.** ning tarqalishi, botanik-morfologik xususiyatlari va ekologik jihatlarini ishonchli floristika va taksonomik manbalar asosida yoritishdan iborat.

Astragalus turkumining yuqori taksonomik murakkabligi va polimorfizmi ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan qayd etilgan bo‘lib, bu holat turkum ichida sektsiyalar va tur darajasida aniqlashni murakkablashtiradi [18,19]. Ayniqsa, Markaziy Osiyo hududida tarqalgan Astragalus turlarida ekologik sharoitlarga

ISSN 3030-3907

bog‘liq morfologik plastiklik kuchli namoyon bo‘lib, bu ularni kompleks morfologik va geografik yondashuv asosida o‘rganishni talab etadi [20].

So‘nggi yillarda molekulyar-filogeniya usullarining qo‘llanilishi Astragalus turkumining evolyutsion tarixini aniqlashtirishga xizmat qilmoqda. Biroq Markaziy Osiyoda o‘suvchi ko‘plab turlar, jumladan ***Astragalus campylorrhynchus***, hali molekulyar darajada yetarli o‘rganilmagan bo‘lib, ularning an’anaviy morfologik tavsifi dolzarbligicha qolmoqda [21].

MATERIAL VA USULLAR

Tadqiqot obyekti

Mazkur tadqiqot obyekti sifatida ***Astragalus campylorrhynchus*** **Fisch. & C.A. Mey.** turi tanlab olindi. Ushbu tur Fabaceae oilasi va Astragalus L. turkumiga mansub bo‘lib, Eron–Turon floristik rayoniga xos bo‘lgan o‘simlik turlaridan biri hisoblanadi. Tadqiqot doirasida turning tarqalishi, botanik-morfologik belgilari hamda ekologik xususiyatlari o‘rganildi.

O‘simlik namunalarini yig‘ish

Astragalus campylorrhynchusning dala namunalarini yig‘ish ishlari **2025-yil aprel oyida** O‘zbekiston Respublikasi Namangan viloyati hududida, xususan **“Orzu” vokzali bekati atrofi**da amalga oshirildi. Namuna olish ishlari o‘simlikning gullash davriga to‘g‘ri kelib, bu turning morfologik belgilarini to‘liq aniqlash imkonini berdi. O‘simliklar tabiiy populyatsiyadan selektiv usulda, vegetatsiya holati yaxshi saqlangan namunalar orasidan tanlab olindi (2-rasm).



2-rasm. *Astragalus campylorrhynchus*ning gerbariy uchun olingan namunasi (chapda), kimyoviy tahlil uchun tayyorlash jarayoni (o‘ngda) (D.G‘ulomjonov. 2025)

Yig‘ish jarayonida o‘simliklarning yer ustki qismi, gullari va mevalari to‘liq saqlangan holda olinib, dala sharoitida vaqtincha presslanib, keyinchalik laboratoriya sharoitida gerbariy uchun tayyorlandi. Har bir namuna bo‘yicha yig‘ilgan sana, hudud nomi va ekologik sharoitlar qayd etildi.

Gerbariy namunalarini tayyorlash va saqlash

Yig‘ilgan o‘simlik namunalari klassik gerbariylash usullari asosida quritilib, press ostida standart formatga keltirildi. Tayyorlangan gerbariy namunalariga

ISSN 3030-3907

tegishli yorliqlar rasmiylashtirilib, ular **Qo‘qon davlat universiteti Biologiya kafedrasi gerbariy fondida (KD)** saqlash uchun topshirildi (3-rasm). Gerbariy fondida ushbu turning bir nechta namunasi saqlanib, ular kelgusida floristika, taksonomiya va kimyoviy tadqiqotlar uchun manba bo‘lib xizmat qiladi.



3-rasm. *Astragalus campylorrhynchus*ning Qo‘qon davlat universiteti Biologiya kafedrasi gerbariy fondida saqlanayotgan namunasi (KD000247)

Turning identifikatsiyasi

Astragalus campylorrhynchus turining aniqlanishi va tasdiqlanishi **klassik floristika va taksonomik manbalar** asosida amalga oshirildi. Identifikatsiya jarayonida turli adabiyotlardan foydalanildi [2; 6; 16; 9; 11; 14]:

Turning aniqlanishida vegetativ va generativ organlarning morfologik belgilari, xususan barglarning tuzilishi, bargchalar soni va shakli, gul to‘pgulining tipi, kosacha va gultojibarglarning o‘lchami hamda dukkak mevasining morfologiyasi asosiy diagnostik belgi sifatida baholandi.

Ekologik xususiyatlarini aniqlash

Astragalus campylorrhynchus ning ekologik xususiyatlari dala kuzatuvlari asosida aniqlanib, o‘simlik o‘sadigan biotoplar tavsiflandi. Biotoplar tuproq turi (lyossimon, toshli), relef shakli (tog‘oldi, past tog‘), o‘simlik qoplami (efemeroid, kserofit va cho‘l o‘simliklari) bo‘yicha tasniflandi. Shuningdek, turning fenologik holati, gullash va mevalash davrlari kuzatildi.

ISSN 3030-3907

Ma’lumotlarni tahlil qilish

Olingan morfologik va ekologik ma’lumotlar floristika va taksonomik adabiyotlar bilan taqqoslandi hamda umumlashtirildi. Tadqiqot natijalari ***Astragalus campylorrhynchus*** ning tarqalishi va botanik xususiyatlarini aniqlashtirishga xizmat qiluvchi ilmiy ma’lumotlar sifatida baholandi.

Astragalus campylorrhynchusning **tarqalishi**

O‘zbekiston hududida ***A.campylorrhynchus*** Andijon, Namangan, Farg‘ona, Toshkent, Samarqand, Qashqadaryo, Surxondaryo va Buxoro viloyatlari hamda Qoraqalpog‘iston Respublikasi hududlarida qayd etilgan. Dala kuzatuvlari ushbu turning, ayniqsa, Farg‘ona vodiysi va unga tutash tog‘oldi hududlarida kengroq tarqalganligini tasdiqladi. Namangan viloyatining “Orzu” vokzali atrofi hududidan yig‘ilgan namunalar turning tabiiy populyatsiyalarining yaxshi saqlanganligini ko‘rsatdi.

Arealning bunday tuzilishi turning iqlim omillariga, xususan bahorgi namlik va yozgi qurg‘oqchilikka moslashganligini bildiradi. Bu xususiyat Astragalus turkumiga mansub ko‘plab turlar uchun xos bo‘lib, ularning Markaziy Osiyo sharoitida keng tarqalishiga imkon yaratadi.

Astragalus campylorrhynchus ning Eron–Turon floristik rayonida tarqalishi ushbu hududning qurg‘oqchil iqlimi va tog‘oldi relyefi bilan chambarchas bog‘liq. Tadqiqotchilar Eron–Turon mintaqasini Astragalus turkumining ikkilamchi diversifikatsiya markazlaridan biri sifatida baholaydilar [22]. Mazkur turning tog‘oldi zonalarida barqaror populyatsiyalar hosil qilishi uni antropogen ta’sirga nisbatan chidamli turlar qatoriga kiritish imkonini beradi [23].

Botanik-morfologik tavsifi

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, ***Astragalus campylorrhynchus*** bir yillik o‘t o‘simlik bo‘lib, balandligi 2–30 sm gacha yetadi. Poyasi to‘g‘ri, ko‘pincha ostidan shoxlangan, kam hollarda siyrak tukli yoki butunlay tuksiz. Bu belgi turning ochiq va quyosh nuri yaxshi tushadigan hududlarda o‘sishga moslashganligini ko‘rsatadi.

Barglari toq-patsimon, uzunligi 3–10 sm, bargchalari 4–6 juft bo‘lib, chiziqsimon yoki deyarli bigizsimon shaklda. Bargchalarning ustki qismi asosan tuksiz, pastki tomoni esa juda siyrak egilgan tuklar bilan qoplangan. Barg tuzilishining bunday shakli suv bug‘lanishini kamaytirishga xizmat qiluvchi moslashuv sifatida baholanishi mumkin.

Gullari mayda, deyarli o‘troq holda joylashgan bo‘lib, odatda bittadan yoki 2 -4 tadan qisqa rasemoz to‘pgullarda uchraydi. Kosachasi 3,5–5 mm uzunlikda, mayda egilgan tuklar bilan qoplangan. Gultojibarglari binafsharang bo‘lib, bayrog‘i 6,5 -9 mm uzunlikda, cho‘zinchoq-rombsimon va o‘yilgan shaklda. Qanot va qayiqcha gultojibarglarining nisbati turning diagnostik belgilaridan biri hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Mevasi - dukkak, cho‘zilgan, deyarli to‘g‘ri yoki uchki qismi biroz egilgan, uzunligi 3,5 - 5 sm. Dukkakning kam tukli yoki tuksiz bo‘lishi turning boshqa yaqin turlaridan farqlanishida muhim ahamiyatga ega. Ushbu morfologik belgilar Vvedenskiy va boshqa floristika manbalarida keltirilgan tavsiflar bilan to‘liq mos keladi.

Ekologik xususiyatlari

Astragalus campylorrhynchus asosan **lyossimon va toshli tuproqlarga ega bo‘lgan tog‘oldi va past tog‘ mintaqalarda** o‘sadi. U efemeroid va efemeroid-shuvoqli kserofit o‘simliklar qoplamida, shuningdek boshoqli-cho‘l va cho‘l o‘simliklar qoplamida uchraydi. Bunday biotoplar suv ta’minoti cheklangan, ammo bahorgi davrda namlik nisbatan yuqori bo‘lgan hududlar hisoblanadi.

Fenologik kuzatuvlarga ko‘ra, turning gullash davri aprel–may oylariga, mevalash davri esa may–iyun oylariga to‘g‘ri keladi. Vegetatsiya davrining qisqa bo‘lishi va erta bahorda rivojlanishi turning iqlim sharoitlariga moslashuvchanligini aks ettiradi. Bu xususiyat Astragalus turkumining ko‘plab efemeroid turlari uchun umumiy bo‘lib, ular yozgi qurg‘oqchilik boshlanishidan oldin hayot siklini yakunlaydi.

Efemeroid rivojlanish *Astragalus campylorrhynchus* ning qurg‘oqchil sharoitda omon qolish mexanizmlaridan biri hisoblanadi. Bunday strategiya bahorgi qisqa vegetatsiya davrida generativ organlarni tez shakllantirish va yozgi stress omillaridan qochish imkonini beradi [24]. Bu xususiyat turkumning boshqa efemeroid vakillari bilan ekologik jihatdan yaqinligini ko‘rsatadi [25].

Olingan ma’lumotlar kelgusida turning kimyoviy tarkibini, biologik faolligini va amaliy ahamiyatini chuqurroq o‘rganishga ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

So‘nggi farmakognozik tadqiqotlarda Astragalus turkumiga mansub bir qator turlarning antioksidant, yallig‘lanishga qarshi va adaptogen xususiyatlari aniqlangan [26,27]. Shu nuqtayi nazardan, ***Astragalus campylorrhynchus***ning kimyoviy tarkibini o‘rganish nafaqat ilmiy, balki amaliy ahamiyatga ham ega bo‘lishi mumkin. Ayniqsa, flavonoidlar va saponinlar tarkibi bo‘yicha tadqiqotlar istiqbolli yo‘nalish sifatida baholanadi [28].

XULOSA.

Floristik-taksonomik manbalar va dala kuzatuvlari asosida *Astragalus campylorrhynchus* Fisch. & C.A. Mey. ning tarqalishi, morfologik va ekologik xususiyatlari aniqlashtirildi. Tadqiqot natijalari ushbu turning Eron–Turon floristik mintaqasiga mansubligini hamda O‘zbekistonning asosan tog‘oldi va past tog‘ hududlarida tarqalganligini tasdiqladi. Tur bir yillik, shoxlangan poyali, chiziqsimon yoki bigizsimon bargchali, binafsharang gulli va cho‘ziq dukkak mevali o‘simlik bo‘lib, bu belgilar uning diagnostik ahamiyatini belgilaydi.

ISSN 3030-3907

Ekologik jihatdan *A. campylorrhynchus* lyossimon va toshloq tuproqlarda, kserofit va efemeroid o‘simliklar qoplamida o‘sib, erta bahorgi gullash va mevalanish orqali qurg‘oqchil sharoitlarga moslashgan. Olingan natijalar turning keyingi fitokimyoviy va biologik tadqiqotlari uchun ilmiy asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Podlech, D., & Zarre, S. (2013). A taxonomic revision of the genus Astragalus L. (Leguminosae) in the Old World (Vol. 1). Wien: Naturhistorisches Museum Wien, 1–822.
2. Plants of the World Online (POWO). (2025). Astragalus L. Royal Botanic Gardens, Kew. Retrieved December 11, 2025, from https://powo.science.kew.org/
3. Chaudhary, L. B., Rana, T. S., & Anand, K. K. (2008). Current status of the systematics of Astragalus L. (Fabaceae) with special reference to the Himalayan species in India. Taiwania, 53(4), 338–355.
4. Chaudhary, L. B., Anand, K. K., & Srivastava, R. K. (2007). Taxonomic study of endemic species of Astragalus L. (Fabaceae) of India. Taiwania, 52(3), 216–237.
5. Tofig, M., Gadirova, N., & Sh., A. (2022). Study of rare and endangered species of the genus Astragalus L. in the natural flora of Azerbaijan. Byulleten’ nauki i praktiki, 8(5), 59–66.
6. Vvedenskiy, A. I. (Ed.). (1955). Flora Uzbekistana (Vol. 3, pp. 474–674). Tashkent.
7. Khasanov, F. (2019). Red Book of the Republic of Uzbekistan. Plants. Tashkent: Chinor ENK.
8. Mamatkulov, O., Kolanov, O., Attokurov, K., & Erkebaeva, Z. (2025). Distribution of species of the genus Astragalus L. in Kyrgyzstan by habitat type. Research in Ecology, 7(3), 212–223.
9. Abdullaeva, M. N., Kamelin, R. V., Kovalevskaya, S. S., et al. (1981). Astragalus L. In Opredelitel’ rasteniy Sredney Azii (Vol. 6, pp. 70–281). Tashkent: Fan.
10. Tojibaev, K. Sh., Beshko, N. Yu., Azimova, D. E., & Turginov, O. T. (2015). Distribution features of species from sections Macrocystis, Laguropsis and Chaetodon of the genus Astragalus L. in the Mountain Central Asian province. Turczaninowia, 18(2), 17–38.
11. Goncharov, N. F. (Ed.). (1946). Flora SSSR (Vol. 12, pp. 1–873). Leningrad: Izdatel’stvo AN SSSR.
12. Medvedev, P. F., & Smetannikova, A. I. (1981). Kormovye rasteniya evropeyskoy chasti SSSR. Leningrad: Kolos.
13. O‘zbekiston Milliy ensiklopediyasi. (2000). Astragalus (A harfi). Toshkent.
14. International Plant Names Index (IPNI). (2025). Astragalus campylorrhynchus Fisch. & C.A. Mey. Retrieved November 23, 2025, from https://www.ipni.org/

ISSN 3030-3907

15. Mamatkulov, O. I., Kolanov, O., & Erkebaeva, Zh. N. (2023). Anatomical and morphological features of leaf organs of some species of the genus Astragalus L. in ontogenesis. Byulleten' nauki i praktiki, 9(10), 23–34.
16. Vvedenskiy, A. I. (1955). Astragalus L. In Flora Uzbekistana (Vol. 3, pp. 474–674). Tashkent.
17. Zapadnyy Tyan'-Shan'. Kuraminskiy khrebet, okr. vokzal "Orzu". (2025, April 24). Turdiboev 56, 57, 58. Gerbariy Qo'qon davlat universiteti, Biologiya kafedrasi (KD).
18. Lock, J. M., & Simpson, K. (1991). Legumes of West Asia: A check-list. Kew Bulletin, 46(3), 543–569.
19. Wojciechowski, M. F., Lavin, M., & Sanderson, M. J. (2004). A phylogeny of legumes (Leguminosae) based on analyses of the plastid matK gene resolves many well-supported subclades. American Journal of Botany, 91(11), 1846–1862.
20. Zarre, S., & Podlech, D. (1997). Taxonomic revision of Astragalus sections in Iran. Iranian Journal of Botany, 7, 65–120.
21. Kazempour Osaloo, S., & Maassoumi, A. A. (2010). Molecular systematics of Astragalus L. (Fabaceae). Plant Systematics and Evolution, 286, 145–158.
22. Takhtajan, A. (1986). Floristic Regions of the World. Berkeley: University of California Press.
23. Tojibaev, K. Sh. (2012). Floristic diversity of the Central Asian mountains. Botanical Journal, 97(9), 1234–1246.
24. Walter, H. (1973). Vegetation of the Earth. Berlin: Springer.
25. Korovin, E. P. (1961). Plants of Central Asia and Southern Kazakhstan. Tashkent.
26. Liu, P., Zhao, H., & Luo, Y. (2017). Anti-inflammatory effects of Astragalus species. Journal of Ethnopharmacology, 206, 176–184.
27. Durazzo, A., et al. (2021). Astragalus membranaceus and Astragalus mongholicus: Chemistry, biological activity and pharmacological properties. Food Chemistry, 343, 128–138.
28. Yang, L. P., Shen, J. G., Xu, W. C., Li, J., & Jiang, J. Q. (2013). Secondary metabolites of the genus Astragalus: Structure and biological activity update. Chemistry & Biodiversity, 10(6), 1004–1054.

ISSN 3030-3907

DETERMINATION OF OPTIMAL OPERATING CONDITIONS OF THE FRACTIONATION PROCESS AND MINIMIZATION OF ENERGY CONSUMPTION

B.Z. Ibragimov
Master's Student, Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan
R.O. Boboyorov
Professor, Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. This paper considers the problem of determining optimal operating modes of a distillation column in the natural gas fractionation process. The main technological parameters affecting process efficiency, including reflux ratio, operating pressure, temperature regime, and vapor flow rate, were analyzed. In order to minimize energy consumption, an objective function was formulated, and optimal parameters were determined using a mathematical optimization method. According to the calculation results, the optimal value of the reflux ratio was found to be 2.5, at which the energy consumption reaches its minimum value.

Keywords: fractionation, distillation column, optimization, reflux ratio, energy consumption, mathematical model.

Annotatsiya. Ushbu maqolada tabiiy gazni fraksiyalash jarayonida rektifikatsiya kolonnasining optimal ish rejimlarini aniqlash masalasi ko‘rib chiqilgan. Jarayon samaradorligiga ta’sir etuvchi asosiy texnologik parametrlar, jumladan, флегма soni (reflux ratio), ishchi bosim, harorat rejimi va bug‘ oqimi sarfi tahlil qilingan. Energiya sarfini minimallashtirish maqsadida maqsad funksiyasi shakllantirilib, matematik optimallashtirish usuli yordamida optimal parametrlar aniqlangan. Hisoblash natijalariga ko‘ra, флегма sonining optimal qiymati 2,5 ga teng ekanligi aniqlangan bo‘lib, ushbu qiymatda energiya sarfi minimal darajaga erishadi.

Kalit so‘zlar: fraksiyalash, rektifikatsiya kolonnasi, optimallashtirish, флегма soni, energiya sarfi, matematik model.

Аннотация. В данной статье рассматривается задача определения оптимальных режимов работы ректификационной колонны в процессе фракционирования природного газа. Проанализированы основные технологические параметры, влияющие на эффективность процесса, включая флегмовое число, рабочее давление, температурный режим и расход парового потока. С целью минимизации энергопотребления была сформулирована целевая функция, а оптимальные параметры определены с использованием метода математической оптимизации. Согласно результатам расчётов, оптимальное значение флегмового числа составляет 2,5, при котором энергопотребление достигает минимального значения.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: фракционирование, ректификационная колонна, оптимизация, флегмовое число, энергопотребление, математическая модель.

INTRODUCTION.

In natural gas processing, the fractionation stage plays a crucial technological role. During this process, hydrocarbon components of the gas mixture are separated according to their physicochemical properties, and the required products for subsequent technological operations are obtained. The efficiency of fractionation columns directly affects product quality, energy consumption, and production capacity.

Since the rational use of energy resources in industrial enterprises is becoming increasingly important, determining optimal operating conditions of distillation columns is considered one of the key scientific and practical tasks. Improper selection of process parameters may lead to increased energy consumption, reduced product quality, and decreased operational stability of the equipment.

The aim of this study is to analyze the main technological parameters of a distillation column and determine its optimal operating regime based on the minimization of energy consumption.

MATERIALS AND METHODS.

The research object was a distillation column designed for natural gas fractionation. The main parameters describing the process were selected as follows:

- reflux ratio (R);
- operating pressure (P);
- temperature regime (T).

One of the main control parameters of the column is the reflux ratio, which is determined by the following equation:

$$R = \frac{L}{D}$$

L—the amount of liquid returned to the column;

D—the distillate flow rate.

To evaluate energy consumption, the following objective function was adopted:

$$F(R) = (R - 2.5)^2 + 5$$

This function describes the effect of the reflux ratio on energy consumption and allows determination of the minimum point.

The following values were considered in the calculations:

Table 1.

R	F(R)
1.5	6.00

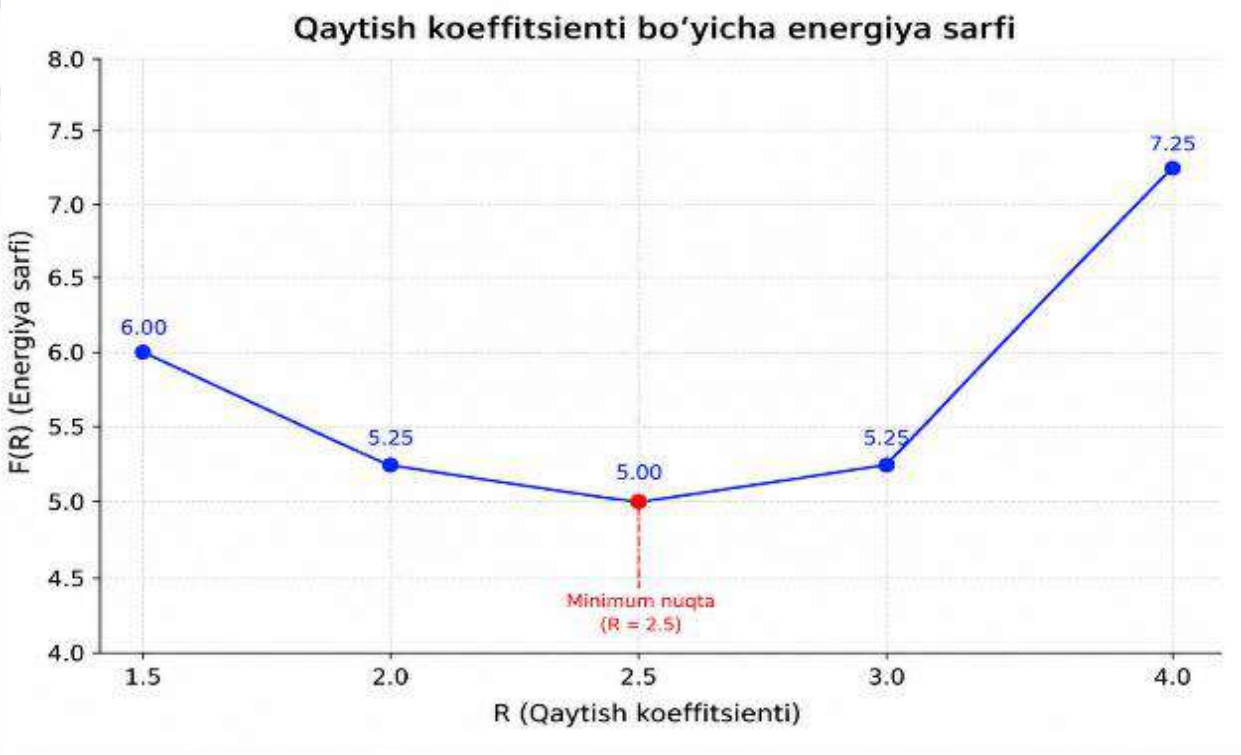
ISSN 3030-3907

2.0	5.25
2.5	5.00
3.0	5.25
4.0	7.25

The optimal value was determined using differential calculus methods.

RESULTS.

The calculation results demonstrated that energy consumption depends on the reflux ratio. Based on the obtained values, the energy consumption function was found to have a parabolic shape with a well-defined minimum point.



In order to identify the minimum point of the objective function, its first derivative was equated to zero:

$$\frac{dF}{dR} = 2(R - 2.5) = 0$$

As a result, the optimal value was found to be:

$$R = 2.5$$

Substituting this value into the objective function gives:

$$F(2.5) = 5$$

The calculation results showed that the energy consumption increases when the reflux ratio takes values either lower or higher than **2.5**. Therefore, **R = 2.5** can be considered the optimal reflux ratio, corresponding to the minimum energy consumption of the distillation column.

For instance, the energy consumption was calculated to be 5.25 units at reflux ratios of $R = 2.0$ and $R = 3.0$. However, when the reflux ratio increased to

ISSN 3030-3907

$R = 4.0$, the energy consumption rose to 7.25 units, indicating a significant increase in operating costs.

Based on the analysis, the following optimal parameters are recommended:

Table 2.

Parameter	Optimal Value
Reflux Ratio	2.5
Pressure	4–6 atm
Temperature Regime	Stable
Energy Consumption	Minimum

DISCUSSION.

The obtained results demonstrated that the efficiency of a distillation column is closely related to the reflux ratio. Although an increase in the reflux ratio improves product quality, it also leads to higher energy consumption. Therefore, determining an optimal operating point that simultaneously satisfies both economic and technological requirements is of great importance.

Pressure and temperature operating conditions also have a significant impact on fractionation efficiency. An increase in pressure raises the boiling temperature, resulting in a higher reboiler duty. Maintaining a stable temperature gradient throughout the column ensures effective separation of the components.

The proposed approach can be implemented as part of automatic control systems in industrial enterprises. Real-time determination of optimal operating parameters makes it possible to reduce energy consumption while maintaining consistent product quality.

CONCLUSION.

According to the research results, it was determined that the reflux ratio is a key control parameter in identifying the optimal operating mode of a distillation column. Based on the developed mathematical model, an energy consumption function was formulated and its minimum point was calculated.

The calculations showed that the optimal value of the reflux ratio is R = 2.5. At this value, energy consumption reaches its minimum level, ensuring both technologically and economically efficient operation of the column.

The obtained results can be applied in the optimization of fractionation processes and in the development of automatic control systems.

REFERENCES

1. Fogler, H. S. (2016). Elements of Chemical Reaction Engineering. Prentice Hall.
2. Busby, R. L. (Ed.). (2022). Natural Gas. Moscow: Olymp-Business Publishing House.

ISSN 3030-3907

3. Kidnay, A. J., Parrish, W. R., & McCartney, D. G. (2014). Fundamentals of Natural Gas Processing. CRC Press.
4. Boboyorov, R. O. (2023). Chemical Technological Process Control Systems. Tashkent: Ziyo Nashr-Matbaa Publishing.
5. Boboyorov, R. O. (2026). On the issue of automation of the alkylation process of benzene with propylene as one of the basic substances of petrochemistry. Journal of Food Science, 4(1), 115-118.
6. Boboyorov, R. O., & Ibragimov, B. (2026). Modeling of the natural gas fractionation process. Journal Development of Science, 2026(1).
8. Boboyorov, R. A., & Avezov, T. A. (2021). Modeling a tubular chemical reactor in the Matlab applied software package. Universum: Technical Sciences, 86(5), 80-83.
9. Boboyorov, R. A., & Ulmasbaev, A. S. (2021). The prospect of synergy of ultraviolet radiation with the coagulation method against pathogens. Universum: Technical Sciences, 86(5), 84- 86.
10. Babayarov, R. A. (1993). Intensification of the evaporation process of cottonseed oil miscella. Dissertation.
11. Boboyorov, R. A., & Ulmasbaev, A. S. (2021). Mathematical and computer modeling of the coagulation process during water purification. Universum: Technical Sciences, 87(6), 17-19.
12. Turakulov, Z., Kamolov, A., Eshbobaev, J., Turakulov, A., Norkobilov, A., & Boboyorov, R. (2023). Modeling and simulation of chemical absorption methods for CO2 separation from cement plant flue gases. Engineering Proceedings, 56(1), Article 142. https://doi.org/10.3390/ASEC2023-15352
13. Khusainov, R. R., Boboyorov, R. O., & Rashidova, D. G. (2026). Socio-economic issues of non-traditional and renewable energy sources in Uzbekistan. The Innovation Economy, 2(1). https://ojs.qmii.uz/index.php/ej/article/view/1080
14. Boboyorov, R. A., Usmanov, K. I., & Nuriev, J. I. (2024). Computer simulation of the dynamics of the evaporation process of vegetable oil solutions. Universum: Technical Sciences, 125(8), 17-20.
15. Babayarov, R. A., & Usmanov, K. I. (2022). Determination of the circulation velocity of a boiling solution of cottonseed oil. Universum: Technical Sciences, 97(4), 46-48.
16. Usmanov, K. I., Babayarov, R. A., Avezov, T. A., & Jabborov, A. O. (2020). Fuzzy control of non-linear dynamic objects. Universum: Technical Sciences, 74(5), 34-39.
17. Kohl, A. L., & Nielsen, R. B. (1997). Gas Purification (5th ed.). Houston: Gulf Publishing Company.

ISSN 3030-3907

18. Speight, J. G. (2007). Natural Gas: A Basic Handbook. Houston: Gulf Publishing Company.
19. Green, D. W., & Southard, M. Z. (Eds.). (2019). Perry's Chemical Engineers' Handbook (9th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
20. Gas Processors Suppliers Association. (2017). GPSA Engineering Data Book (14th ed.). Tulsa: GPSA.

ISSN 3030-3907

UDK 661.728.677.21.08

STUDY OF THE CHARACTERISTICS OF PAVLOVNIA TREE AND THE QUALITY INDICATORS OF THE OBTAINED CELLULOSE

Sayfutdinov R.S.
Tashkent chemical-technological institute
Mukhitdinov U.D.
Tashkent chemical-technological institute
0009-0007-3021-595X
E-mail: u.mukhitdinov@tkti.ru
Ziyodullayev K.I.
Tashkent chemical-technological institute

Annotation. In this article, some mechanical and physico-chemical indicators of paulownia wood are determined, cellulose is obtained by processing crushed fiber and its physico-chemical quality indicators are determined. Information is presented on the production of various paper products obtained from paulownia pulp and various products of high-quality cellulose ethers and esters.

Keywords: Properties of wood and paulownia, microscopic structure, wood fiber cells, cellulose, quality indicators.

Аннотация. В данной статье определены некоторые механические и физико-химические показатели древесины павловнии, получена целлюлоза путем переработки измельченного волокна и определены ее физико-химические показатели качества. Представлены сведения о производстве разных бумажных продукций полученной из павловной целлюлозы и разных изделий простых и сложных эфиров высококачественной целлюлозы.

Ключевые слова: Свойства древесины и павловнии, микроскопическое строение, клетки древесного волокна, целлюлоза, показатели качества.

Annotatsiya. Ushbu maqolada pavlovniya daraxtining mexanik va fizik-kimyoviy xususiyatlari aniqlanadi, maydalangan payraxalarni qayta ishlab va undan tsellyuloza olinadi hamda uning fizik-kimyoviy sifat ko‘rsatkichlari o‘rganildi. Pavlovniya sellyulozasidan olingan turli xil qog‘oz mahsulotlari va yuqori sifatli tsellyuloza oddiy va murakkab efirlarining turli xil mahsulotlarini ishlab chiqarish bo‘yicha ilmiy ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Pavlovniya yog‘ochining xususiyatlari, mikroskopik tuzilishi, yog‘och tolasining hujayralari, tsellyuloza, sifat ko‘rsatkichlari.

INTRODUCTION.

Currently, research is being conducted in our Republic aimed at studying the cellulose components and their properties obtained from paulownia trees, due to the re-production of alternative energy sources and wood-based products. Research

ISSN 3030-3907

is investigating the various methods used to extract cellulose from paulownia trees, including the study of the properties of the resulting cellulose [1-3].

The results of the conducted scientific research show that the quality of cellulose obtained from paulownia trees is higher than that obtained from other sources, in addition, paulownia plants are known to be used in pharmacology, cosmetology, animal husbandry, and are used for the production of wood cellulose. In another effort, our government is implementing various measures to support the cultivation of paulownia trees, including allocating land for plantations and leasing land to farmers and businesses for timber production. In addition, cultivation of paulownia trees is a profitable resource and efforts are underway to optimize cultivation through new innovative agro-technologies for their propagation [4-7].

Paulownia is a fast-growing tree with large leaves, about 70 cm in diameter, and flowers up to 6 cm in diameter, with a beautiful crown. The diameter of the tree is up to 1 meter. The average lifespan is up to 100 years. Depending on the growing environment, trees can reach a maximum of 25 meters and different heights [8].

Root system: superficial, long-rooted, without a distinct central root.

Undemanding to soil, it will grow in any dry soil with up to 2% lime, but it thrives best in deep, moderately moist, drained, fertile moist soil. Does not like drought and swamp.

Light tolerance: prefers sunny, open, well-lit places.

Frost resistance: very cold resistant, can withstand temperatures down to -28°C, and the buds freeze. It is sensitive to cold when it is young. It should be planted in places protected from winter winds.

Growth rate: grows very quickly, but slows down significantly in infertile soils. At 10 - 11 years old, depending on the species, it can reach 20 - 25 m.

Propagation: propagated by seeds and rhizomes.

Fruit: contains many seeds. It ripens in September-October. The seeds remain on the tree during the winter season and bear fruit at 5-6 years of age. One tree can produce up to 20 million seeds per year.

Weight: the average weight of paulownia wood is 208-282 kilograms per 1 cubic meter. Paulownia wood is almost four times lighter than oak at 850 kg per 1 cubic meter and half of pine wood at 482 kg per 1 cubic meter.

Strength: Paulownia has the highest strength-to-weight ratio of any wood species. Paulownia wood is resistant to load and deformation due to moisture.

Stability: Pavlonia wood takes at least 30 days to dry in the open air. The wood can be dried for 24 hours at high temperature in drying ovens until the moisture content in the wood reaches 10-12%. Wood raw materials have a relative shrinkage of 2.2% in drying and 4% in length [9-11].

ISSN 3030-3907

The trunk and flowering parts of the paulownia tree:



Figure 1. 3 and 5-year plantation of paulownia tree.

Macroscopic structure of paulownia tree: the bark is gray-brown, rather smooth, without cracks. The color of the wood is grayish yellow. The wood is straight-grained, straight fibers and texture with bright and expressive beautiful patterns of grains, shiny, light, odorless. The smoothness of the wood and the absence of knots indicate the quality of the wood material.

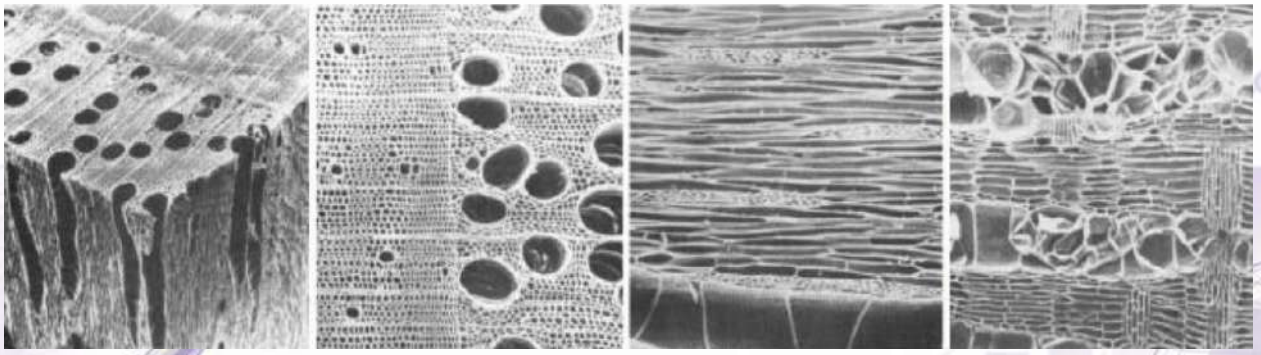
Microscopic structure:

1. Fibers: in cross-sectional holes, round or elliptical. The difference in fiber sizes and three to five perforations between early and late wood; with a maximum deviation of about ten times. The fibers are mostly single, sometimes circular, and the outer layer is smaller in size.

2. Nuclear rays are mostly homogeneous, sometimes heterogeneous, a few are spindle-shaped.

3. Parenchyma cells are well developed, there are tracheids, which are not found in all wood, hardwoods, for example, in oak, in the late layering zone throughout the year.

4. Wood fiber cells are present in growth rings at an early stage of development. Wood fibers are arranged in vertical rows, the cell wall is less than 3 microns thick, and the average length is 550-1700 microns.



1 **2** **3** **4**

Figure 2. Microscopic structure of paulownia wood.

ISSN 3030-3907

Due to its fast growth and large leaves, the paulownia tree absorbs a lot of CO_2 carbon dioxide and releases a lot of oxygen.

In the results of our study, the average value of the length of the fibers is 0.905 mm, the average fiber width is 34.59 μm, the average thickness is 26.80 μm, and the cell wall thickness is 3.89 μm.

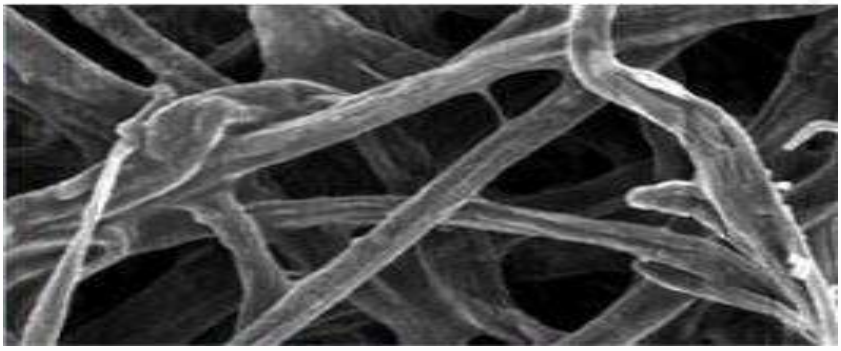


Figure 3. Microscopic structure of paulownia wood.

The coefficient of elasticity of paulownia fibers is included in the group of elastic fibers. The flexibility coefficient of paulownia fibers is 75.96%.

Cross section of paulownia under microscopic magnification:

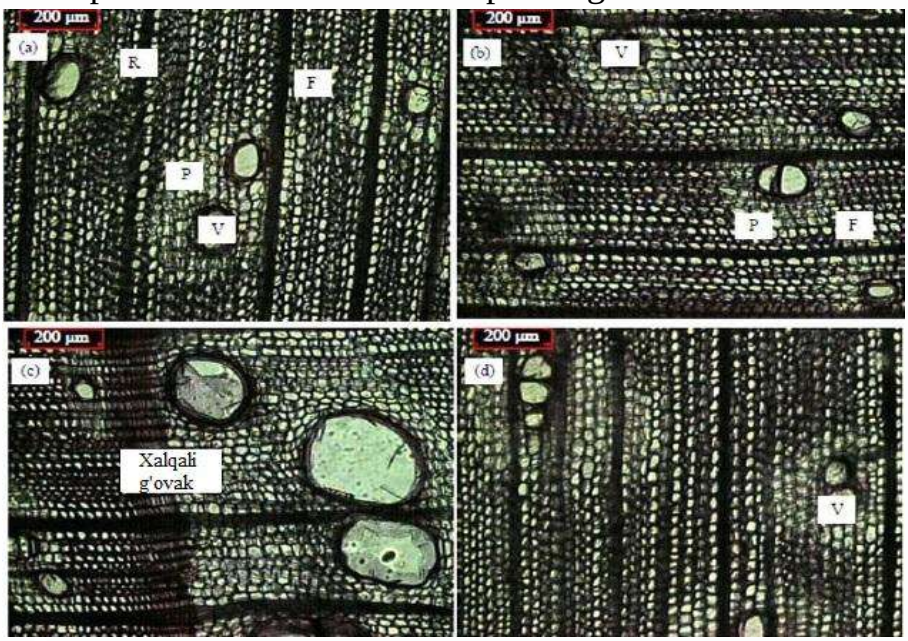


Figure 4. (a and b) - small pores, (c) - compression of fibers, (d) - several large pores, F: proteins, P: parenchyma, R: rays, V: vessels.

ISSN 3030-3907

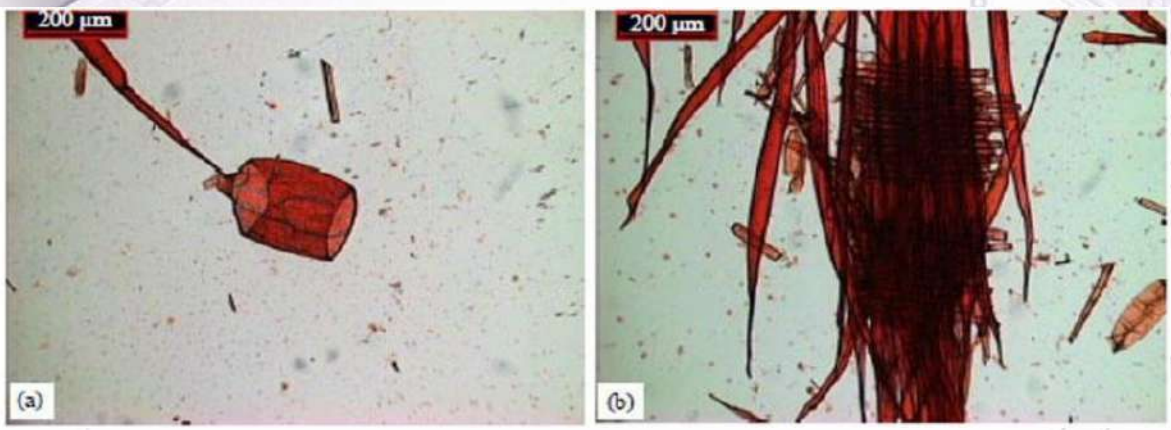


Figure 5. (a) – vessel sample maceration, (b) – radial section, F: fibers, R: rays.

Paulownia wood fibers are not as dense as other dense woods. As you can see in the picture above, the fiber morphology of paulownia wood is good. Paper is a good raw material for manufacturing products. Paulownia tree replaces 35-40-year-old pine with a girth of 50-60 cm and a height of 12-15 m.

Currently, in countries with developed cellulose industry, various researches are being conducted to reduce the participation of factors that cause various destructive conditions in the process of extracting cellulose from various plants containing natural polymers. Because the quality indicators of the obtained cellulose are required to be at a level that allows for its wide use in the future. Taking into account the above points, some simplifications were made in the process of obtaining cellulose from the perennial plant paulownia tree. The plant stem was first cut into small pieces and chemically processed under special laboratory conditions [4].

METHODICAL PART. Propagation of the paulownia plant is underway, it is a fast-growing tree that is used as a building material. In order to determine the suitability of the paulownia plant for chemical processing, individual parts (trunk, branches, roots, bark) were studied.

The results of the analysis of the components of paulownia (Table 1) show that the most valued component of wood - cellulose is present in the largest amount in the trunk of the tree and is 45.5%, while the least amount of cellulose is present in the bark (24.5%).

Table 1

The amount of cellulose and other components in the components of paulownia

№	Components	Body	Horns	Roots	Bark
1	Cellulose, %	45,5	37,2	39,1	24,5
2	Lignin, %	21,8	18,7	19,2	17,1
3	Ash content,%	1,71	1,53	1,71	4,6

ISSN 3030-3907

4	Moisture,%	18,3	18.5	18,2	17,5
5	Extractable substances,%	3,21	4,1	5,6	4,7

Table 1 shows that the branches and roots of paulownia can be used as secondary raw materials for chemical processing, as they contain up to 37.2 and 39.1%, respectively, that is, only 6-8% less cellulose than the body. will be available. Lignin, the second chemical component of paulownia, increases with decreasing cellulose content. 21.8, 18.7, 19.2 and 17.1% of lignin were found in the trunk, branches, roots and bark, respectively. It is desirable to use paulownia bark with the least amount of lignin to obtain fibrous semi-products. The remaining components are valuable secondary resources for chemical processing to extract cellulose.

From paulownia wood, cellulose is obtained by first hydrolysis and then alkali treatment. For the chemical treatment to be effective, the paulownia fiber is cut and crushed in 0.5-1 cm size. Then 100 g is taken out, put in a glass and 500 ml of water is poured into it. The mixture is boiled for 4 hours, extracted and filtered to separate the pulp. After the mass is separated from the liquid, it is hydrolyzed in a 3% nitric acid solution for 60 minutes, then it is washed to pH 6.5...8.5 and boiled with 5% sodium alkali to separate the pulp from lignin, polysaccharides and fatty substances. After washing the obtained cellulose to pH 9...9.5, it is bleached with hydrogen peroxide solution. Then the mass is washed and bleached cellulose is dried in a drying cabinet. In order to determine the optimal conditions for the extraction of cellulose from the paulownia fiber, it was cooked in 5% alkali for different times (table 2).

Table 2

Effect of pavlonia cooking time on cellulose content

Time, hours	Cellulose, %	Lignin, %	Polysaccharides, %	Ash content, %	Tar and oils, %	Water soluble substances, %
2	39,5	23,8	37,1	1.92	4,7	9,1
3	42.4	22,1	36,2	1.85	4,9	9,8
4	44.1	21,5	35,5	1.71	2,6	10,6
5	45.5	20,7	34,1	1.63	4,6	10,1

According to the results of the experiments presented in table 2, the most favorable conditions for baking pavlonia dough are as follows:

1. Extraction in water - boiling for 60 minutes.
2. Hydrolysis in 3% nitric acid - 2 hours, temperature - 110°C.

ISSN 3030-3907

3. Boiling in 5% alkali at 110°C for 3 hours to remove impurities from cellulose.

In the experiment according to table 2, the productivity of cellulose is 39.5-45.5%, the amount of lignin is 23.8-20.7%, the amount of polysaccharides is 37.1-34.1%, the amount of ash is 1.92-1.63%, the amount of tar and oil is 4.7-4.6%, and water-soluble substances are 9.1 - made up 10.1%. In order to determine the optimal conditions for the extraction of cellulose from the paulownia fiber, it is cooked in different concentrations of alkali for 6 hours (table 3).

Table 3

Quality indicators of cellulose obtained from 3- and 5-year-old paulownia trees

№	NaOH, %	Boiling τ, hours	Temperature, °C	Quality indicators of cellulose							
				Cellulose product, %	Whiteness level,	Humidity, %	Lignin, %	Ash content, %	Viscosity, cPs	α – cellulose, %	*DP
3 years old											
1	2.5	6	170	37,8	61,3	3.2	23,9	4.83	7,1	61.5	351
2	3.5	6	170	40.1	71,5	3.6	27,5	3.65	9,3	68.3	376
3	**5.0**	**6**	**170**	**43.6**	**87,2**	**3.5**	**29,1**	**3.51**	**11,6**	**70,1**	**410**
4	5.5	6	170	45.3	91,4	3.3	30,2	3.32	12,4	74.6	451
5 years old											
1	2.5	6	170	39,5	65,7	3.4	21,8	3.92	19,4	73.2	1105
2	3.5	6	170	42.4	76,4	3.6	22,1	2.75	21,5	85.4	1069
3	**5.0**	**6**	**170**	**46.1**	**89,6**	**3.7**	**20,7**	**2.51**	**23,2**	**87.1**	**1025**
4	5.5	6	170	48.3	93,1	3.5	23,2	2.27	24,1	88.5	957

* DP – Degree of polymerization

In table 3, in order to determine the optimal concentration of alkali solution for extracting cellulose from the composition of 3 and 5-year-old raw materials, it was boiled for 6 hours in its 2.5, 3.5, 5.0, 5.5% solution and the optimal conditions were determined (Table 3). It can be observed from the table that certain properties of cellulose produced under the influence of different alkali concentrations have different indicators. At the alkali concentration of 5.0%, the 3-year paulownia cellulose content increased to 43.6%, α-cellulose to 70.1%, whiteness to 87.2%, lignin to 29.1%, ash to 3.51%, viscosity to 11.6 and polymerization degree to In 410 and 5-year-old paulownia cellulose, the amount of cellulose is 46.1%, α-cellulose is 87.1%, whiteness is 89.6%, lignin is 20.7%, ash is 2.51%, viscosity is 23.2, and the degree of polymerization is 1025. it became known in the experiment.

ISSN 3030-3907

CONCLUSION. Experiments were conducted in the process of processing pavlonia plant, and it was found that cellulose and its derivatives, as well as paper products, can be produced with high-quality products in determining the quality indicators of raw materials.

1. Microscopic structure of paulownia wood, round or elliptical structures in cross-section of fibers, growth rings in the initial stage, thickness of cell wall, their sizes were thoroughly studied;

2. Cellulose extraction from the paulownia tree, its optimal conditions were thoroughly studied;

3. The main quality indicators were determined from the cellulose of three- and five-year-old paulownia trees;

4. It is recommended in the chemical industry and various paper products production industries to obtain various esters from the cellulose obtained from the paulownia tree.

LIST OF USED LITERATURE

1. Сайфутдиноав Р.С. Разработка технологии получения древесно стружечных плит и целлюлозы из целлозосодержащего сырья // дисс. доктора технических наук. - Ташкент. – 1999. - С. 243.
2. Курбанова Н.К. Разработка технологии получения целлюлозы из древисины павлония. - Ташкент. – 2013. - С. 113.
3. Примқулов М., Сайфутдинов Р.С, Набиева И. Бир йиллик ўсимликлардан целлюлоза ва қоғоз олиш технологияси // - Тошкент. – 2012. - Б. 268.
4. Примқулов М., Рахманбердиев Ғ. Целлюлоза ва қоғоз технологияси // - Тошкент. Фан ва технология. - 2009. – Б. 165.
5. Sayfutdinov R., Muxitdinov U.D., Eshpulatov N.M. Research of increasing the reactivity cotton cellulose intendedfor chemical // “Technical science and innovation” журнал. - 2020. - №1. – Б. 35-42.
6. Sayfutdinov R., Muxitdinov U.D., Eshpulatov N.M. Increasing reactivity cotton cellulose intended foracetylation // International Journal of Research. - 2020. - P. 854-860.
7. http://paulownia.bg
8. Sayfutdinov R., Muxitdinov U.D., Eshpulatov N.M. Increasing reactivity of cotton celluloses for chemical processing // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 883(1), 012133. - 2020. – P. 1-7.
9. www.reade.com/pavlony-powder-cellulose -fiber-str
10. www.много летний растений.ru
11. U. Muxitdinov, R. Sayfutdinov, M. Abdumavliyanova, Sh. Mirkamilov. Extraction of cellulose from paulownia plants and it’s simple ester carboxymethyl

ISSN 3030-3907

cellulose (Na-KMC) technology. E3S Web of Conferences 371, 01018 (2023) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337101018 (Q3) p. 1-5

ISSN 3030-3907

XONDIZA POLIMETALL RUDALARIDAN NOYOB METALLARNI KOMPLEKS AJRATIB OLISHNING ILMIY ASOSLARI

Qayumov Oybek Azamat o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti, Geologiya va konchilik ishi kefedrasi dotsenti.
Email: oybekqayumov@mail.ru
Abdisoatov Sardor Zulfiqor o‘g‘li
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti Neft gaz va konchilik ishi kafedrasi assistenti
Email: abdisoatovsardor8@gmail.com
Ziyayev Fozil Choriyorovich
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti Neft gaz va konchilik ishi kafedrasi kata o‘qituvchisi
Email: ziyayevfozil@gmail.com
Ergashev Akram Xolmuminovich
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti Neft gaz va konchilik ishi kafedrasi kata o‘qituvchisi
Email: akramergashev2304@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot Xondiza polimetall rudalari tarkibidagi noyob metallarni ajralish xususiyatlarini o‘rganish va ularni boyitish jarayonlarida konsentratsiyalash qonuniyatlarini ilmiy asoslashga bag‘ishlangan. Tadqiqot obyekti sifatida Surxondaryo viloyatida joylashgan Xondiza konining sulfidli rudalari tanlandi. Tadqiqotlar davomida rudaning mineralogik tarkibi, asosiy va hamroh elementlarning taqsimlanishi hamda ularning flotatsion xossalari kompleks ravishda baholandi. Mineralogik tahlillar sfalerit, galenit va xalkopirit rudaning asosiy foydali minerallari ekanligini hamda noyob metallarning ushbu sulfid minerallari bilan genetik bog‘liqligini ko‘rsatdi. Flotatsion tajribalar natijasida rudani 75% −0,074 mm yiriklikkacha maydalash optimal sharoit ekanligi aniqlandi. Kollektiv-selektiv flotatsiya sxemasi asosida mis, qo‘rg‘oshin va ruxning ajralish darajalari mos ravishda 69,9%, 77,4% va 84,8% ni tashkil etdi. Olingan natijalar noyob va hamroh elementlarning asosiy qismi selektiv konsentratlarda to‘planishini ko‘rsatdi. Ishlab chiqilgan texnologik yondashuv polimetall rudalarni kompleks qayta ishlash samaradorligini oshirish va qimmatli komponentlar yo‘qotilishini kamaytirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: Xondiza koni, polimetall ruda, noyob metallar, flotatsiya, sfalerit, galenit, metall ajralishi.

Аннотация. Данное исследование посвящено изучению особенностей распределения редких металлов в полиметаллических рудах месторождения Хандиза и научному обоснованию закономерностей их концентрирования в

процессах обогащения. Объектом исследования являлись сульфидные руды Хандизинского месторождения, расположенного в Сурхандарьинской области Республики Узбекистан. В ходе работы комплексно изучены минералогический состав руд, распределение основных и попутных компонентов, а также их флотационные свойства. Минералогические исследования показали, что основными рудными минералами являются сфалерит, галенит и халькопирит, с которыми генетически связаны редкие и рассеянные элементы. В результате флотационных исследований установлено, что оптимальная крупность измельчения составляет 75% класса минус 0,074 мм. Применение коллективно-селективной схемы флотации обеспечило извлечение меди, свинца и цинка на уровне 69,9%, 77,4% и 84,8% соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о концентрировании значительной части редких и попутных металлов в селективных концентратах. Разработанный технологический подход способствует повышению эффективности комплексной переработки полиметаллических руд и снижению потерь ценных компонентов.

Ключевые слова: месторождение Хандиза, полиметаллическая руда, редкие металлы, флотация, сфалерит, галенит, извлечение металлов.

Abstract. This study is devoted to investigating the distribution characteristics of rare metals in the Khandiza polymetallic ores and to scientifically substantiating the principles of their concentration during mineral processing. Sulfide ores from the Khandiza deposit, located in the Surkhandarya region of Uzbekistan, were selected as the research object. The mineralogical composition of the ore, the distribution of major and associated elements, and their flotation behavior were comprehensively examined. Mineralogical analyses revealed that sphalerite, galena, and chalcopyrite are the principal ore minerals and serve as the main carriers of rare and dispersed elements. Flotation experiments demonstrated that grinding to 75% of the −0.074 mm size fraction provides optimal liberation conditions. The application of a collective-selective flotation scheme resulted in copper, lead, and zinc recoveries of 69.9%, 77.4%, and 84.8%, respectively. The obtained results indicate that a significant portion of rare and associated elements is concentrated in the selective concentrates. The proposed technological approach can improve the efficiency of complex processing of polymetallic ores, reduce valuable metal losses, and create favorable conditions for the subsequent recovery of rare metals from processing products.

Keywords: Khandiza deposit, polymetallic ore, rare metals, flotation, sphalerite, galena, metal recovery.

KIRISH.

Jahon miqyosida strategik ahamiyatga ega bo‘lgan noyob va tarqoq metallar sanoatning yuqori texnologiyali tarmoqlari, jumladan elektronika, yarimo‘tkazgichlar ishlab chiqarish, qayta tiklanuvchi energetika, aerokosmik texnologiyalar hamda mudofaa sanoatining barqaror rivojlanishida muhim o‘rin tutadi [7]. Indiy, galliy, germaniy, vismut, tellur va selen kabi elementlarga bo‘lgan talabning ortib borishi ushbu metallarni an’anaviy konlardan tashqari kompleks polimetall rudalar va texnogen xomashyolardan ajratib olish texnologiyalarini takomillashtirish zaruratini yuzaga keltirmoqda [15]. Shu sababli tarkibida rangli metallar bilan bir qatorda noyob va tarqoq elementlar mavjud bo‘lgan polimetall rudalarning mineralogik va texnologik xususiyatlarini chuqur o‘rganish zamonaviy metallurgiya va boyitish fanining dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi [2].

O‘zbekiston Respublikasi mineral-xomashyo bazasida alohida o‘rin tutuvchi Xondiza polimetall koni Surxondaryo viloyatining tog‘li hududida joylashgan bo‘lib, tarkibida mis, qo‘rg‘oshin, rux, kumush va oltin bilan bir qatorda bir qator noyob hamda tarqoq elementlarni ham saqlaydi. Kon rudalari asosan sfalerit, galenit, xalkopirit va pirit minerallaridan tashkil topgan bo‘lib, foydali komponentlarning murakkab o‘zaro o‘sib kirgan tekstura va strukturalarda uchrashi ularni samarali ajratib olishni murakkablashtiradi. Mineralogik tadqiqotlar natijalari sfalerit va galenit tarkibida indiy, germaniy, galliy hamda vismut kabi elementlarning izomorf aralashmalar shaklida mavjudligini, kumush va oltinning esa mustaqil mineral fazalar hamda sulfid minerallari tarkibida tarqalganligini ko‘rsatadiv [18]. Bu holat noyob metallarni ajratib olish jarayonida rudaning moddaviy tarkibi va minerallarning o‘zaro bog‘lanish darajasini chuqur tahlil qilishni talab etadi.

Ma'lumki, polimetall rudalarda noyob elementlarning asosiy qismi mustaqil mineral hosil qilmasdan, asosiy sulfid minerallari kristall panjarasiga kirgan holda yoki juda mayda dispers zarrachalar ko‘rinishida uchraydi [11]. Shu sababli ularni an'anaviy boyitish usullari yordamida to‘liq ajratib olish ko‘pincha imkonsiz bo‘lib, qimmatli komponentlarning katta qismi konsentratlar yoki chiqindilar tarkibida yo‘qotiladi. Ayniqsa, Xondiza rudalarida kuzatiladigan murakkab polimineral agregatlar, emulsion teksturalar va mikron o‘lchamdagi o‘zaro o‘sib kirish hodisalari noyob metallarni konsentratsiyalash mexanizmlarini o‘rganishni dolzarb masalaga aylantiradi.

So‘nggi yillarda rudalardagi noyob elementlarning taqsimlanishini aniqlashda elektron-zond mikroanalizi, rentgen-spektral tahlil, skanerlovchi elektron mikroskopiya va avtomatlashtirilgan mineralogik tahlil tizimlari keng qo‘llanilmoqda [4]. Ushbu usullar yordamida noyob metallarning tashuvchi minerallari, ularning fazaviy holati va texnologik xatti-harakatlarini aniqlash

ISSN 3030-3907

mumkin [13]. Natijada boyitish va metallurgik qayta ishlash jarayonlarida noyob metallarni maksimal darajada ajratib olish imkoniyatlari yaratiladi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi Xondiza polimetall rudalari tarkibidagi noyob metallarni tashuvchi mineral fazalarni aniqlash, ularning rudadagi taqsimlanish qonuniyatlarini o‘rganish hamda boyitish jarayonlarida ajralish xususiyatlarini ilmiy jihatdan asoslashdan iborat [1]. Tadqiqot natijalari Xondiza rudalaridan asosiy rangli metallar bilan bir qatorda noyob va tarqoq elementlarni kompleks ravishda ajratib olishning ilmiy asoslarini yaratish, qimmatli komponentlar yo‘qotilishini kamaytirish hamda konning iqtisodiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot obyekti sifatida Surxondaryo viloyatida joylashgan Xondiza polimetall konining sulfidli rudalari tanlab olindi. Tadqiqotlar davomida ruda namunalarining kimyoviy, mineralogik va texnologik xususiyatlari kompleks ravishda o‘rganildi. Namunalarning o‘rtacha kimyoviy tarkibi Cu – 0,52%, Pb – 3,20%, Zn – 7,10%, Fe – 3,20%, S – 7,50%, Ag – 70 g/t va Au – 0,30 g/t ni tashkil etdi. Rudaning asosiy foydali minerallari sfalerit, galenit, xalkopirit va pirit bo‘lib, ularning massaviy ulushi mos ravishda 10,0%, 3,3%, 1,4% va 6,2% ni tashkil etadi.

1-jadval.

Xondiza polimetall rudalarini o‘rganishda qo‘llanilgan tadqiqot metodlari

Tadqiqot bosqichi	Tadqiqot obyekti	Qo‘llanilgan usul	Asbob-uskunalar va reagentlar	Olingan natija
Mineralogik tahlil	Ruda namunasi	Optik mikroskopiya va mineragrafik tahlil	Metallografik mikroskop	Rudaning mineral tarkibi va teksturaviy xususiyatlari aniqlandi
Element tarkibini aniqlash	Sfalerit, galenit va xalkopirit minerallari	Rentgen-spektral mikroanaliz	Mikroanalizator	Noyob metallarning tashuvchi fazalari aniqlandi
Maydalash sinovlari	Ruda namunasi	Laboratoriya maydalash tajribalari	Sharli tegirmonlar (6 va 1,6 l)	Optimal maydalash yirikligi (75–80% −0,074 mm) belgilandi

ISSN 3030-3907

Kollektiv flotatsiya	Maydalangan ruda	Flotatsion boyitish	Flotomashinalar (0,25–6 l)	Cu, Pb va Zn minerallarining kollektiv konsentratga ajralishi baholandi
Selektiv flotatsiya	Cu–Pb kollektiv konsentrati	Reagent rejimlarini sinash	Na_2SO_3, $Na_2S_2O_4$, $FeSO_4$, Na_2S, $ZnSO_4$, $K_2Cr_2O_7$	Optimal seleksiya rejimi tanlandi
Kimyoviy tahlil	Konsentrat va chiqindilar	Atom-absorbsiya va rentgen-fluorestsent tahlil	AAS va XRF analizatorlari	Asosiy va hamroh elementlar miqdori aniqlandi
Texnologik baholash	Flotatsiya mahsulotlari	Moddaviy balans va statistik tahlil	Microsoft Excel, OriginPro	Ajralish darajasi va konsentratsiyalanish koeffitsiyentlari hisoblandi
Yakuniy baholash	Mis, qo‘rg‘oshin va rux konsentratlari	Kompleks texnologik tahlil	Hisoblash va statistik usullar	Optimal boyitish rejimi ishlab chiqildi

Tadqiqotlarning birinchi bosqichida ruda namunalarining moddaviy tarkibi optik mikroskopiya, mineragrafik tahlil va rentgen-spektral mikroanaliz usullari yordamida o‘rganildi [9]. Mineral fazalarning morfologiyasi, o‘zaro bog‘lanish darajasi, donadorlik tarkibi hamda noyob metallarni tashuvchi asosiy minerallar aniqlandi. Sfalerit, galenit va xalkopirit minerallaridagi indiy, galliy, germaniy, vismut, tellur va selen elementlarining taqsimlanishini aniqlash maqsadida mikroanalitik tadqiqotlar amalga oshirildi [16].

Ikkinchi bosqichda rudaning maydalanish va yanchilish xususiyatlari baholandi. Laboratoriya sharoitida sharli tegirmonlarda maydalash tajribalari o‘tkazilib, foydali minerallarning ochilish darajasiga ta’sir etuvchi optimal yanchilish yirikligi aniqlandi [5]. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, rudani 75–80% −0,074 mm sinfgacha maydalash foydali minerallarning maksimal darajada

ISSN 3030-3907

ochilishiga va keyingi boyitish jarayonlarining samaradorligini oshirishga imkon berishi belgilandi [12].

Uchinchi bosqichda flotatsion boyitish tajribalari amalga oshirildi. Flotatsiya jarayonlari laboratoriya flotomashinalarida olib borilib, kollektiv va selektiv flotatsiya sxemalari sinovdan o‘tkazildi [3]. Kollektor sifatida kaliy butil ksantogenati, ko‘pik hosil qiluvchi reagent sifatida metilizobutilkarbinol, depressor sifatida natriy sulfit, natriy gidrosulfit hamda rux kuporosi qo‘llanildi [17]. Jarayon parametrlarining foydali komponentlar ajralishiga ta’siri matematik-statistik usullar yordamida baholandi [8].

Boyitish mahsulotlarida asosiy va noyob elementlarning miqdori atom-absorbsiya spektrometriyasi, rentgen-fluorestsent tahlil va induktiv bog‘langan plazmali massa-spektrometriya usullari yordamida aniqlandi. Olingan konsentratlar va chiqindilar tarkibidagi elementlarning taqsimlanish koeffitsiyentlari hisoblanib, noyob metallarning texnologik harakati baholandi [14].

Tadqiqot natijalarini qayta ishlashda moddaviy balans, ajralish darajasi, konsentratsiyalanish koeffitsiyenti va metallarning chiqarib olish ko‘rsatkichlari hisoblandi. Statistik tahlillar Microsoft Excel va OriginPro dasturlari yordamida amalga oshirildi. Hisoblashlarda ishonchlilik darajasi 95% deb qabul qilinib, o‘rtacha qiymatlar va standart og‘ishlar aniqlandi [6].

Mazkur metodologik yondashuv Xondiza polimetall rudalari tarkibidagi noyob metallarning mineral tashuvchilarini aniqlash, ularning boyitish jarayonlaridagi xatti-harakatlarini baholash hamda samarali ajratib olishning ilmiy asoslarini ishlab chiqish imkonini berdi [10].

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

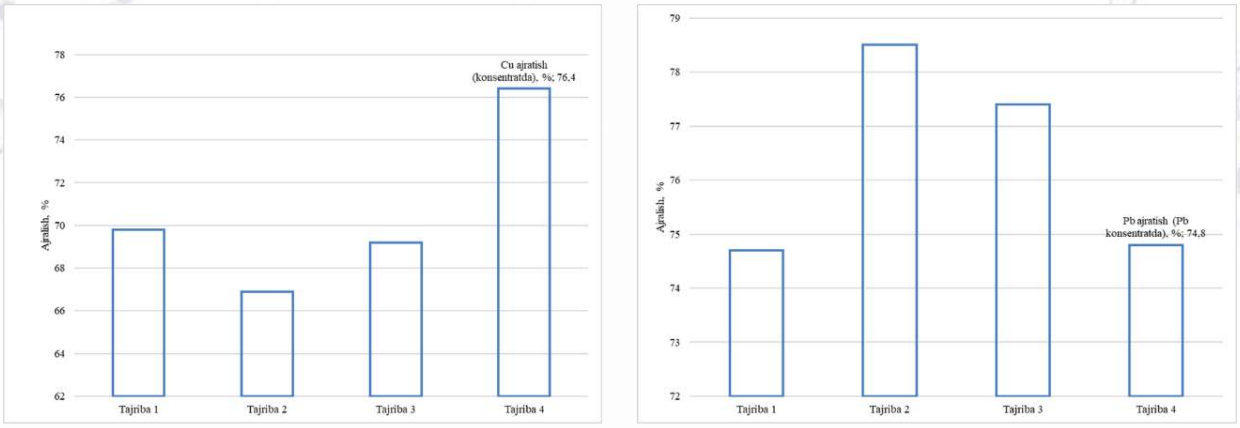
Xondiza polimetall rudalarining boyitiluvchanligini baholash maqsadida laboratoriya sharoitida maydalash va flotatsion tajribalar o‘tkazildi. Tadqiqotlar natijasida rudaning maydalanuvchanligi Olmaliq kon-metallurgiya kombinati tarkibidagi Kalmakir mis rudalariga nisbatan biroz past ekanligi aniqlandi. Maydalanuvchanlik koeffitsiyenti 0,87 ni tashkil etdi. Tajribalar davomida maydalash yirikligining flotatsiya ko‘rsatkichlariga ta'siri baholanib, metallarning minimal yo‘qotilishi maydalash mahsulotining 80% qismi −0,074 mm sinfga o‘tganda kuzatildi. Bunda flotatsiya chiqindilarida mis, qo‘rg‘oshin va ruxning qoldiq miqdori mos ravishda 0,05%, 0,25% va 0,15% ni tashkil etdi. Shu sharoitda kollektiv konsentratga misning 94%, qo‘rg‘oshinning 95% va ruxning 98% gacha ajralishi ta'minlandi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, rudani 70–80% −0,074 mm sinfgacha maydalash oralig‘ida metallarning chiqindilardagi miqdori sezilarli darajada o‘zgarmaydi. Shu sababli keyingi tajribalarda energiya sarfini kamaytirish va

ISSN 3030-3907

texnologik samaradorlikni saqlab qolish maqsadida maydalashning optimal yirikligi sifatida 75% −0,074 mm qabul qilindi.

Mis-qo‘rg‘oshin kollektiv konsentratini selektiv ajratish bo‘yicha turli reagent rejimlari sinovdan o‘tkazildi. Natriy sulfit, natriy gidrosulfit, natriy tiosulfat, temir kuporosi va xrompik asosidagi sxemalar taqqoslandi. Olingan natijalar barcha reagent rejimlarida mis va qo‘rg‘oshin minerallarining samarali ajralishini ko‘rsatdi. Mis konsentratlariga misning ajralishi 68,5–76,4% oralig‘ida, qo‘rg‘oshin konsentratlariga qo‘rg‘oshinning ajralishi esa 74,8–79,5% oralig‘ida qayd etildi.

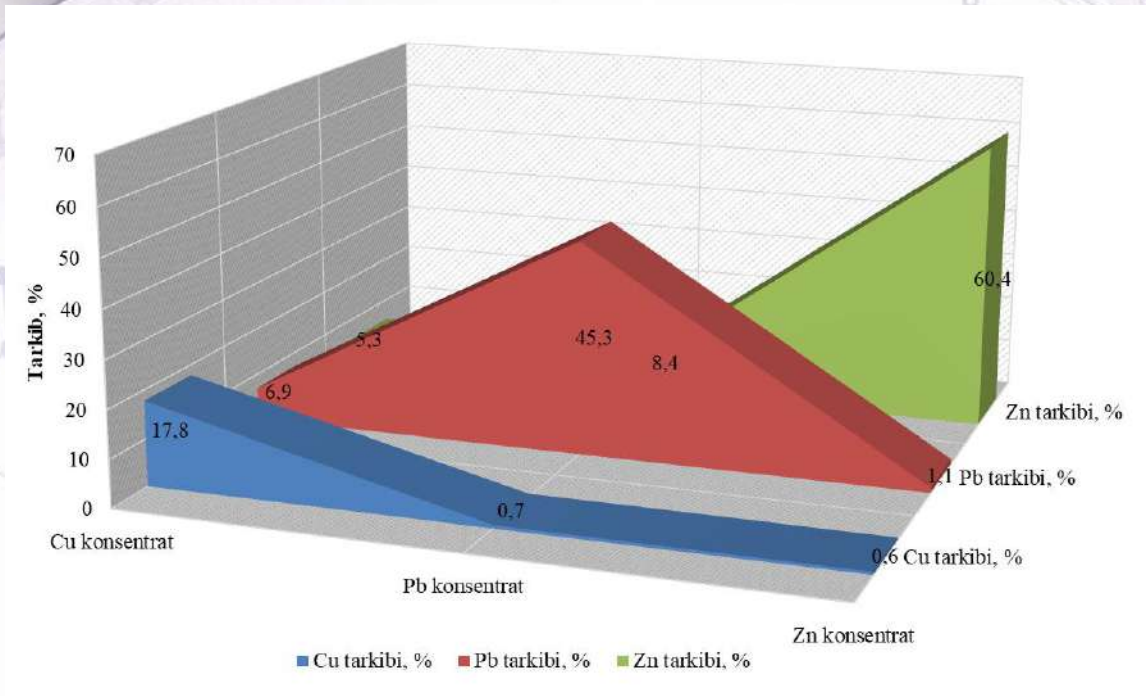


a *b*

1-rasm. Turli reagent rejimlarida mis va qo‘rg‘oshinning selektiv flotatsiya jarayonida konsentratlarga ajralish ko‘rsatkichlari

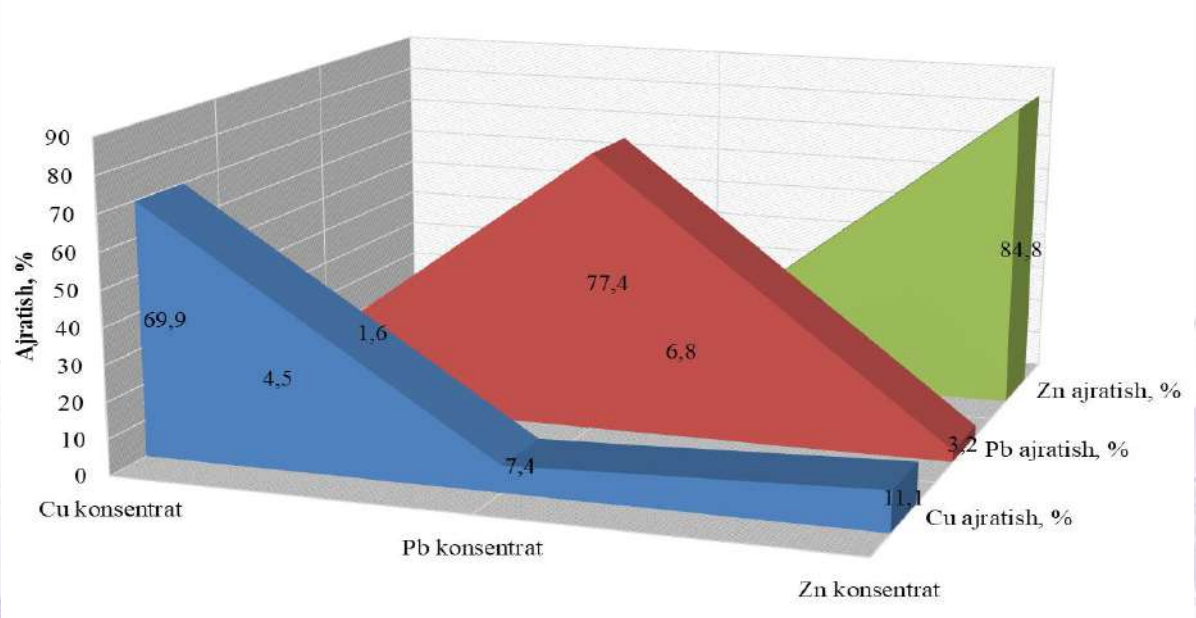
Eng yuqori texnologik ko‘rsatkichlar natriy sulfid, natriy tiosulfat va temir kuporosi qo‘llanilgan seleksiya rejimida kuzatildi. Ushbu sharoitda tarkibida 57,9% Zn bo‘lgan rux konsentrati olinib, ruxning ajralish darajasi 86,0% ga yetdi. Bu esa Xondiza rudalaridan rux minerallarini ajratib olish jarayonining yuqori samaradorligini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Optimal boyitish rejimida olingan selektiv konsentratlarning kimyoviy tarkibi bo‘yicha asosiy metallarning taqsimlanishi

Optimal texnologik rejim asosida uzluksiz jarayon tamoyiliga yaqinlashtirilgan yakuniy tajribalar o‘tkazildi. Natijada 17,8% Cu saqlovchi mis konsentrati olinib, misning ajralish darajasi 69,9% ni tashkil etdi. Qo‘rg‘oshin konsentratida Pb miqdori 45,3% ga, ajralish darajasi esa 77,4% ga yetdi. Rux konsentratida Zn miqdori 60,4% bo‘lib, ruxning umumiy ajralishi 84,8% ni tashkil etdi. Shu bilan birga, qimmatbaho metallar ham konsentratlarda samarali to‘plandi. Mis konsentratida kumush miqdori 1500 g/t ga yetib, uning 42,9% qismi ajratib olindi. Qo‘rg‘oshin konsentratida esa kumushning 32,6% qismi jamlandi.



3-rasm. Xondiza polimetall rudasini boyitishning optimal rejimida mis, qo‘rg‘oshin va ruxning konsentratlar bo‘yicha ajralish darajalari

ISSN 3030-3907

Olingan natijalar Xondiza polimetall rudalarini kollektiv-selektiv flotatsiya usulida boyitish texnologiyasi yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi (3-rasm). Ayniqsa, sfalerit, galenit va xalkopirit minerallarining murakkab o‘zaro bog‘langanligiga qaramasdan, ruxning 84,8%, qo‘rg‘oshinning 77,4% va misning 69,9% darajada ajratilishi texnologik sxemaning amaliy jihatdan istiqbolli ekanligini tasdiqlaydi. Bundan tashqari, hosil bo‘lgan konsentratlar tarkibida kumush, kadmiy hamda vismut, indiy va galliy kabi hamroh noyob metallarning konsentratsiyalanishi ularni keyingi metallurgik qayta ishlash orqali qo‘shimcha ravishda ajratib olish imkoniyatini yaratadi.

XULOSA.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida Xondiza polimetall rudalarining mineralogik va texnologik xususiyatlari o‘rganilib, foydali komponentlarni ajratib olishning optimal sharoitlari aniqlandi. Rudani 75% −0,074 mm yiriklikkacha maydalash va kollektiv-selektiv flotatsiya sxemasini qo‘llash eng samarali texnologik ko‘rsatkichlarni ta’minlashi belgilandi. Optimal rejimda mis, qo‘rg‘oshin va ruxning ajralish darajalari mos ravishda 69,9%, 77,4% va 84,8% ni tashkil etdi. Olingan konsentratlarda asosiy metallarning yuqori miqdorda to‘planishi tanlangan boyitish sxemasining samaradorligini va amaliy qo‘llash imkoniyatlarini tasdiqladi.

Tadqiqot natijalari Xondiza rudalarida noyob va hamroh elementlarning asosiy qismi sulfid minerallari bilan bog‘liq holda uchrashini hamda ular boyitish jarayonida tegishli konsentratlarda konsentratsiyalanishini ko‘rsatdi. Bu esa indiy, germaniy, galliy, vismut va boshqa noyob metallarni keyingi metallurgik qayta ishlash bosqichlarida qo‘shimcha ravishda ajratib olish uchun qulay sharoit yaratadi. Ishlab chiqilgan texnologik yondashuv Xondiza polimetall rudalarini kompleks qayta ishlash samaradorligini oshirish, qimmatli komponentlar yo‘qotilishini kamaytirish hamda konning iqtisodiy va sanoat ahamiyatini yanada yuksaltirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bulatovic, S. M. (2007). Handbook of flotation reagents: Chemistry, theory and practice (Vol. 1). Elsevier.
2. Fuerstenau, M. C., Jameson, G. J., & Yoon, R. H. (2007). Froth flotation: A century of innovation. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
3. Gaudin, A. M. (1957). Flotation (2nd ed.). McGraw-Hill.
4. Wills, B. A., & Finch, J. A. (2016). Wills' mineral processing technology: An introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery (8th ed.). Butterworth-Heinemann.
5. Gupta, A., & Yan, D. S. (2016). Mineral processing design and operation: An introduction (2nd ed.). Elsevier.

ISSN 3030-3907

6. Хужакулов, Н. Б., Рузиев, У. М., & Насирова, Н. Р. (2021). Исследования влияния качества биокека на показатели сорбционного выщелачивания. *Universum: технические науки*, (5-2 (86)), 20-23.
7. Lotter, N. O., Bradshaw, D. J., & Becker, M. (2018). Mineral processing for sustainable development. Minerals Engineering, 122, 1–12.
8. Рузиев, У. М., Ходжиева, М. О. К., & Саидахмедов, А. А. (2026). КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ЗОЛЫ АНГРЕНСКОЙ ТЭС С ПОЛУЧЕНИЕМ ГЛИНОЗЁМНОГО КОНЦЕНТРАТА И ИЗВЛЕЧЕНИЕМ КРЕМНЕЗЁМА. *Universum: технические науки*, *2*(4 (145)), 21-26.
9. Jones, M. P. (2017). Applied mineralogy: Applications in industry and environment. Springer.
10. Anderson, C. G., Dunne, R. C., & Uhrie, J. L. (2011). Mineral processing and extractive metallurgy: 100 years of innovation. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration.
11. Xo‘jaqulov, N. B., & Ro‘ziyev, U. B. M. (2025). “NKMK” AJ “AUMINZO-AMANTOY” KONI OLTIN AJRATISH SEXI TEXNOGEN CHIQINDILARINI TADQIQ QILISH. *Sanoatda raqamli texnologiyalar*, *3*(4), 124-128.
12. Habashi, F. (1997). Handbook of extractive metallurgy (Vols. 1–4). Wiley-VCH.
13. Gupta, C. K., & Krishnamurthy, N. (2005). Extractive metallurgy of rare earths. CRC Press.
14. Rao, S. R. (2004). Surface chemistry of froth flotation (Vol. 1). Springer.
15. Klimpel, R. R., & Chander, S. (2017). Reagents in mineral technology. Routledge.
16. Song, S., Lopez-Valdivieso, A., & Reyes-Bahena, J. L. (2019). Advances in flotation technology for the beneficiation of complex polymetallic ores. Minerals, 9(4), 235.
17. Deng, J., Wen, S., Liu, D., Bai, S., & Lin, Y. (2021). Flotation separation and recovery of valuable metals from complex sulfide ores: A review. Minerals Engineering, 170, 107053.
18. Zhou, M., Wang, Y., Peng, Y., & Xie, H. (2022). Recovery of critical and rare metals from polymetallic sulfide ores: Recent advances and future perspectives. Journal of Cleaner Production, 365, 132689.

ISSN 3030-3907

SFERIK PANORAMALAR ASOSIDA ADABIY UY-MUZEYLAR UCHUN VIRTUAL TUR YARATISH MODELI

Sayfiyev Eldor Erkinovich
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Multimedia texnologiyalari kafedrasi katta o‘qituvchisi
E-mail: eldor1075@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada adabiy uy-muzeylar uchun 360° sferik panoramalar asosida virtual tur yaratish usuli taklif etiladi. Tadqiqotda panorama tasvirlarini sferaning ichki sirtiga proyeksiyalash, equirectangular formatga moslashtirish, hotspot va teleportatsiya nuqtalarini navigatsion graf orqali boshqarish masalalari yoritiladi. Virtual tur vizual, navigatsion va multimodal kontent qatlamlaridan tashkil topgan model sifatida qaraladi. Taklif etilgan yondashuv foydalanuvchiga muzey xonalarini masofadan ko‘rish, eksponatlar bo‘yicha matnli va audio ma’lumot olish, AR va VR rejimlari o‘rtasida semantik izchillikni saqlash imkonini beradi. Natijada madaniy meros obyektlarini interaktiv va mobil platformalarda taqdim etish samaradorligi oshadi. Mazkur model ta’limiy virtual sayohatlarni tashkil etish uchun ham katta amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: VR rejimi, 360° sferik panorama, virtual tur, adabiy uy-muzey, equirectangular proyeksiya, hotspot, teleportatsiya, navigatsion graf, multimodal kontent, AR/VR vizualizatsiya.

Abstract. This article proposes a method for developing a virtual tour for literary house-museums based on 360° spherical panoramas. The study considers the projection of panoramic images onto the inner surface of a sphere, their conversion to equirectangular format, and the control of hotspots and teleportation points through a navigation graph. The virtual tour is interpreted as a multilayer model consisting of visual, navigational, and multimodal content layers. The proposed approach enables remote exploration of museum rooms, access to textual and audio information about exhibits, and semantic consistency between AR and VR modes. It also improves interactive cultural heritage presentation.

Keywords: VR mode, 360° spherical panorama, virtual tour, literary house-museum, equirectangular projection, hotspot, teleportation, navigation graph, multimodal content, AR/VR visualization.

Аннотация. В статье предлагается метод создания виртуального тура для литературных домов-музеев на основе 360° сферических панорам. Рассматриваются проецирование панорамных изображений на внутреннюю поверхность сферы, их приведение к equirectangular-формату, а также управление hotspot-точками и переходами телепортации с помощью навигационного графа. Виртуальный тур интерпретируется как многослойная модель, включающая визуальный, навигационный и

мультимодальный контентные уровни. Предложенный подход обеспечивает дистанционный просмотр музейных помещений, получение текстовой и аудиоинформации об экспонатах, а также семантическую согласованность между режимами AR и VR. Решение повышает эффективность интерактивного представления культурного наследия на мобильных платформах. Оно может применяться в образовательных экскурсиях, музейной коммуникации, цифровой архивации и популяризации литературного наследия среди удалённых пользователей.

Ключевые слова: режим VR, 360° сферическая панорама, виртуальный тур, литературный дом-музей, equirectangular-проекция, hotspot, телепортация, навигационный граф, мультимодальный контент, AR/VR-визуализация.

KIRISH.

Madaniy meros obyektlarini raqamli muhitda taqdim etish zamonaviy axborot texnologiyalari, kompyuter grafikasi va immersiv vizualizatsiya vositalarining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, adabiy uy-muzeylar ichki makoni eksponatlar, memorial buyumlar, xona tuzilishi va tarixiy kontekstning o‘zaro bog‘liqligi bilan ajralib turadi. Bunday muhitni oddiy fotosuratlar majmuasi sifatida emas, balki foydalanuvchi erkin kuzata oladigan, zallar bo‘ylab harakatlana oladigan va eksponat haqida qo‘shimcha axborot oladigan interaktiv virtual muhit sifatida shakllantirish zarur[1].

VR rejimida foydalanuvchi real kamera kadrini emas, balki oldindan olingan va qayta ishlangan 360° panorama tasvirini ko‘radi. Ushbu panorama sferaning ichki sirtiga joylashtiriladi, virtual kamera orientatsiyasi o‘zgarganda esa foydalanuvchiga xonaning mos yo‘nalishdagi fragmenti ko‘rsatiladi. Shu sababli virtual tur yaratish jarayonida ikki asosiy masala hal qilinadi: sferik panorama tasvirini geometrik jihatdan to‘g‘ri proyeksiyalash va panorama tugunlari, hotspotlar, teleportatsiya yo‘nalishlari hamda multimodal kontentni yagona navigatsion tizimga birlashtirish[4,5].

Mazkur maqolaning maqsadi adabiy uy-muzeylar uchun 360° sferik panorama asosidagi VR virtual tur modelini ishlab chiqish, equirectangular proyeksiya bilan bog‘liq geometrik munosabatlarni ifodalash, hotspot va teleportatsiya mexanizmlarini formal ko‘rinishda tavsiflash hamda AR/VR rejimlari uchun umumiy kontent qatlamini asoslashdan iborat.

1. VR virtual turining qatlamli modeli

Adabiy uy-muzeylar uchun VR virtual tur yaratish faqat panorama tasvirlarini ketma-ket ko‘rsatish bilan cheklanmaydi. Tizim foydalanuvchini xona ichida harakatlantirishi, zallar orasida teleportatsiyani ta’minlashi, eksponatga bog‘langan matnli va audio kontentni kerakli nuqtada faollashtirishi hamda AR rejimi bilan semantik izchillikni saqlashi kerak. Shu nuqtayi nazardan virtual tur

ISSN 3030-3907

vizual qatlam, navigatsion qatlam va multimodal kontent qatlamidan tashkil topgan model sifatida qaraladi.

Vizual qatlam 360° sferik panorama tasvirlari majmuasidan iborat bo‘lib, har bir panorama muzeydagi muayyan zal, koridor yoki ekspozitsiya zonasiga mos keladi. Navigatsion qatlam panorama tugunlari orasidagi o‘tishlarni, foydalanuvchi qaysi nuqtadan qaysi nuqtaga teleportatsiya qilinishini va virtual harakat grafigini belgilaydi. Kontent qatlami esa eksponat tavsifi, audiogid, til parametrlari va hotspotlar bilan ishlaydi. Bunday yondashuv VR turni oddiy fotoalbom emas, boshqariladigan immersiv axborot muhiti sifatida tashkil etadi[5,6].

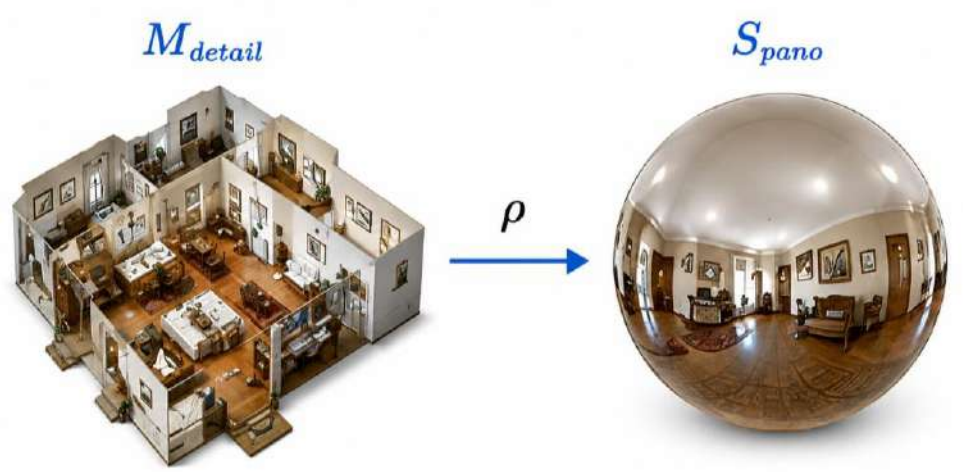
$$D_{\text{VR}} = \langle S_{\text{pano}}, N, H, T_{\text{VR}}, C, L \rangle \qquad (1)$$

Bu yerda S_{pano} - 360° sferik panoramalar to‘plami, N - panorama tugunlari, H - hotspotlar to‘plami, T_{VR} - VR-triggerlar va teleportatsiya o‘tishlari, C - multimodal kontentlar, L esa tillar to‘plamini bildiradi. Ushbu model AR va VR rejimlarida bir xil kontent qatlamidan foydalanish imkonini beradi.

$$S_{\text{pano}} = \{S_1, S_2, \ldots, S_m\}, \qquad S_k = \langle I_k^{360}, r_k, z_k, \text{meta}_k \rangle \qquad (2)$$

Bu yerda I_k^{360} - k-panorama tasviri, r_k - panorama markazining muzey koordinata tizimidagi joylashuvi, z_k - tegishli zal yoki ekspozitsiya zonasi identifikatori, meta_k esa xona nomi va texnik parametrlarni ifodalaydi.

Demak, har bir panorama faqat tasvir emas, balki semantik va navigatsion atributlarga ega tugun sifatida qaraladi.



1-rasm. Detalli 3D modeldan 360° sferik panorama ko‘rinishini hosil qilish modeli

2. Sferik panorama va equirectangular proyeksiya

360° panoramali VR muhitning geometrik asosi sferik koordinatalar tizimiga tayanadi. Kamera markazi sferaning markazi sifatida olinadi, atrof muhit tasviri esa sferaning ichki sirtiga proyeksiyalangan deb qaraladi. Foydalanuvchi boshini, sichqonchani yoki sensorli ekran holatini o‘zgartirganda virtual kamera orientatsiyasi yangilanadi va sferaning mos qismi ko‘rish oynasiga tushadi[1,3].

ISSN 3030-3907

Sferik proyeksiyada uch o‘lchamli yo‘nalish gorizontal aylanish burchagi θ va vertikal ko‘tarilish burchagi φ orqali ifodalanadi.

Agar fazoviy yo‘nalish vektori $p = (x, y, z)$ bo‘lsa, burchak parametrlarini quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\theta = \operatorname{atan2}(x, z), \qquad \varphi = \arcsin\left(\frac{y}{r}\right) \tag{3}$$

Equirectangular formatda sferadagi uzunlik va kenglik burchaklari to‘g‘ri to‘rtburchak tasvir koordinatalariga o‘tkaziladi. Agar panorama tasvirining o‘lchami W × H bo‘lsa, piksel koordinatalari quyidagicha aniqlanadi:

$$u = \frac{W(\theta+\pi)}{2\pi}, \quad v = \frac{H\left(\frac{\pi}{2}-\varphi\right)}{\pi} \tag{4}$$

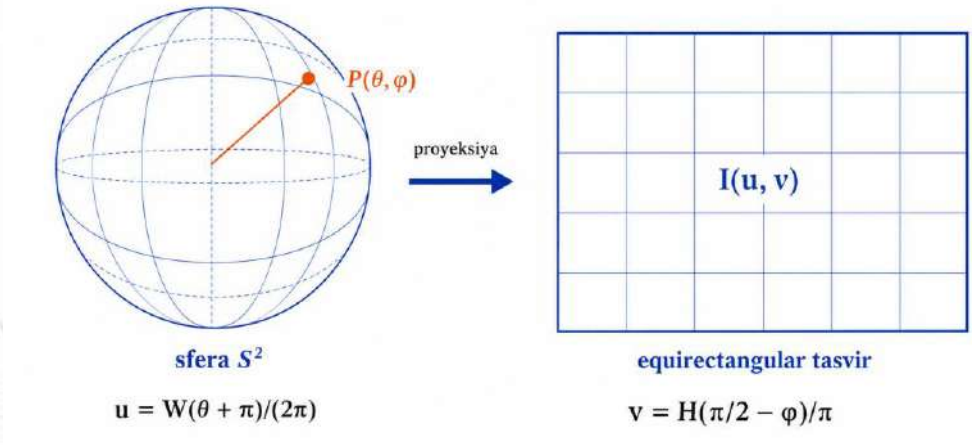
Aksincha, foydalanuvchi ekranda hotspotni tanlaganda yoki virtual kamera muayyan piksel yo‘nalishiga qaraganda, piksel koordinatalaridan sferik burchaklar tiklanadi:

$$\theta = \frac{2\pi u}{W} - \pi, \quad \varphi = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi v}{H} \tag{5}$$

Ushbu bog‘lanish VR muhitda hotspotlar joylashuvini aniq belgilash uchun muhimdir. Masalan, eksponat panorama tasvirining yuqori chap qismida joylashgan bo‘lsa, uning piksel koordinatasi sferik yo‘nalish vektori bilan bog‘lanadi va foydalanuvchi ayni yo‘nalishga qaraganda kontent paneli faollashadi.

$$d_i = (\cos\varphi_i \sin\theta_i,\ \sin\varphi_i,\ \cos\varphi_i \cos\theta_i)^T \tag{6}$$

Bu ifoda hotspotning birlik yo‘nalish vektorini beradi. Mazkur vektor panorama markazidan eksponat tomonga yo‘nalgan nurni bildiradi. VR muhitda real masofa bevosita o‘lchanmasa ham, bunday yo‘nalish modeli foydalanuvchi ko‘rish maydonida eksponatga mos kontentni to‘g‘ri joylashtirishga imkon beradi.



2-rasm. Sferik koordinatalar va equirectangular panorama tasviri orasidagi proyeksiya bog‘lanishi

3. Navigatsion graf va teleportatsiya modeli

ISSN 3030-3907

Virtual tur foydalanuvchining panorama ichida erkin aylanishi va zallar orasida boshqariladigan o‘tishini ta’minlashi kerak. Shu sababli har bir panorama alohida tugun, ularning orasidagi teleportatsiya imkoniyatlari esa qirra sifatida qaraladi. Bu yondashuv muzey xonalari o‘rtasidagi real fazoviy bog‘lanishlarni virtual sayohat ssenariysi bilan uyg‘unlashtirishga yordam beradi.

$$G_{\text{VR}} = (V_S, E_T) \tag{7}$$

bu yerda V_S – panorama tugunlari, E_T esa teleportatsiya qirralari to‘plamidir. Agar foydalanuvchi v_i panorama tugunidan v_j panorama tuguniga o‘ta olsa, u holda $(v_i, v_j) \in E_T$ bo‘ladi. Har bir qirra real muzey makonidagi eshik, koridor, zalga kirish nuqtasi yoki virtual ekskursiya ssenariysidagi mantiqiy o‘tishga mos keladi.

$$e_{ij} = \left\langle v_i, v_j, h_{ij}, w_{ij}, \text{type}_{ij} \right\rangle \tag{8}$$

(8) ifodada h_{ij} – teleport hotspot koordinatasi, w_{ij} – o‘tish og‘irligi yoki masofaviy baho, type_{ij} esa o‘tish turini bildiradi. Masalan, $\text{type}_{ij} = \text{door}$ bo‘lsa, panorama o‘tishi real eshik o‘rniga mos keladi; $\text{type}_{ij} = \text{exhibit}$ bo‘lsa, foydalanuvchi eksponatga yaqinroq ko‘rish nuqtasiga o‘tadi; $\text{type}_{ij} = \text{return}$ bo‘lsa, oldingi panorama tuguniga qaytish amalga oshiriladi.

VR virtual turda navigatsiya erkin bo‘lishi mumkin, biroq adabiy uy-muzeylar uchun sayohat mantiqini yo‘qotmaslik zarur. Shuning uchun marshrut tavsiya etiluvchi yo‘nalish va erkin ko‘rish rejimlari bilan birga beriladi. Tavsiya etiluvchi yo‘nalish foydalanuvchini adib hayoti, ijodi, memorial xonalar va asosiy eksponatlar bo‘yicha tartibli olib boradi; erkin rejim esa foydalanuvchiga o‘zi tanlagan zallar orasida harakatlanish imkonini beradi.

4. Hotspot va multimodal kontentni faollashtirish

VR muhitda hotspot tushunchasi AR rejimidagi fazoviy bog‘lanishning analogi hisoblanadi. Farqi shundaki, AR rejimida bog‘lanish real jahon koordinatasiga, VR rejimida esa panorama sferasidagi yo‘nalish yoki piksel koordinatasiga bog‘lanadi. Hotspot foydalanuvchi ko‘rish maydoniga tushganda, ustiga bosilganda yoki ma’lum vaqt davomida qarab turilganda kontent panelini ochishi mumkin.

$$h_i = \langle v_k, u_i, v_i, d_i, \alpha_i, c_i, \text{action}_i \rangle \tag{9}$$

bu yerda v_k – hotspot joylashgan panorama tuguni, (u_i, v_i) – equirectangular tasvirdagi piksel koordinatasi, d_i – sferik yo‘nalish vektori, α_i – faollashish burchagi, c_i – bog‘langan kontent, action_i esa foydalanuvchi harakati natijasida bajariladigan amalni bildiradi. action_i qiymati content, audio, teleport, zoom yoki back kabi turlarga ega bo‘lishi mumkin.

$$\text{angle}(d_{\text{view}}(t), d_i) = \arccos(d_{\text{view}}(t)^T d_i) \tag{10}$$

ISSN 3030-3907

Foydalanuvchining hozirgi ko‘rish yo‘nalishi $d_{\text{view}}(t)$ bilan hotspot yo‘nalishi d_i orasidagi burchak (10) formula orqali aniqlanadi. Shunga qaramay, kontent paneli har doim avtomatik ochilmasligi maqsadga muvofiq: tasodifiy faollashishlarni kamaytirish uchun foydalanuvchidan sensor ekran teginishi, sichqoncha bosishi yoki VR kursorni ma’lum vaqt ushlab turishi talab qilinadi.

Kontent paneli eksponat nomi, qisqa tavsif, audiogid tugmasi va til tanlash funksiyasidan iborat bo‘lishi mumkin. Natijada bitta eksponat bo‘yicha ma’lumot AR va VR muhitlari uchun alohida tayyorlanmaydi, balki yagona kontent modeli orqali ishlatiladi. Bu yondashuv adabiy uy-muzeylarda adib hayoti, asarlari, memorial buyumlar tarixi va ekspozitsiya kontekstini foydalanuvchiga tushunarli tarzda yetkazadi.

$$C_{\text{AR}} \cap C_{\text{VR}} \neq \varnothing \qquad (11)$$

Ushbu ifoda AR va VR rejimlarida umumiy kontent qatlamining mavjudligini bildiradi. Ya’ni asosiy eksponat tavsiflari, audiogidlar va til parametrlari ikkala rejimda ham bir xil ma’lumot bazasidan olinadi. Bu gibrid vizualizatsiya tizimining semantik izchilligini ta’minlaydi.

5. Virtual tur yaratish algoritmi

360° sferik panoramalar asosida VR virtual tur yaratish jarayoni bir nechta ketma-ket bosqichlardan iborat. Avvalo, muzey xonalari bo‘yicha panorama olish nuqtalari tanlanadi. Bu nuqtalar asosiy eksponatlar ko‘rinadigan, xonalar orasidagi o‘tishlar tushunarli va foydalanuvchining virtual harakati real muzey yo‘nalishiga mos bo‘ladigan tarzda belgilanadi.

Keyingi bosqichda olingan panorama tasvirlari tikiladi, to‘g‘rilanadi, ekspozitsiya va rang muvozanati bir xillashtiriladi hamda equirectangular formatga keltiriladi. So‘ng har bir panorama tuguni muzeyning semantik xaritasi bilan bog‘lanadi, teleport nuqtalari va eksponat hotspotlari belgilanadi. Yakunda VR interfeysda foydalanuvchining qarash yo‘nalishi, tanlash amali va kontent paneli ishlashi tekshiriladi[2,3].

1-jadval.

VR virtual tur yaratish bosqichlari va ularning algoritmik vazifalari

Bosqich	**Asosiy amal**	**Natija**	**Keyingi bog‘lanish**
Panorama olish	360° tasvirlarni yig‘ish	I_k^{360} tasvirlari	Sferik proyeksiya
Tugun yaratish	Panoramaga semantik atribut berish	S_k tuguni	G_VR grafigi

ISSN 3030-3907

Bosqich	Asosiy amal	Natija	Keyingi bog‘lanish
Hotspot belgilash	Eksponat va o‘tish nuqtalarini kiritish	H to‘plami	Kontent va teleport
Renderlash	Qarash yo‘nalishi bo‘yicha panorama fragmentini ko‘rsatish	VR kadr	Foydalanuvchi interfeysi
Sinxronlash	AR/VR kontent bazasini bog‘lash	Yagona C qatlami	Semantik graf modeli

6. MUHOKAMA.

360° panorama asosidagi VR tur 3D mesh sahnasiga nisbatan kamroq geometrik poligon talab qiladi, chunki asosiy vizual ma’lumot bitta tekstura sifatida sferaning ichki sirtiga joylashtiriladi. Shu sababli u hisoblash resurslari cheklangan mobil qurilmalarda ham nisbatan barqaror ishlashi mumkin. Biroq yuqori aniqlikdagi panorama teksturalari xotira sarfi va yuklanish vaqtini oshiradi. Shuning uchun panorama o‘lchami, siqish formati, LOD darajalari va hotspotlar soni qurilma imkoniyatlariga mos tanlanishi kerak[4,5].

Taklif etilgan modelning amaliy afzalligi shundaki, foydalanuvchi muzey ichki makonini masofadan turib ko‘radi, eksponatni joylashgan xona, devor, vitrina va boshqa obyektlar bilan birga qabul qiladi. Bu adabiy merosni alohida rasm yoki matn shaklida emas, balki fazoviy kontekstda tushuntirish imkonini beradi. Bundan tashqari, hotspot va audiogid mexanizmlari sayohat ssenariysini multimodal shaklda boyitadi.

Panorama asosidagi VR yondashuvning ayrim cheklovlari ham mavjud: u to‘liq 3D geometriyani bermaydi va foydalanuvchi xonada istalgan nuqtaga erkin siljiy olmaydi. Harakat oldindan belgilangan panorama tugunlari orasida bajariladi. Shu bois 3D mesh yoki dollhouse-vizualizatsiya modeli muzey makonining umumiy geometrik ko‘rinishini, 360° panorama esa xona ichidagi immersiv ko‘rish tajribasini ta’minlaydi. Ikkala yondashuv birgalikda qo‘llanganda adabiy uy-muzeyning ham geometrik, ham vizual jihatdan to‘liqroq raqamli ifodasi hosil bo‘ladi[7].

XULOSA.

Maqolada adabiy uy-muzeylar uchun 360° sferik panoramalar asosida VR virtual tur yaratish modeli ishlab chiqildi. Virtual tur vizual, navigatsion va multimodal kontent qatlamlaridan iborat tizim sifatida talqin qilindi. Sferik panorama va equirectangular proyeksiya orasidagi matematik bog‘lanish,

ISSN 3030-3907

panorama tugunlari orasidagi navigatsion graf, teleportatsiya qirralari va hotspotlarni faollashtirish modeli formal ko‘rinishda ifodalandi.

Taklif etilgan yondashuv real muzeyga bormagan foydalanuvchiga xonalar bo‘ylab virtual harakatlanish, eksponatlarni fazoviy kontekstda ko‘rish hamda matnli va audio ma’lumotlardan foydalanish imkonini beradi. Shuningdek, yagona kontent qatlami AR va VR rejimlari o‘rtasidagi semantik izchillikni saqlaydi.

Natijada madaniy meros obyektlarini raqamli saqlash, interaktiv taqdim etish va mobil platformalarda qo‘llash uchun samarali model shakllanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. 2nd ed. Springer, 2022.
2. Brown M., Lowe D.G. Automatic panoramic image stitching using invariant features. International Journal of Computer Vision, 2007.
3. Shum H.-Y., Szeliski R. Construction of panoramic image mosaics with global and local alignment. International Journal of Computer Vision, 2000.
4. Burdea G.C., Coiffet P. Virtual Reality Technology. Wiley, 2003.
5. Sherman W.R., Craig A.B. Understanding Virtual Reality: Interface, Application, and Design. Morgan Kaufmann, 2018.
6. Milgram P., Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE Transactions on Information and Systems, 1994.
7. Remondino F., El-Hakim S. Image-based 3D modelling: a review. The Photogrammetric Record, 2006.

ISSN 3030-3907

MARKERLASHNING AN’ANAVIY USULLARI: BO‘SAG‘ALASH, GRADIENTGA ASOSLANGAN VA REGION–GROWING

Rayimqulov O‘ral Mavlonivich
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada ultratovush qurilmasidan olingan dinamik tasvirlarni qayta ishlash jarayonida markerlashning an’anaviy usullari – bo‘sag‘alash, gradientga asoslangan chekka aniqlash va region–growing yondashuvlari ilmiy-amaliy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqotda UZI tasvirlariga xos spekl shovqin, past kontrast, chegaralarning noaniqligi, akustik soya va reverberatsiya kabi omillar segmentatsiya natijasiga qanday ta’sir ko‘rsatishi ko‘rib chiqiladi. Bo‘sag‘alash usuli tasvir piksel qiymatlarini tanlangan chegara qiymati bo‘yicha obyekt va fon sinflariga ajratishi, gradientga asoslangan yondashuv esa intensivlikning keskin o‘zgarishlari orqali konturlarni aniqlashi bilan izohlanadi. Region–growing usuli esa boshlang‘ich urug‘ nuqtalaridan boshlab o‘xshash piksel guruhlarini bosqichma-bosqich kengaytirish orqali obyekt oblastini ajratishga asoslanadi. Maqolada har bir usulning matematik modeli, algoritmik bosqichlari, UZI tasvirlaridagi qo‘llanish sohasi, afzalliklari va cheklovlari taqqoslanadi. Shuningdek, an’anaviy markerlash usullarini sun’iy intellekt, morfologik filtrlash va geometrik modellashtirish bilan uyg‘unlashtirish PhD tadqiqot mavzusi doirasida dinamik UZI tasvirlarini barqaror qayta ishlash uchun muhim metodologik asos bo‘lishi ko‘rsatiladi.

Kalit so‘zlar: ultratovush tasviri, UZI, markerlash, segmentatsiya, bo‘sag‘alash, gradient operatorlari, Sobel, region–growing, spekl shovqin, dinamik tasvirlarni qayta ishlash.

Аннотация. В данной статье выполнен научно-практический анализ традиционных методов маркирования (сегментации) при обработке динамических изображений, полученных с помощью ультразвукового исследования, включая пороговую обработку, методы обнаружения границ на основе градиента и подход region-growing. Рассматривается влияние характерных для ультразвуковых изображений факторов, таких как спекл-шум, низкий контраст, нечеткость границ, акустическая тень и реверберация, на результаты сегментации. Пороговый метод описывается как способ разделения пикселей изображения на классы объекта и фона на основе выбранного порогового значения. Градиентный подход объясняется выявлением контуров посредством анализа резких изменений интенсивности изображения. Метод region-growing основан на выделении области объекта путем поэтапного расширения групп схожих пикселей, начиная с заданных начальных (затравочных) точек. В статье сравниваются математические

ISSN 3030-3907

модели, алгоритмические этапы, области применения в ультразвуковых изображениях, а также преимущества и ограничения каждого из рассматриваемых методов. Кроме того, показано, что интеграция традиционных методов маркирования с технологиями искусственного интеллекта, морфологической фильтрацией и геометрическим моделированием может служить важной методологической основой для устойчивой обработки динамических ультразвуковых изображений в рамках темы PhD-исследования.

Ключевые слова: ультразвуковое изображение, УЗИ, маркирование, сегментация, пороговая обработка, градиентные операторы, оператор Собеля, region-growing, спекл-шум, обработка динамических изображений.

Abstract. This article presents a scientific and practical analysis of traditional marking (segmentation) methods used in the processing of dynamic ultrasound images, including thresholding, gradient-based edge detection, and region-growing approaches. The study examines how factors inherent to ultrasound images, such as speckle noise, low contrast, boundary ambiguity, acoustic shadowing, and reverberation, affect segmentation results. The thresholding method is described as a technique for separating image pixels into object and background classes based on a selected threshold value. The gradient-based approach is explained through the detection of contours by identifying abrupt changes in image intensity. The region-growing method is based on extracting an object region by progressively expanding groups of similar pixels starting from predefined seed points. The paper compares the mathematical models, algorithmic stages, application areas in ultrasound imaging, advantages, and limitations of each method. Furthermore, it is demonstrated that integrating traditional marking methods with artificial intelligence techniques, morphological filtering, and geometric modeling can provide an important methodological foundation for the robust processing of dynamic ultrasound images within the framework of the PhD research topic.

Keywords: ultrasound image, ultrasound imaging (USI), marking, segmentation, thresholding, gradient operators, Sobel operator, region-growing, speckle noise, dynamic image processing.

1. KIRISH.

Zamonaviy tibbiy diagnostikada ultratovush tekshiruvi keng qo‘llaniladigan, real vaqt rejimida axborot beruvchi va bemor uchun nisbatan xavfsiz tasvirlash texnologiyalaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, ichki organlar, yumshoq to‘qimalar, qon tomirlar, kistoz hosilalar va patologik o‘choqlarni kuzatishda UZI tasvirlari katta diagnostik ahamiyatga ega. Biroq ultratovush tasvirining fizik shakllanishi murakkab bo‘lib, unda spekl shovqin, past kontrast, akustik soya, akustik

ISSN 3030-3907

kuchayish va reverberatsiya kabi artefaktlar obyekt chegarasini aniq ajratishga salbiy ta’sir ko‘rsatadi [7], [15].

Tibbiy tasvirlarni qayta ishlashda markerlash yoki segmentatsiya tasvirdagi obyekt va fon pikselarini ma’lum sinflarga ajratish jarayoni sifatida qaraladi. Segmentatsiya natijasi keyingi bosqichlarda obyekt o‘lchami, maydoni, perimetri, shakliy koeffitsiyentlari, harakat dinamikasi va patologik o‘zgarish belgilarini baholash uchun asos yaratadi. Shu sababli UZI tasvirlarida markerlash aniqligi butun avtomatlashtirilgan diagnostika tizimining ishonchliligiga bevosita ta’sir qiladi [16], [20], [21].

Ultratovush qurilmasidan olingan dinamik tasvirlarda muammo yanada murakkablashadi. Bir tomondan, tasvirlar ketma-ket kadrlar ko‘rinishida keladi; ikkinchi tomondan, har bir kadrda shovqin darajasi, obyekt konturi va intensivlik taqsimoti biroz o‘zgarib turadi. Bu holat markerlash algoritmlaridan nafaqat alohida kadrni segmentatsiya qilishni, balki vaqt bo‘yicha barqarorlikni ham talab qiladi [7], [14].

An’anaviy markerlash usullari – bo‘sag‘alash, gradientga asoslangan usullar va region–growing – zamonaviy chuqur o‘qitish yondashuvlari paydo bo‘lishidan oldin ham keng qo‘llanilgan va hozir ham dastlabki ishlov berish, tezkor segmentatsiya, algoritm natijasini tekshirish hamda gibrid tizimlar tarkibida muhim ahamiyatga ega. Ularning matematik soddaligi, izohlanishi va kompyuterli realizatsiyasi qulayligi PhD tadqiqot mavzusi doirasida dinamik UZI tasvirlarini qayta ishlash usul va algoritmlarini ishlab chiqishda nazariy tayanch vazifasini bajaradi [1], [2], [24], [26].

Mazkur maqolaning maqsadi ultratovush tasvirlarida markerlashning an’anaviy usullarini nazariy va amaliy jihatdan tahlil qilish, ularning matematik modellari va algoritmik bosqichlarini yoritish, UZI tasvirlaridagi shovqin va artefaktlar sharoitida afzallik hamda cheklovlarini aniqlashdan iborat. Maqolaning amaliy ahamiyati shundaki, unda ko‘rib chiqilgan usullar keyinchalik kombinatsiyalashgan segmentatsiya, geometrik modellashtirish va sun’iy intellektga asoslangan tibbiy tasvirlarni qayta ishlash tizimlari uchun tayanch modul sifatida qo‘llanishi mumkin [12], [13].

2. ADABIYOTLAR TAHLILI.

Tibbiy tasvirlarni segmentatsiya qilish bo‘yicha ilmiy adabiyotlarda bo‘sag‘alash, chegaraga asoslangan, mintaqaga asoslangan, deformatsiyalanuvchi model va chuqur o‘qitish yondashuvlari keng yoritilgan. Otsu tomonidan taklif etilgan avtomatik bo‘sag‘alash usuli tasvir gistogrammasi asosida sinflararo dispersiyani maksimal qilish orqali optimal chegara qiymatini topishga xizmat qiladi. Bu usul oddiy tasvirlarda samarali bo‘lsa-da, UZI tasvirlarida spekl shovqin

ISSN 3030-3907

va past kontrast sabab optimal chegarani topish har doim ham barqaror bo‘lmaydi [1], [6], [10], [13], [21].

Gradientga asoslangan segmentatsiya masalasida Canny, Sobel, Prewitt va Roberts operatorlari muhim o‘rin egallaydi. Canny yondashuvi shovqinni silliqlash, gradientni hisoblash, maksimal bo‘lmagan qiymatlarni bostirish va ikki chegarali hysteresis bo‘sag‘alash bosqichlarini birlashtiradi. Bu yondashuv konturlarni aniq ko‘rsatadi, biroq ultratovush tasvirlarida shovqin sabab ko‘plab soxta chekkalar paydo bo‘lishi mumkin. Shu bois gradient usullari ko‘pincha median, Gauss, Wiener yoki SRAD filtrlari bilan birgalikda qo‘llanadi [2], [3], [4], [5], [8].

Region–growing yondashuvi mintaqaviy bir xillik va bog‘langanlik prinsipiga asoslanadi. Bu usulda dastlab obyekt ichidan urug‘ nuqta tanlanadi, so‘ng unga o‘xshash qo‘shni pikselar bosqichma-bosqich region tarkibiga qo‘shiladi. Mavjud tadqiqotlarda region–growing usuli yurak bo‘lmachalari, qon bilan to‘lgan qoramtir oblastlar, kista va ayrim organ segmentlarini ajratishda qo‘llanishi ko‘rsatilgan. Biroq urug‘ nuqtani noto‘g‘ri tanlash, mezonning juda yumshoq yoki juda qattiq berilishi segmentatsiya natijasida leakage yoki over-segmentation holatlariga olib keladi [20], [24], [25], [26].

So‘nggi yillarda U-Net va uning modifikatsiyalari, konvolyutsion neyron tarmoqlar hamda transformerlarga asoslangan segmentatsiya modellari tibbiy tasvirlarda yuqori natijalar bermoqda. Shunga qaramay, an’anaviy usullar o‘z ahamiyatini yo‘qotmagan. Ular ma’lumot kam bo‘lgan holatlarda, algoritmni tushuntirish zarur bo‘lganda, real vaqtli dastlabki markerlashda va chuqur o‘qitish modelini baholash uchun etalon yoki yordamchi modul sifatida foydalidir [10], [11], [12], [13], [28].

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, UZI tasvirlarini markerlashda yagona universal usul mavjud emas. Bo‘sag‘alash tezkor, ammo shovqinga sezgir; gradient usuli konturlarni yaxshi beradi, ammo uzilgan chegaralar muammosiga ega; region–growing obyekt oblastini to‘liq olishga intiladi, ammo urug‘ nuqtaga bog‘liq. Shu sababli dinamik ultratovush tasvirlarini qayta ishlashda ushbu usullarni kombinatsiyalash va geometrik model bilan bog‘lash maqsadga muvofiqdir [7], [14], [21].

3. METODOLOGIYA.

Tadqiqot metodologiyasi ultratovush tasvirlarida markerlashning uchta an’anaviy yondashuvini — bo‘sag‘alash, gradientga asoslangan chekka aniqlash va region–growing usullarini yagona tahliliy sxemada ko‘rib chiqishga asoslandi. Kirish ma’lumoti sifatida ultratovush tasviri ikki o‘lchamli intensivlik funksiyasi ko‘rinishida qaraldi: [16], [17], [18]

$$I(x,y): \Omega \subset \mathbb{Z}^2 \to [0, L-1] \qquad (1)$$

ISSN 3030-3907

bu yerda I(x,y) – (x,y) koordinatadagi piksel intensivligi, Ω – tasvir sohasi, L – kulrang darajalar soni. Dinamik UZI tasvirlarida esa kadrlar ketma-ketligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\mathcal{V} = \{ I_t(x,y) \mid t = 1,2,\dots,N \} \qquad (2)$$

bu yerda t – kadr tartib raqami, N – video ketma-ketlikdagi umumiy kadrlar soni. Har bir markerlash usuli alohida kadrga qo‘llanishi, keyinchalik esa vaqt bo‘yicha natijalarni barqarorlashtirish uchun morfologik yoki geometrik tahlil bosqichi qo‘shilishi mumkin [17].

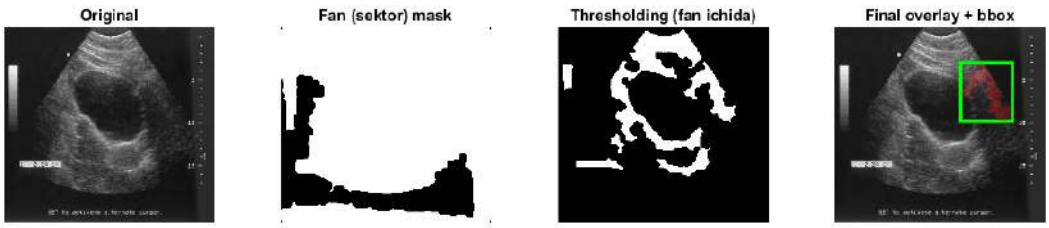
3.1. BO‘SAG‘ALASH USULI.

Bo‘sag‘alash tasvirni tanlangan chegara qiymat T bo‘yicha obyekt va fon sinflariga ajratadi. Bu yondashuv binarizatsiya operatsiyasi sifatida quyidagicha yoziladi: [1], [16]

$$M_T(x,y) = 1, agar I(x,y) \geq T; \quad M_T(x,y) = 0, agar I(x,y) < T \qquad (3)$$

Bu yerda $M_T(x,y)$ – segmentatsiya natijasida hosil bo‘lgan binar maska, T – bo‘sag‘alash qiymati. Global bo‘sag‘alashda bitta T qiymati butun tasvir uchun tanlanadi; lokal bo‘sag‘alashda esa T har bir mahalliy oynada alohida hisoblanadi. UZI tasvirlarida suyuqlik bilan to‘lgan qoramtir sohalar, tosh yoki kalsinat kabi yorqin strukturalar mavjud bo‘lganda bo‘sag‘alash tezkor natija beradi [1].

Bo‘sag‘alashning algoritmik bosqichlari quyidagicha umumlashtiriladi: tasvirni kiritish, shovqinni kamaytirish uchun filtrlash, gistogrammani tahlil qilish, T qiymatini tanlash, binar maska hosil qilish, kichik shovqinli oblastlarni olib tashlash va morfologik tozalash. Ushbu jarayon tez bajariladi, ammo spekl shovqin kuchli bo‘lganda obyekt ichida teshiklar, fon qismida esa soxta piksel guruhlari paydo bo‘lishi mumkin [8], [9].



1-rasm. Haqiqiy UZI tasviri va bo‘sag‘alashdan keyingi segmentatsiya ko‘rinishlari

3.2. GRADIENTGA ASOSLANGAN MARKERLASH

Gradientga asoslangan yondashuv obyekt chegaralari bo‘ylab intensivlik keskin o‘zgaradi, degan prinsipga tayanadi. Tasvirning x va y yo‘nalishlardagi hosilalari $G_x va G_y$ orqali hisoblanadi. Gradient magnitudasi quyidagicha aniqlanadi: [2], [3], [4], [5]

$$G(x,y) = \sqrt{(G_x(x,y)^2 + G_y(x,y)^2)} \qquad (4)$$

Gradient yo‘nalishi esa quyidagi ifoda bilan beriladi:

ISSN 3030-3907

$$\theta(x,y) = arctan\left(G_Y(x,y)/G_x(x,y)\right) \qquad (5)$$

Sobel, Prewitt va Roberts operatorlari ushbu xususiy hosilalarni konvolyutsion yadrolar yordamida taxminan hisoblaydi. UZI tasvirlarida gradient usuli organ devori, kista chegarasi yoki patologik o‘choq konturini aniqlashda qo‘llanishi mumkin. Biroq spekl shovqin lokal intensivlik o‘zgarishlarini kuchaytirib, yolg‘on chekkalar paydo qiladi. Shu sababli gradientdan oldin silliqlash, gradientdan keyin esa ikki chegarali bo‘sag‘alash va konturlarni yopish amallari bajarilishi zarur [2], [3], [4], [5], [8].

Gradient asosidagi markerlashning umumiy algoritmi quyidagicha: dastlab tasvir Gauss yoki median filtr bilan silliqlanadi; keyin $G_x va G_y$ hosilalari hisoblanadi; gradient magnitudasi va yo‘nalishi aniqlanadi; zaif gradientli nuqtalar chiqarib tashlanadi; kuchli va zaif chekkalar orasidagi bog‘lanish hysteresis mexanizmi orqali tekshiriladi; yakunda kontur xaritasi hosil qilinadi. Ushbu yondashuv obyekt chegarasini nozik chiziq ko‘rinishida beradi, biroq segmentatsiya maskasini olish uchun konturlarni to‘ldirish bosqichi talab etiladi [2], [6], [22], [23].

3.3. REGION–GROWING USULI.

Region–growing mintaqaviy bir xillikka asoslangan markerlash usuli bo‘lib, unda boshlang‘ich urug‘ nuqtadan boshlab o‘xshash qo‘shni pikselar ketma-ket obyekt regioniga qo‘shiladi. Eng sodda holatda qo‘shish mezoni quyidagicha yoziladi: [20], [21], [26]

$$|I(p) - \mu_R| \le \delta \Rightarrow p \in R \qquad (6)$$

bu yerda p – qo‘shni piksel, μ_R – region ichidagi pikselar o‘rtacha intensivligi, δ – ruxsat etilgan farq. Agar piksel region o‘rtacha qiymatiga yetarlicha yaqin bo‘lsa, u obyekt tarkibiga qo‘shiladi. Jarayon yangi piksel qo‘shilmay qolguncha davom etadi.

Region–growing algoritmi quyidagi bosqichlardan iborat: obyekt ichidan urug‘ nuqta tanlash; o‘xshashlik mezonini belgilash; urug‘ atrofidagi qo‘shnilarni tekshirish; mezonga mos pikselarni regionga qo‘shish; region o‘rtacha qiymatini yangilash; to‘xtash sharti bajarilgunga qadar jarayonni takrorlash. UZI tasvirlarida bu usul qon bilan to‘lgan qoramtir oblastlar, kistalar, yurak bo‘lmachalari yoki nisbatan bir xil intensivlikka ega organ segmentlarini ajratishda foydalidir [24], [25], [26].

Ushbu usulning asosiy ustunligi shundaki, natija obyektning ichki oblastini to‘liq qamrab olgan maska sifatida hosil bo‘ladi. Biroq urug‘ nuqtaning noto‘g‘ri tanlanishi yoki δ qiymatining noto‘g‘ri berilishi segmentatsiya natijasiga jiddiy ta’sir qiladi. δ juda katta bo‘lsa, region obyekt chegarasidan tashqariga yoyilib

ISSN 3030-3907

ketadi; juda kichik bo‘lsa, obyekt ichida teshiklar va bo‘linib ketgan segmentlar paydo bo‘ladi [21], [26].

3.4. USULLARNI QIYOSIY BAHOLASH MODELI

An’anaviy markerlash usullarini taqqoslash uchun ularning hisoblash tezligi, shovqinga chidamliligi, kontur aniqligi, obyekt oblastini to‘liq berishi va avtomatlashtirishga mosligi mezonlari tanlandi. Quyidagi jadval ushbu yondashuvlarning UZI tasvirlaridagi asosiy xususiyatlarini umumlashtiradi [7], [14], [20].

1-jadval

Bo‘sag‘alash, Gradient va Region–growing usullarni qiyosiy tahlili

Usul	Asosiy tamoyil	Afzalligi	Kamchiligi	UZI uchun tavsiya
Bo‘sag‘alash	Intensivlikni T qiymat bilan solishtirish	Sodda, tezkor, izohlanadigan	Shovqinga sezgir, T tanlash qiyin	Yuqori kontrastli obyektlar uchun dastlabki maska
Gradient	Intensivlikning keskin o‘zgarishini topish	Kontur nuqtalarini aniq ko‘rsatadi	Spekl shovqinda yolg‘on chekkalar ko‘p	Filtrlashdan keyin kontur aniqlash uchun
Region–growing	Urug‘ nuqtadan o‘xshash pikselarni qo‘shish	Obyekt oblastini to‘liq beradi	Urug‘ va δ qiymatiga bog‘liq	Bir jinsli kista, qon sohasi, organ oblastlari uchun

4. MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, bo‘sag‘alash UZI tasvirlarida eng sodda markerlash usuli bo‘lib, real vaqtli dastlabki segmentatsiya uchun qulaydir. U yuqori kontrastli obyektlar, masalan, suyuqlik bilan to‘lgan qoramtir kista yoki yorqin kalsinatlarni ajratishda samarali ishlaydi. Biroq UZI tasvirlarida spekl shovqin va intensivlikning notekis taqsimlanishi sabab bitta global T qiymati har doim ham optimal bo‘lmaydi. Shu sababli lokal bo‘sag‘alash, Otsu mezoni yoki adaptiv bo‘sag‘alashdan foydalanish zarurati yuzaga keladi [1], [7], [8].

Gradientga asoslangan yondashuv obyekt chegarasini aniq ko‘rsatishi bilan ajralib turadi. Ayniqsa, segmentatsiya natijasidan keyin geometrik modellashtirish,

ISSN 3030-3907

kontur uzunligi, perimetr, egri chiziqlilik yoki shakl notekisligini hisoblash kerak bo‘lsa, gradient xaritasi foydali axborot beradi. Biroq bu usul faqat chegara axborotiga tayanadi. Agar obyekt konturi akustik soya sabab uzilgan bo‘lsa yoki chegaralar past kontrastli bo‘lsa, gradient yondashuvi yopiq obyekt maskasini mustaqil hosil qila olmaydi [2], [3], [4], [6].

Region–growing usuli bo‘sag‘alash va gradient usullariga nisbatan obyektning ichki oblastini to‘liq berishga ko‘proq mos keladi. U bog‘langanlik mezoniga tayangani sabab, obyektning murakkab shaklini ham qamrab olishi mumkin. Shu bilan birga, UZI tasvirlarida region ichidagi spekl shovqin va intensivlik heterogenligi δ mezonini tanlashni qiyinlashtiradi. Natijada leakage yoki over-segmentation muammolari yuzaga keladi [20], [21], [26].

PhD tadqiqot mavzusi nuqtayi nazaridan ushbu uch usulni alohida emas, balki ketma-ket yoki gibrid tarzda qo‘llash maqsadga muvofiq. Masalan, dastlab bo‘sag‘alash orqali nomzod ROI olinadi, gradient orqali chegaralar aniqlanadi, region–growing orqali obyekt ichki sohasi to‘ldiriladi, so‘ng geometrik model yordamida maydon, kontur, markaz, eksantrisitetsimon ko‘rsatkichlar va vaqt bo‘yicha siljish baholanadi. Bunday yondashuv dinamik UZI tasvirlarida obyektlarni barqaror kuzatish uchun qulay metodologik asos yaratadi [14], [22], [23], [25].

Muhokama jarayonida aniqlangan yana bir muhim jihat shundaki, an’anaviy markerlash usullari sun’iy intellektga asoslangan segmentatsiya tizimlari uchun ham yordamchi rol o‘ynaydi. Ular o‘quv ma’lumotlarini dastlabki belgilash, neyron tarmoq chiqishini post-processing qilish, aniqlangan maskani geometriya bo‘yicha tekshirish va algoritm xatosini izohlashda qo‘llanishi mumkin. Shu sababli an’anaviy usullarni faqat eskirgan yondashuv deb emas, balki izohlanadigan, nazorat qilinadigan va gibrid tizimlarga integratsiya qilinadigan tayanch algoritmlar sifatida qarash lozim [10], [12], [13], [28].

5. XULOSA.

Birinchidan, bo‘sag‘alash usuli UZI tasvirlarida yuqori kontrastli obyektlarni tezkor ajratish uchun qulay bo‘lsa-da, spekl shovqin, past kontrast va intensivlik notekisligi mavjud holatlarda lokal yoki adaptiv variantlar bilan to‘ldirilishi kerak.

Ikkinchidan, gradientga asoslangan markerlash obyekt konturlarini aniqlashda samarali bo‘lib, geometrik modellashtirish uchun muhim chegara axborotini beradi. Biroq uzilgan konturlarni yopish va yolg‘on chekkalarni kamaytirish uchun filtrlash hamda post-processing bosqichlari zarur.

Uchinchidan, region–growing usuli obyektning ichki oblastini to‘liq qamrab olish imkonini beradi, ammo urug‘ nuqta va o‘xshashlik mezoniga sezgir. Shu

ISSN 3030-3907

sababli uni avtomatik deteksiya, bo‘sag‘alash yoki gradient orqali olingan dastlabki natijalar bilan qo‘llash maqsadga muvofiq.

To‘rtinchidan, dinamik ultratovush tasvirlarini qayta ishlashda markerlash natijalarining vaqt bo‘yicha barqarorligi muhim hisoblanadi. Bu esa an’anaviy segmentatsiya usullarini geometrik parametrlar, morfologik tozalash va harakatni baholash algoritmlari bilan integratsiya qilishni talab qiladi.

Beshinchidan, kelajakdagi tadqiqotlarda bo‘sag‘alash, gradient va region–growing yondashuvlarini chuqur o‘qitish modellarining natijalarini izohlash, nazorat qilish va post-processing qilish bosqichlariga integratsiya qilish UZI tasvirlari asosida avtomatlashtirilgan diagnostika tizimlarining ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Otsu N. A threshold selection method from gray-level histograms. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, 1979, Vol. 9, No. 1, pp. 62–66. DOI: 10.1109/TSMC.1979.4310076.
2. Canny J. A computational approach to edge detection. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1986, Vol. 8, No. 6, pp. 679–698. DOI: 10.1109/TPAMI.1986.4767851.
3. Sobel I., Feldman G. A 3x3 isotropic gradient operator for image processing. Stanford Artificial Intelligence Project, 1968.
4. Prewitt J. M. S. Object enhancement and extraction. Picture Processing and Psychopictorics, Academic Press, 1970, pp. 75–149.
5. Roberts L. G. Machine perception of three-dimensional solids. Optical and Electro-Optical Information Processing, MIT Press, 1965, pp. 159–197.
6. Kass M., Witkin A., Terzopoulos D. Snakes: Active contour models. International Journal of Computer Vision, 1988, Vol. 1, pp. 321–331. DOI: 10.1007/BF00133570.
7. Noble J. A., Boukerroui D. Ultrasound image segmentation: A survey. IEEE Transactions on Medical Imaging, 2006, Vol. 25, No. 8, pp. 987–1010. DOI: 10.1109/TMI.2006.877092.
8. Yu Y., Acton S. T. Speckle reducing anisotropic diffusion. IEEE Transactions on Image Processing, 2002, Vol. 11, No. 11, pp. 1260–1270. DOI: 10.1109/TIP.2002.804276.
9. Perona P., Malik J. Scale-space and edge detection using anisotropic diffusion. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1990, Vol. 12, No. 7, pp. 629–639. DOI: 10.1109/34.56205.
10. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. MICCAI, 2015, pp. 234–241. DOI: 10.1007/978-3-319-24574-4_28.

11. Long J., Shelhamer E., Darrell T. Fully convolutional networks for semantic segmentation. Proceedings of CVPR, 2015, pp. 3431–3440. DOI: 10.1109/CVPR.2015.7298965.
12. Litjens G., Kooi T., Bejnordi B. E., et al. A survey on deep learning in medical image analysis. Medical Image Analysis, 2017, Vol. 42, pp. 60–88. DOI: 10.1016/j.media.2017.07.005.
13. Minaee S., Boykov Y., Porikli F., et al. Image segmentation using deep learning: A survey. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2022, Vol. 44, No. 7, pp. 3523–3542. DOI: 10.1109/TPAMI.2021.3059968.
14. Xian M., Zhang Y., Cheng H. D., Xu F., Zhang B., Ding J. Automatic breast ultrasound image segmentation: A survey. Pattern Recognition, 2018, Vol. 79, pp. 340–355. DOI: 10.1016/j.patcog.2018.02.012.
15. Szabo T. L. Diagnostic Ultrasound Imaging: Inside Out. 2nd ed. Academic Press, 2014. DOI: 10.1016/C2011-0-07261-7.
16. Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital Image Processing. 4th ed. Pearson, 2018.
17. Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. 2nd ed. Springer, 2022. DOI: 10.1007/978-3-030-34372-9.
18. Sonka M., Hlavac V., Boyle R. Image Processing, Analysis, and Machine Vision. 4th ed. Cengage Learning, 2014.
19. Zhang Y., Brady M., Smith S. Segmentation of brain MR images through a hidden Markov random field model and the expectation-maximization algorithm. IEEE Transactions on Medical Imaging, 2001, Vol. 20, No. 1, pp. 45–57. DOI: 10.1109/42.906424.
20. Haralick R. M., Shapiro L. G. Image segmentation techniques. Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 1985, Vol. 29, No. 1, pp. 100–132. DOI: 10.1016/S0734-189X(85)90153-7.
21. Pham D. L., Xu C., Prince J. L. Current methods in medical image segmentation. Annual Review of Biomedical Engineering, 2000, Vol. 2, pp. 315–337. DOI: 10.1146/annurev.bioeng.2.1.315.
22. McInerney T., Terzopoulos D. Deformable models in medical image analysis: A survey. Medical Image Analysis, 1996, Vol. 1, No. 2, pp. 91–108. DOI: 10.1016/S1361-8415(96)80007-7.
23. Chan T. F., Vese L. A. Active contours without edges. IEEE Transactions on Image Processing, 2001, Vol. 10, No. 2, pp. 266–277. DOI: 10.1109/83.902291.
24. Comaniciu D., Meer P. Mean shift: A robust approach toward feature space analysis. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2002, Vol. 24, No. 5, pp. 603–619. DOI: 10.1109/34.1000236.

25. Felzenszwalb P. F., Huttenlocher D. P. Efficient graph-based image segmentation. International Journal of Computer Vision, 2004, Vol. 59, pp. 167–181. DOI: 10.1023/B:VISI.0000022288.19776.77.
26. Boykov Y., Jolly M. P. Interactive graph cuts for optimal boundary and region segmentation of objects in N-D images. ICCV, 2001, pp. 105–112. DOI: 10.1109/ICCV.2001.937505.
27. Achanta R., Shaji A., Smith K., et al. SLIC superpixels compared to state-of-the-art superpixel methods. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2012, Vol. 34, No. 11, pp. 2274–2282. DOI: 10.1109/TPAMI.2012.120.
28. Isensee F., Jaeger P. F., Kohl S. A. A., Petersen J., Maier-Hein K. H. nnU-Net: A self-configuring method for deep learning-based biomedical image segmentation. Nature Methods, 2021, Vol. 18, pp. 203–211. DOI: 10.1038/s41592-020-01008-z.

ISSN 3030-3907

OZIQ-OVQAT XAVFSIZLIGI ZAMONAVIY MUAMMOLAR VA ULARNI HAL ETISH YO‘LLARI

Bobomurotov Nurmamat Norbodalovich
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, Yengil sanoat va oziq-ovqat texnologiyalar kafedrasi assistenti
E-mail: Nurmamat59@gmail.com
Yo‘ldoshev Raufbek Olimjon o‘g‘li
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, Yengil sanoat va oziq-ovqat texnologiyalar kafedrasi assistenti
E-mail: raufbekyuldoshev96@gmail.com
Ismatova Gulnora Qahhor qizi
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, Oziq-ovqat texnologiyasi ta‘lim yo‘nalishi 3-bosqich talabasi.
E-mail: ismatova00003@gmail.com
Mamaraimova Sabrina Qaxxor qizi
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, Oziq-ovqat texnologiyasi ta‘lim yo‘nalishi 3-bosqich talabasi
E-mail: sabrina2003@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada oziq-ovqat xavfsizligining mazmun-mohiyati, uning aholi salomatligi va mamlakat iqtisodiy rivojlanishidagi o‘rni yoritilgan. Shuningdek, oziq-ovqat xavfsizligiga ta’sir etuvchi asosiy omillar, jumladan iqlim o‘zgarishi, demografik o‘sish, qishloq xo‘jaligi samaradorligi va logistika tizimlarining holati tahlil qilingan. Oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash bo‘yicha amaliy tavsiyalar va istiqbolli yo‘nalishlar bayon etilgan.

Kalit so‘zlar: oziq-ovqat xavfsizligi, qishloq xo‘jaligi, oziq-ovqat ta’minoti, aholi salomatligi, iqlim o‘zgarishi, oziq-ovqat sifati, barqaror rivojlanish.

Аннотация. В данной статье рассматривается сущность продовольственной безопасности, ее роль в общественном здравоохранении и экономическом развитии страны. Также анализируются основные факторы, влияющие на продовольственную безопасность, включая изменение климата, демографический рост, эффективность сельского хозяйства и состояние логистических систем. Изложены практические рекомендации и перспективные направления обеспечения продовольственной безопасности.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, сельское хозяйство, снабжение продовольствием, общественное здравоохранение, изменение климата, качество продуктов питания, устойчивое развитие.

Abstract. This article discusses the essence of food security, its role in public health and the country's economic development. It also analyzes the main factors affecting food security, including climate change, demographic growth,

agricultural efficiency and the state of logistics systems. Practical recommendations and promising directions for ensuring food security are outlined.
Keywords. food security, agriculture, food supply, public health, climate change, food quality, sustainable development.

KIRISH.

Oziq-ovqat xavfsizligi bugungi kunda jahon hamjamiyati oldida turgan eng dolzarb va strategik masalalardan biri hisoblanadi. Insoniyat taraqqiyoti, aholi salomatligi, iqtisodiy barqarorlik va ijtimoiy farovonlik bevosita oziq-ovqat mahsulotlarining yetarliligi, sifati hamda xavfsizligiga bog‘liqdir. Shu sababli oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash masalasi nafaqat alohida davlatlar, balki xalqaro tashkilotlar va butun dunyo hamjamiyatining ustuvor vazifalaridan biri sifatida qaralmoqda. So‘nggi yillarda dunyo aholisi sonining jadal sur’atlarda ortib borishi, global iqlim o‘zgarishi, suv va yer resurslarining cheklanishi, ekologik muammolar hamda iqtisodiy inqirozlar oziq-ovqat xavfsizligiga jiddiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Bunday sharoitda qishloq xo‘jaligi mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini oshirish, ularning sifatini yaxshilash va aholini xavfsiz oziq-ovqat mahsulotlari bilan uzluksiz ta’minlash muhim ahamiyat kasb etadi. Oziq-ovqat xavfsizligi tushunchasi faqat mahsulotlarning yetarli miqdorda mavjudligini emas, balki ularning sanitariya-gigiyena talablariga mosligi, biologik va kimyoviy xavfsizligi, oziqlanish qiymati hamda aholining barcha qatlamlari uchun iqtisodiy jihatdan qulayligini ham o‘z ichiga oladi. Shu nuqtai nazardan, oziq-ovqat xavfsizligi ko‘p qirrali ijtimoiy-iqtisodiy kategoriya bo‘lib, mamlakatning milliy xavfsizligi bilan chambarchas bog‘liqdir.

O‘zbekiston Respublikasida ham oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Mamlakatda qishloq xo‘jaligini modernizatsiya qilish, zamonaviy agrotexnologiyalarni joriy etish, oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash sanoatini rivojlantirish va eksport salohiyatini oshirish bo‘yicha keng ko‘lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. Bu esa ichki bozorni sifatli mahsulotlar bilan ta’minlash va aholining oziq-ovqatga bo‘lgan ehtiyojini to‘liq qondirishga xizmat qilmoqda. Mazkur maqolaning maqsadi oziq-ovqat xavfsizligining nazariy va amaliy jihatlarini o‘rganish, unga ta’sir etuvchi asosiy omillarni tahlil qilish hamda zamonaviy sharoitda oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashning samarali yo‘llarini yoritishdan iboratdir. Bugungi globallashuv sharoitida oziq-ovqat xavfsizligi dunyo miqyosidagi eng muhim masalalardan biri hisoblanadi. Aholining oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan ehtiyojini to‘liq qondirish, sifatli va xavfsiz mahsulotlar bilan uzluksiz ta’minlash har qanday davlatning strategik vazifalaridan biridir. Oziq-ovqat xavfsizligi masalasi nafaqat iqtisodiy, balki ijtimoiy va ekologik jihatlar bilan ham chambarchas bog‘liqdir. Birlashgan Millatlar Tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, dunyo aholisi sonining

ISSN 3030-3907

muntazam o‘sib borishi oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabni yanada oshirmoqda. Shu sababli qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini modernizatsiya qilish va resurslardan oqilona foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Oziq-ovqat xavfsizligi bugungi global taraqqiyot kun tartibida eng murakkab va ko‘p omilli masalalardan biri sifatida baholanadi. Ilmiy adabiyotlarda bu tushuncha faqat mahsulot ishlab chiqarish hajmi bilan emas, balki oziq-ovqatning mavjudligi, iqtisodiy va jismoniy kirish imkoniyati, biologik to‘yimliligi, sanitariya xavfsizligi hamda ta’minot barqarorligi bilan izohlanadi. Shu sababli zamonaviy tadqiqotlarda oziq-ovqat xavfsizligi agrar ishlab chiqarish, sog‘liqni saqlash, ekologiya, savdo, logistika, ijtimoiy himoya va davlat boshqaruvi kesishgan murakkab tizim sifatida o‘rganilmoqda. FAO, IFAD, UNICEF, WFP va WHO tomonidan e’lon qilingan SOFI 2025 hisobotida oziq-ovqat narxlari inflyatsiyasi aholining xarid qobiliyatini pasaytirishi, kam daromadli guruhlar uchun sog‘lom ratsionga kirishni cheklashi va bolalar ovqatlanishi sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi alohida qayd etilgan. (openknowledge.fao.org)

Mavjud adabiyotlarda oziq-ovqat xavfsizligining birinchi muhim yo‘nalishi sifatida ishlab chiqarish va ta’minot barqarorligi ko‘rsatiladi. Bu yo‘nalishda asosiy muammo shundan iboratki, qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi iqlim o‘zgarishi, suv tanqisligi, tuproq degradatsiyasi, energiya va o‘g‘it narxlarining o‘zgarishi, geosiyosiy ziddiyatlar hamda transport-logistika uzilishlariga kuchli bog‘liq. Jahon bankining 2026-yilgi oziq-ovqat xavfsizligi yangilanishida qishloq xo‘jaligi va don narxlari indekslari o‘sishi, xususan bug‘doy va makkajo‘xori narxlaridagi bosim global oziq-ovqat bozorlarida beqarorlik xavfini kuchaytirayotgani ko‘rsatilgan. Bu holat oziq-ovqat xavfsizligini faqat ichki ishlab chiqarish masalasi emas, balki xalqaro bozorlar, import zanjirlari va makroiqtisodiy barqarorlik bilan bog‘liq strategik masala sifatida ko‘rish zarurligini tasdiqlaydi. (worldbank.org)

Ikkinchi muhim yo‘nalish — oziq-ovqat mahsulotlarining sanitariya, mikrobiologik va kimyoviy xavfsizligidir. WHO ma’lumotlariga ko‘ra, oziq-ovqat orqali yuqadigan kasalliklar global miqyosda jiddiy sog‘liqni saqlash muammosi bo‘lib qolmoqda; tashkilot har yili dunyoda yuz millionlab insonlar ifloslangan oziq-ovqat iste’moli oqibatida kasallanishini qayd etadi. Bu esa oziq-ovqat xavfsizligini faqat agrar siyosat emas, balki epidemiologik nazorat, laboratoriya diagnostikasi, veterinariya, sanitariya-gigiyena, iste’molchilar huquqlarini himoya qilish va sog‘liqni saqlash tizimi bilan chambarchas bog‘laydi. WHO shuningdek, iqlim o‘zgarishi ekstremal ob-havo hodisalari, havo va suv haroratining oshishi hamda yog‘ingarchilik rejimidagi o‘zgarishlar orqali mavjud va yangi oziq-ovqat xavflarini kuchaytirishi mumkinligini ta’kidlaydi. (Всемирная организация здравоохранения)

ISSN 3030-3907

Uchinchi yo‘nalish — oziq-ovqat xavfsizligida “daladan dasturxongacha” tamoyilining kuchayishidir. Zamonaviy yondashuvlarda xavfsizlik faqat tayyor mahsulotni tekshirish orqali emas, balki butun qiymat zanjiri bo‘ylab nazorat qilinishi kerakligi asoslanadi. Bunga urug‘ va yem sifati, agrotexnik jarayonlar, pestitsid va antibiotiklardan foydalanish, chorvachilikda veterinariya nazorati, hosilni yig‘ish, saqlash, qayta ishlash, qadoqlash, transportirovka, chakana savdo va iste’molchi xulq-atvori kiradi. EFSA oziq-ovqat orqali yuqadigan zoonoz kasalliklar xavfi “farm to fork” — ya’ni ishlab chiqarishdan iste’molgacha bo‘lgan barcha bosqichlarda mavjudligini ko‘rsatadi. Demak, yakuniy mahsulotni laboratoriyada tekshirish zarur, lekin yetarli emas; tizimli profilaktika, izlenebilirlik, HACCP, ISO 22000, veterinariya-sanitariya nazorati va riskga asoslangan inspeksiya mexanizmlari ustuvor bo‘lishi kerak. (European Food Safety Authority)

To‘rtinchi yo‘nalish antimikrob rezistentlik muammosi bilan bog‘liq. Oziq-ovqat tizimida antibiotiklardan noto‘g‘ri yoki ortiqcha foydalanish chorvachilik, veterinariya, suv va tuproq muhitida chidamli mikroorganizmlar shakllanishiga olib kelishi mumkin. FAOning antimikrob rezistentlik bo‘yicha harakat rejasida bu masala oziq-ovqat va qishloq xo‘jaligi sektorida ko‘p tarmoqli yondashuvni talab qiluvchi xavf sifatida baholanadi. 2025–2026-yillarda FAO tomonidan oziq-ovqat tizimlarida antimikrob rezistentlikning yashirin omillari, xususan antibiotik bo‘lmagan kimyoviy moddalar orqali rezistent bakteriyalarning saqlanishi va tarqalishi masalalari ham muhokama qilinmoqda. (openknowledge.fao.org)

O‘zbekiston sharoitida oziq-ovqat xavfsizligi masalasi yanada aniqroq ijtimoiy-iqtisodiy mazmunga ega. Mamlakatda suv resurslarining cheklanganligi, ayrim hududlarda tuproq sho‘rlanishi, qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash infratuzilmasining notekis rivojlanganligi, narxlar mavsumiy tebranishi, importga bog‘liq ayrim tovarlar va logistika xarajatlari oziq-ovqat xavfsizligiga bevosita ta’sir qiladi. O‘zbekistonning oziq-ovqat tizimlari bo‘yicha milliy yo‘l xaritasida oziq-ovqat xavfsizligi mavjudlik, kirish imkoniyati, foydalanish va barqarorlik komponentlari asosida ko‘rib chiqilishi belgilangan. FAOning O‘zbekiston bilan hamkorlikdagi 2025-yilgi loyihalarida esa oziq-ovqat nazorati tizimini baholash, iste’molchi salomatligini himoya qilish, muvozanatli ovqatlanishni yaxshilash va xalqaro bozorlarda raqobatbardoshlikni oshirish vazifalari ilgari surilgan. (UNFoodSystems)

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, oziq-ovqat xavfsizligi muammosini hal etishda faqat ishlab chiqarishni ko‘paytirish yetarli emas. Agar mahsulot ko‘p ishlab chiqarilsa-yu, lekin u iste’molchiga qimmat yetib borsa, sifati nazorat qilinmasa, saqlashda nobud bo‘lsa yoki to‘yimli ratsionni ta’minlamasa, bunday tizimni xavfsiz deb bo‘lmaydi. Shu bois zamonaviy ilmiy yondashuvlar

ISSN 3030-3907

mahsuldorlik, narx barqarorligi, ijtimoiy himoya, sanitariya nazorati, laboratoriya salohiyati, raqamli monitoring, eksport-import standartlari va iste'molchi madaniyatini yagona tizimda o'rganishni talab etadi. O'zbekiston va FAO o'rtasidagi 2030-yilgacha bo'lgan hamkorlik yo'nalishlarida oziq-ovqat xavfsizligi, ovqatlanish, One Health kuzatuvi, tabiiy resurslarni boshqarish va qishloq hududlarini barqaror rivojlantirish kabi yo'nalishlarning belgilanishi ham aynan kompleks yondashuv zarurligini ko'rsatadi. (FAOHome)

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Mazkur tadqiqotning metodologik asosi oziq-ovqat xavfsizligini ko'p omilli, tizimli va amaliy boshqaruv obyekti sifatida o'rganishga tayanadi. Tadqiqotda oziq-ovqat xavfsizligi faqat qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish hajmi bilan cheklanmaydi; u aholining sifatli va to'yimli oziq-ovqatga iqtisodiy kirish imkoniyati, mahsulot xavfsizligi, bozor barqarorligi, davlat nazorati, logistika infratuzilmasi, ekologik omillar va iste'mol madaniyati bilan bog'liq integral ko'rsatkichlar majmui sifatida baholanadi. Shuning uchun metodologiya tizimli tahlil, qiyosiy tahlil, statistik tahlil, kontent-tahlil, ekspert baholash va muammoli-diagnostik yondashuvlar uyg'unligiga asoslanadi.

Tadqiqotning obyekti sifatida oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash jarayonida shakllanadigan ijtimoiy-iqtisodiy, sanitariya-gigiyenik va tashkiliy-boshqaruv munosabatlari olinadi. Tadqiqot predmeti esa zamonaviy oziq-ovqat xavfsizligi muammolari, ularning yuzaga kelish sabablari, xavf omillari va ularni kamaytirishga qaratilgan institutsional, iqtisodiy, texnologik hamda profilaktik mexanizmlardan iborat. Bunday yondashuv mavzuni tor agrar ishlab chiqarish doirasida emas, balki oziq-ovqat tizimining butun zanjiri bo'yicha tahlil qilish imkonini beradi.

Tadqiqotda birinchi bosqichda nazariy-konseptual tahlil amalga oshiriladi. Ushbu bosqichda FAO, WHO, Jahon banki, EFSA va boshqa xalqaro tashkilotlarning oziq-ovqat xavfsizligi, food safety, food security, food systems, One Health, HACCP va risk-based control bo'yicha yondashuvlari o'rganiladi. Maqsad — oziq-ovqat xavfsizligi tushunchasining asosiy komponentlarini aniqlash va ularni tadqiqot uchun mezonlarga ajratishdir. Bunda mavjudlik, iqtisodiy kirish, foydalanish, barqarorlik, sanitariya xavfsizligi, laboratoriya nazorati, izlenebilirlik va institutsional boshqaruv asosiy tahlil birliklari sifatida olinadi.

Ikkinchi bosqichda statistik va qiyosiy tahlil usullaridan foydalaniladi. Statistik tahlilda oziq-ovqat mahsulotlari narxlari dinamikasi, qishloq xo'jaligi mahsulotlari ishlab chiqarish hajmi, import-eksport ko'rsatkichlari, aholi daromadlari, iste'mol savatchasi tarkibi, saqlash va qayta ishlash quvvatlari, oziq-ovqat bilan bog'liq kasallanish holatlari kabi ko'rsatkichlar o'rganilishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Qiyosiy tahlil orqali O‘zbekiston tajribasi xalqaro amaliyot, xususan FAO va WHO tavsiyalari, Yevropa Ittifoqining “farm to fork” yondashuvi hamda riskga asoslangan oziq-ovqat nazorati mexanizmlari bilan solishtiriladi. Bu usul mavjud tizimning kuchli va zaif tomonlarini ochib berishga xizmat qiladi.

Uchinchi bosqichda muammoli-diagnostik tahlil qo‘llanadi. Bu bosqichda oziq-ovqat xavfsizligiga ta’sir qiluvchi asosiy muammolar sabab-oqibat zanjiri asosida guruhlanadi. Masalan, narxlar oshishi faqat bozor muammosi sifatida emas, balki ishlab chiqarish xarajatlari, transport xarajatlari, saqlash infratuzilmasi, importga bog‘liqlik, energiya narxlari va mavsumiy taklif bilan bog‘liq omillar kesimida tahlil qilinadi. Xuddi shuningdek, mahsulot xavfsizligi muammosi ham faqat yakuniy mahsulot sifati bilan emas, balki xomashyo, ishlab chiqarish texnologiyasi, sanitariya normalari, laboratoriya tekshiruvi, qadoqlash, saqlash sharoiti va iste’molchi xabardorligi orqali baholanadi.

To‘rtinchi bosqichda ekspert baholash usulidan foydalanish maqsadga muvofiq. Bu usul orqali oziq-ovqat xavfsizligi sohasida faoliyat yurituvchi mutaxassislar — agronomlar, veterinariya xodimlari, sanitariya-epidemiologiya mutaxassislari, oziq-ovqat texnologlari, bozor tahlilchilari, fermer xo‘jaliklari vakillari va savdo-logistika sohasi mutaxassislarining fikrlari o‘rganiladi. Ekspert baholashda muammolar ahamiyat darajasiga ko‘ra tartiblanadi: birinchi darajali xavflar, o‘rta darajadagi xavflar va uzoq muddatli strategik xavflar. Bu yondashuv nazariy tahlilni amaliy kuzatuvlar bilan mustahkamlaydi.

Beshinchi bosqichda SWOT-tahlil qo‘llanadi. Unda oziq-ovqat xavfsizligi tizimining kuchli tomonlari, zaif tomonlari, imkoniyatlari va tahdidlari aniqlanadi. Kuchli tomonlarga agrar salohiyat, mahalliy ishlab chiqarish bazasi, davlat tomonidan sohaga e’tibor, xalqaro tashkilotlar bilan hamkorlik kirishi mumkin. Zaif tomonlarga ayrim hududlarda saqlash va qayta ishlash infratuzilmasining yetarli emasligi, sifat nazoratining barcha bosqichlarda bir xil ishlamasligi, laboratoriya salohiyati va raqamli monitoringning cheklanganligi kiritiladi. Imkoniyatlar sifatida xalqaro standartlarni joriy etish, eksport salohiyatini oshirish, kooperatsiyani rivojlantirish, oziq-ovqat zanjirini raqamlashtirish ko‘rsatiladi. Tahdidlar esa iqlim o‘zgarishi, suv tanqisligi, narxlar inflyatsiyasi, import bozorlaridagi beqarorlik va biologik xavflardan iborat bo‘lishi mumkin.

Tadqiqotda ilmiy natijalarni asoslash uchun bir nechta mezonlardan foydalaniladi. Birinchisi — iqtisodiy mezon: oziq-ovqat narxlari, ishlab chiqarish xarajatlari, importga bog‘liqlik va aholining xarid qobiliyati. Ikkinchisi — ijtimoiy mezon: aholining sog‘lom ratsionga kirish imkoniyati, kam ta’minlangan guruhlarning himoyalanganligi va ovqatlanish sifati. Uchinchisi — sanitariya mezoni: mahsulotlarning mikrobiologik, kimyoviy va veterinariya xavfsizligi. To‘rtinchisi — ekologik mezon: suv, tuproq, iqlim va tabiiy resurslardan

ISSN 3030-3907

foydalanish barqarorligi. Beshinchisi — institutsional mezon: davlat nazorati, qonunchilik, standartlar, sertifikatlash, laboratoriya infratuzilmasi va monitoring tizimi samaradorligi.

Tadqiqot natijasida zamonaviy oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash bo‘yicha amaliy takliflar ishlab chiqiladi. Ular quyidagi yo‘nalishlarni qamrab olishi kerak: birinchidan, oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishida suv tejamkor va resurs tejovchi texnologiyalarni kengaytirish; ikkinchidan, mahsulot saqlash, sovutish, qayta ishlash va logistika infratuzilmasini rivojlantirish; uchinchidan, HACCP va ISO 22000 kabi xalqaro sifat va xavfsizlik tizimlarini bosqichma-bosqich joriy etish; to‘rtinchidan, laboratoriya nazorati va raqamli izlenebilirlik tizimini kuchaytirish; beshinchidan, aholining oziq-ovqat madaniyati va iste’molchi xabardorligini oshirish; oltinchidan, kam ta’minlangan qatlamlar uchun sog‘lom oziq-ovqatga iqtisodiy kirish imkoniyatini kengaytirish.

Shunday qilib, mazkur tadqiqot metodologiyasi oziq-ovqat xavfsizligini bir yoqlama emas, balki ishlab chiqarish, bozor, sifat nazorati, sog‘liqni saqlash, ekologiya va davlat boshqaruvi birligida tahlil qilishga imkon beradi. Aynan mana shu yondashuv mavzuning ilmiy yangiligini kuchaytiradi, chunki muammo faqat “oziq-ovqat yetarlimi?” degan savol bilan emas, balki “oziq-ovqat qanchalik arzon, xavfsiz, to‘yimli, barqaror va nazorat qilinadigan tizim orqali aholiga yetib bormoqda?” degan kompleks savol asosida o‘rganiladi.

Oziq-ovqat xavfsizligiga ta’sir etuvchi omillar

Iqlim o‘zgarishi: Global iqlim o‘zgarishi qishloq xo‘jaligi mahsuldorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda. Haroratning ko‘tarilishi, qurg‘oqchiliklar sonining ortishi va suv resurslarining kamayishi hosildorlikning pasayishiga olib kelmoqda. Bu esa oziq-ovqat mahsulotlari narxining oshishi va ta’minotdagi uzilishlarga sabab bo‘lishi mumkin.

*Demografik o‘sish:*Dunyo aholisi sonining ortishi oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabni keskin oshirmoqda. Mutaxassislarning prognozlariga ko‘ra, yaqin o‘n yilliklarda qishloq xo‘jaligi mahsulotlari ishlab chiqarishini sezilarli darajada ko‘paytirish talab etiladi.

*Qishloq xo‘jaligi samaradorligi:*Qishloq xo‘jaligida zamonaviy texnologiyalarni joriy etish, suvni tejovchi usullardan foydalanish va yuqori hosilli navlarni qo‘llash oziq-ovqat xavfsizligini mustahkamlashning muhim omillaridan biridir. Ishlab chiqarilgan mahsulotlarning iste’molchiga yetib borish jarayonida saqlash va tashish sharoitlari muhim ahamiyatga ega. Yetarli infratuzilmaning mavjud emasligi oziq-ovqat mahsulotlarining yo‘qotilishiga va sifatining pasayishiga olib keladi.

Oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashning zamonaviy usullari

ISSN 3030-3907

Oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash uchun quyidagi chora-tadbirlarni amalga oshirish maqsadga muvofiq hisoblanadi:

*Qishloq xo‘jaligini modernizatsiya qilish:*Raqamli texnologiyalar, aqlli sug‘orish tizimlari va zamonaviy agrotexnologiyalarni joriy etish hosildorlikni oshirish imkonini beradi. Bu esa oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini ko‘paytirishga xizmat qiladi.

*Oziq-ovqat sifatini nazorat qilish:*Oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashda mahsulot sifatini nazorat qilish alohida ahamiyat kasb etadi. Sifat nazorati oziq-ovqat mahsulotlarining ishlab chiqarilishidan boshlab iste’molchiga yetib borguniga qadar bo‘lgan barcha bosqichlarni qamrab oladi. Ushbu jarayon mahsulotlarning sanitariya-gigiyena talablariga, texnik reglamentlarga va davlat standartlariga muvofiqligini aniqlash hamda nazorat qilishni o‘z ichiga oladi.

Oziq-ovqat mahsulotlari sifatining pasayishi yoki ularning zararli mikroorganizmlar, pestitsidlar, og‘ir metallar va boshqa toksik moddalar bilan ifloslanishi inson salomatligiga jiddiy xavf tug‘diradi. Shu sababli zamonaviy oziq-ovqat sanoatida sifat nazorati tizimlarini takomillashtirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Mahsulotlarning kimyoviy, mikrobiologik va organoleptik ko‘rsatkichlarini muntazam tekshirib borish orqali iste’molchilar salomatligini himoya qilish mumkin.

Oziq-ovqat mahsulotlari sifatini nazorat qilishda laboratoriya tahlillari muhim o‘rin tutadi. Maxsus akkreditatsiyadan o‘tgan laboratoriyalarda mahsulot tarkibi, namlik darajasi, oziqaviy qiymati, mikrobiologik holati va zararli moddalar miqdori aniqlanadi. Olingan natijalar asosida mahsulotning iste’mol uchun yaroqliligi baholanadi. Bunday nazorat tizimi mahsulotlarning sifatsiz yoki xavfli partiyalarini bozorga chiqishining oldini oladi. Bundan tashqari, oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash va tashish sharoitlari ham sifat ko‘rsatkichlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Harorat va namlik rejimlariga rioya qilinmasligi natijasida mahsulotlarning buzilishi, oziqlanish qiymatining kamayishi hamda mikroorganizmlarning ko‘payishi kuzatiladi. Shu sababli logistika zanjirining barcha bosqichlarida sifat nazoratini amalga oshirish zarur.

O‘zbekiston Respublikasida ham oziq-ovqat mahsulotlari sifatini nazorat qilish bo‘yicha qator normativ-huquqiy hujjatlar qabul qilingan bo‘lib, ular ishlab chiqaruvchilarning mas’uliyatini oshirish va iste’molchilar huquqlarini himoya qilishga qaratilgan. Davlat standartlari, sanitariya qoidalari va sertifikatlashtirish tizimi orqali ichki bozorda realizatsiya qilinayotgan mahsulotlarning sifati va xavfsizligi nazorat qilinadi.

Shunday qilib, oziq-ovqat sifatini nazorat qilish tizimi aholi salomatligini saqlash, oziq-ovqat xavfsizligini mustahkamlash va mamlakatning iqtisodiy barqarorligini ta’minlashda muhim omillardan biri hisoblanadi. Zamonaviy nazorat

ISSN 3030-3907

usullarini keng joriy etish va xalqaro standartlarga mos tizimlarni rivojlantirish ushbu sohadagi samaradorlikni yanada oshirishga xizmat qiladi.

Mahsulotlarni ishlab chiqarish, qayta ishlash va saqlash jarayonlarida sanitariya-gigiyena talablariga qat'iy rioya qilish zarur. Sifat nazorati inson salomatligini himoya qilishning muhim vositasidir.

Strategik zaxiralarni shakllantirish:Favqulodda holatlar yoki bozor tebranishlari davrida oziq-ovqat zaxiralari aholini uzluksiz ta'minlash imkonini beradi. Shu sababli ko'plab davlatlar milliy oziq-ovqat zaxiralarini shakllantirish siyosatini amalga oshirmoqda.

XULOSA.

Oziq-ovqat xavfsizligi har qanday davlatning iqtisodiy barqarorligi va aholi farovonligini ta'minlovchi muhim omildir. Global iqlim o'zgarishi, aholi sonining o'sishi va resurslarning cheklanganligi sharoitida ushbu masalaning dolzarbligi yanada ortib bormoqda. Oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash uchun qishloq xo'jaligini modernizatsiya qilish, innovatsion texnologiyalarni joriy etish, mahsulot sifatini nazorat qilish hamda samarali davlat siyosatini yuritish zarur. Ushbu chora-tadbirlar aholini sifatli va xavfsiz oziq-ovqat bilan ta'minlashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdullayev A., Qodirov A. Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti. – Toshkent: Iqtisodiyot, 2021. – 456 b.
2. Rasulov B. Oziq-ovqat xavfsizligi va barqaror rivojlanish. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021. – 284 b.
3. Vaxobov A., Xajibakiyev Sh. Agrosanoat majmuasi iqtisodiyoti. – Toshkent: Iqtisod-Moliya, 2020. – 368 b.
4. Salimov B., Yusupov M. Qishloq xo'jaligida innovatsion texnologiyalar. – Toshkent: Tafakkur, 2022. – 312 b.
5. Food and Agriculture Organization (FAO). The State of Food Security and Nutrition in the World 2024. – Rome: FAO, 2024.
6. World Bank. Food Security Update. – Washington, D.C.: World Bank Publications, 2024.
7. Daminova O'.M. Oziq-ovqat mahsulotlari bozorining o'ziga xos xususiyatlari va mamlakat iqtisodiyotidagi o'rni // Eurasian Journal of Academic Research. – 2022. – Vol. 2, No. 13. – B. 368–372.
8. Dedajanova X. Oziq-ovqat xavfsizligi asosiy masalalari // Yangi O'zbekiston ilmiy tadqiqotlar jurnali. – 2023.

ISSN 3030-3907

JAHON MAMLAKATLARI VA O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA OZIQ OVQAT XAVSIZLIGI SIYOSATI

Bobomurotov Nurmamat Norbodalovich
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, Yengil sanoat va oziq-ovqat texnologiyalar kafedrasi assistenti
E-mail: Nurmamat59@gmail.com
Yo‘ldoshev Raufbek Olimjon o‘g‘li
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, Yengil sanoat va oziq-ovqat texnologiyalar kafedrasi assistenti
E-mail: raufbekyuldoshev96@gmail.com
Ismatova Gulnora Qahhor qizi
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, Oziq-ovqat texnologiyasi ta‘lim yo‘nalishi 3-bosqich talabasi.
E-mail: ismatova00003@gmail.com
Mamaraimova Sabrina Qaxxor qizi
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, Oziq-ovqat texnologiyasi ta‘lim yo‘nalishi 3-bosqich talabasi
E-mail: sabrina2003@gmail.com

Annotatsiya. Oziq-ovqat xavfsizligi-tez o‘sib borayotgan aholining ovqatlanish va faravon hayotiga bo‘lgan ehtiyojini qondirish,sog‘lom ovqatlanishni taminlash bu o‘rtacha umr ko‘rish yoshini sezilarli o‘zgartirish uchun juda muhum.BMT ham bugun oziq-ovqat mahsulotlarini yetishtirish va ularni taqsimlash bo‘yicha yondashuvni mutlaqo o‘zgartirish vaqti kelganini ta’kidlayapti.Zero,ideal holatda qishloq, o‘rmon va baliqchilik xo‘jaliklari barchani oziq-ovqat bilan to‘liq ta’minlash va odamlar uchun risoladagidek daromad manbaini yaratib berishga qodir.Boz ustiga,bunday qolatda inson manfaatlari yo‘lida ham qishloq xo‘jaligi rivojlanadi, ham atrof muhitni muhofaza qilish bo‘yicha chora tadbirlar ijrosi ta’minlanadi.Ushbu maqolada oziq-ovqat xavfsizligining bugungi kundagi ahamyati,bu borada Respublikamizda olib borilayotgan islohatlar va ularning istiqbollari haqida so‘z boradi.

Kalit so‘zlar: FAO,global iqtisodiy o‘zgarishlar, urbanizasiya, oziq-ovqat xavsizliogi masalalari, xalqaro tajribalar, oziq-ovqat savdosi,savdo siyosati, “yashil inqilob”, liberlashtirish,import-export,boj to‘lovlari.

Abstract. Food security is a very important issue for meeting the nutritional and well-being needs of a rapidly growing population, ensuring healthy nutrition, which is essential for a significant change in life expectancy. The UN also emphasizes today that it is time to completely change the approach to the production and distribution of food products. After all, in an ideal situation, agriculture, forestry and fisheries are able to fully provide everyone with food and

ISSN 3030-3907

create a source of income for people, as in the book. Moreover, in this case, both agriculture will develop in the interests of people and measures to protect the environment will be implemented. This article will discuss the current importance of food security, the reforms being carried out in our Republic in this regard, and their prospects.

Keywords: FAO, global economic changes, urbanization, food security issues, international experiences, food trade, trade policy, "green revolution", liberalization, import-export, customs duties.

Аннотация. Продовольственная безопасность является крайне важным вопросом для удовлетворения потребностей в питании и благополучии быстро растущего населения, обеспечения здорового питания, что имеет решающее значение для значительного увеличения продолжительности жизни. Сегодня ООН также подчеркивает необходимость полного изменения подхода к производству и распределению продуктов питания. Ведь в идеальной ситуации сельское хозяйство, лесное хозяйство и рыболовство способны в полной мере обеспечить всех продовольствием и создать источник дохода для людей, как это и предначертано в книге. Более того, в этом случае будет развиваться и сельское хозяйство в интересах людей, и будут приняты меры по защите окружающей среды. В данной статье рассматривается текущая важность продовольственной безопасности, проводимые в нашей Республике реформы в этой области и их перспективы.

Ключевые слова: ФАО, глобальные экономические изменения, урбанизация, вопросы продовольственной безопасности, международный опыт, торговля продовольствием, торговая политика, «зеленая революция», либерализация, импорт-экспорт, таможенные пошлины.

KIRISH.

Butun jahon oziq-ovqat muamomasi,ochlikka qarshi kurash va ular bilan bog‘liq bo‘lgan turli kasalliklar milliy davlatlar ijtimoiy-iqtisodiy siyosatning ajralmas qismidir.Oziq-ovqat xavfsizligi insoniyat rivojlanishining muhum bo‘g‘ini sifatida BMT Ming yillik Sammiti doirasida 2000 yilda ko‘rilgan bo‘lib,ming yillik deklarasiyasi va BMTning Mingyillik rivojlanish maqsadlarida qayd etilgan.

FAO tomonidan kashf etilgan oziq-ovqat xavfsizligiga bag‘ishlangan birinchi konferensiya 1974 yilda o‘tkazilgan bo‘lsa, unda jahon oziq-ovqat muamosini yaqin 10 yil Ichida hal qilishga qaror qilingan edi.Lekin keying chorak asrda sezilarli yutuqlarga erishilgan bo‘lsada,u bu muomo haligacha hal qilingani yo‘q. Agar 20-asrning 70-yillarida jahon aholisining uchdan bir qismi to‘yib ovqatlanmagan bo‘lsa, bugungi kunda bu ko‘rsatkich 20% ni tashkil qiladi.Qishloq

ISSN 3030-3907

xo‘jaligi mahsulotlarining jahon savdosi hajmi uch barovar oshdi, shu bilan bir qatorda jahon qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining o‘sish suratlari

Jahon hamjamiyati oldida muomolar paydo bo‘lib, ularning asosiylari quydagilardir:

- Aholi o‘sish suratlarining yuqoriligi;
- Bir qator mamlakatlarda qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi sur’atlarining pasayishi;
- Rivojlangan mamlakatlar yordamining qisqarishi;
- Ocharchilikning avj olishi;
- Tabiiy resurslarning ozayishi;

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Oziq-ovqat xavfsizligi siyosati bugungi kunda har bir davlatning iqtisodiy, ijtimoiy va milliy xavfsizlik strategiyasining ajralmas qismiga aylangan. Bu siyosat faqat aholini non, go‘sht, yog‘, sut yoki don mahsulotlari bilan ta’minlash masalasi emas; u ishlab chiqarish barqarorligi, oziq-ovqat narxlarining aholiga mosligi, mahsulot sifati, sanitariya-gigiyena nazorati, importga qaramlikni kamaytirish, iqlim o‘zgarishiga moslashish, logistika tizimi va aholining sog‘lom ovqatlanish madaniyatini qamrab oladi. Shuning uchun zamonaviy yondashuvda oziq-ovqat xavfsizligi ikki yo‘nalishda qaraladi: birinchisi — aholining yetarli va to‘yimli oziq-ovqatga ega bo‘lishi, ikkinchisi — oziq-ovqat mahsulotlarining inson salomatligi uchun xavfsizligi.

Jahon miqyosida oziq-ovqat xavfsizligi siyosatining dolzarbligi, avvalo, global narxlar inflyatsiyasi, iqlim o‘zgarishi, suv tanqisligi, qurolli mojarolar, logistika uzilishlari va qishloq xo‘jaligi resurslarining cheklanishi bilan bog‘liq. FAOning 2025-yilgi SOFI hisobotida oziq-ovqat narxlarining yuqoriligi aholining xarid qobiliyatini pasaytirishi, ayniqsa kam daromadli qatlamlarning sog‘lom ratsionga kirish imkoniyatini cheklashi ta’kidlangan. Demak, oziq-ovqat xavfsizligi siyosatida faqat mahsulot ishlab chiqarish hajmini oshirish emas, balki aholining iqtisodiy kirish imkoniyatini ta’minlash ham markaziy masalaga aylangan. (FAOHome)

Rivojlangan davlatlar oziq-ovqat xavfsizligi siyosatini ko‘proq barqaror ishlab chiqarish, ekologik xavfsizlik, sog‘lom ovqatlanish va sifat nazorati bilan bog‘laydi. Masalan, Yevropa Ittifoqining “Farm to Fork” strategiyasi oziq-ovqat tizimini sog‘lom, ekologik barqaror va adolatli modelga o‘tkazishni ko‘zlaydi. Bu strategiyada iste’molchiga xavfsiz va sifatli oziq-ovqat yetkazish, fermerlar daromadini qo‘llab-quvvatlash, organik qishloq xo‘jaligini rivojlantirish, oziq-ovqat isrofgarchiligini kamaytirish va iqlim neytralligiga erishish kabi yo‘nalishlar ustuvor hisoblanadi. (consilium.europa.eu)

ISSN 3030-3907

AQSH tajribasida esa oziq-ovqat xavfsizligi siyosati ikki yirik yo‘nalishga bo‘linadi: aholining oziq-ovqatga iqtisodiy kirishini o‘lchash va oziq-ovqat mahsulotlari xavfsizligini profilaktik nazorat qilish. USDA oziq-ovqat xavfsizligini “barcha insonlarning har doim faol va sog‘lom hayot uchun yetarli oziq-ovqatga ega bo‘lishi” sifatida izohlaydi. FDAning Food Safety Modernization Act tizimi esa oziq-ovqatdan kelib chiqadigan kasalliklarga javob berishdan ko‘ra ularning oldini olishga, xavf tahlili va profilaktik nazoratga asoslanadi. Bu yerda asosiy g‘oya shuki: yakuniy mahsulotni tekshirishning o‘zi yetarli emas, xavf butun ishlab chiqarish zanjiri bo‘ylab oldindan boshqarilishi kerak. (Экономик тадқиқот хизмати)

Xitoy oziq-ovqat xavfsizligi siyosatida o‘zini o‘zi ta’minlash, ayniqsa don mahsulotlari bo‘yicha strategik mustaqillik tamoyiliga katta urg‘u beradi. 2024-yilda e’lon qilingan Xitoy oziq-ovqat xavfsizligi qonuni asosiy don mahsulotlari bo‘yicha “mutlaq xavfsizlik” va boshqa don turlari bo‘yicha bazaviy o‘zini o‘zi ta’minlashga qaratilgan. Bu siyosat yer resurslarini himoya qilish, don zaxiralarini boshqarish, qayta ishlash, favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik va ichki ishlab chiqaruvchilar daromadini qo‘llab-quvvatlash choralarini o‘z ichiga oladi. (apps.fas.usda.gov)

Yaponiya tajribasida esa oziq-ovqat xavfsizligi qishloq xo‘jaligi, qishloq hududlari va milliy o‘zini o‘zi ta’minlash ko‘rsatkichlari bilan bog‘lanadi. Yaponiyaning “Food, Agriculture and Rural Areas” bo‘yicha asosiy qonunida hukumat oziq-ovqat xavfsizligi tendensiyalari, o‘zini o‘zi ta’minlash darajasi va qishloq xo‘jaligi siyosati bo‘yicha asosiy rejani ishlab chiqishi belgilangan. Bu yondashuv oziq-ovqat xavfsizligini faqat bozor mexanizmi emas, balki davlat rejalashtiruvi, qishloq hududlarini saqlash va uzoq muddatli resurs boshqaruvi orqali ta’minlashga qaratilgan. (japaneselawtranslation.go.jp)

O‘zbekiston Respublikasida oziq-ovqat xavfsizligi siyosati so‘nggi yillarda alohida huquqiy va institutsional yo‘nalish sifatida shakllanmoqda. Bu masalaning dolzarbligi bir necha omillar bilan bog‘liq: aholi sonining o‘sishi, suv resurslarining cheklanganligi, ayrim hududlarda yerlarning sho‘rlanishi, qishloq xo‘jaligida hosildorlik tafovutlari, narxlar mavsumiy tebranishi, ayrim oziq-ovqat mahsulotlari bo‘yicha importga qaramlik va mahsulot xavfsizligi nazoratini kuchaytirish zarurati. Shu sababli O‘zbekistonda oziq-ovqat xavfsizligi siyosati faqat agrar ishlab chiqarish emas, balki sanoat, savdo, sog‘liqni saqlash, sanitariya nazorati, ijtimoiy himoya va raqamli monitoring bilan bog‘liq kompleks siyosat sifatida qaralmoqda.

O‘zbekiston Prezidentining 2024-yil 16-fevraldagi PF-36-son Farmoni bilan “O‘zbekiston Respublikasida oziq-ovqat xavfsizligi va sog‘lom ovqatlanishni ta’minlashning 2030-yilgacha mo‘ljallangan strategiyasi” hamda 2024–2028-

ISSN 3030-3907

yillarda oziq-ovqat sanoatini rivojlantirish bo‘yicha chora-tadbirlar dasturi tasdiqlangan. Bu hujjatning kuchli tomoni shundaki, u oziq-ovqat xavfsizligini alohida mahsulot ishlab chiqarish masalasi sifatida emas, balki sog‘lom ovqatlanish, oziq-ovqat sanoati, davlat nazorati va strategik indikatorlar bilan bog‘liq tizimli siyosat sifatida belgilaydi. (Lex.uz)

2025-yil 3-fevralda qabul qilingan O‘RQ-1023-son “Oziq-ovqat xavfsizligi to‘g‘risida”gi Qonun O‘zbekistonda mazkur sohadagi munosabatlarni tartibga soluvchi muhim huquqiy asos bo‘ldi. Qonunda oziq-ovqat xavfsizligi sohasidagi davlat siyosatining yo‘nalishlari, davlat organlarining vakolatlari, oziq-ovqat tanqisligiga yo‘l qo‘ymaslik choralari, oziq-ovqat balansini shakllantirish va ma’lumotlar bazasini yuritish kabi masalalar belgilangan. Ayniqsa, oziq-ovqat xavfsizligi bo‘yicha ochiq ma’lumotlar bazasi shakllantirilishi real vaqt rejimida xavflarni baholash va prognoz qilish uchun muhim institut hisoblanadi. (Lex.uz)

O‘zbekiston siyosatining yana bir muhim jihati — oziq-ovqat mahsulotlari xavfsizligi, ya’ni food safety yo‘nalishini xalqaro standartlarga yaqinlashtirishdir. 2025-yilda oziq-ovqat mahsuloti va ozuqa xavfsizligiga oid sanitariya choralari, umumiy talablar, oziq-ovqat biznesi operatorlarining huquq va majburiyatlarini Jahon savdo tashkiloti talablariga uyg‘unlashtirish bo‘yicha qonun loyihasi muhokama qilingan. Bu juda muhim, chunki eksport salohiyatini oshirish uchun faqat ko‘p mahsulot yetishtirish yetarli emas; mahsulot xalqaro sanitariya, fitosanitariya va sifat standartlariga ham javob berishi kerak. (O‘zbekiston Respublikasi Hukumat portali)

Shuningdek, 2025-yilda oziq-ovqat mahsulotlari va ozuqani ifloslantiruvchi ayrim moddalarning ruxsat etilgan maksimal darajalariga doir sanitariya qoidalari tasdiqlangan. Ushbu qoidalar oziq-ovqat va ozuqani ishlab chiqarish, qayta ishlash, saqlash, tashish va realizatsiya qilish bilan shug‘ullanuvchi jismoniy hamda yuridik shaxslarga nisbatan qo‘llaniladi. Bu talablarning mazmuni shundan iboratki, oziq-ovqat zanjirining barcha bosqichlarida ifloslanish xavfi kamaytirilishi va mahsulot xavfsizligi oldindan boshqarilishi lozim. (Lex.uz)

O‘zbekistonning xalqaro tashkilotlar bilan hamkorligi ham oziq-ovqat xavfsizligi siyosatining muhim qismidir. FAO 2025-yilda O‘zbekistonda oziq-ovqat xavfsizligi tizimini kuchaytirishga qaratilgan yangi loyiha boshlanganini ma’lum qilgan. Ushbu loyiha doirasida oziq-ovqat xavfsizligi tizimi baholanib, milliy strategiya va harakatlar rejasi ishlab chiqilishi ko‘zda tutilgan. Bu esa aholining sifatli va xavfsiz oziq-ovqatga bo‘lgan ehtiyojini qondirish hamda qishloq xo‘jaligi eksportini kengaytirish uchun muhim asos yaratadi. (FAOHome)

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, jahon mamlakatlari oziq-ovqat xavfsizligi siyosatini turli ustuvorliklar asosida yuritadi. Yevropa Ittifoqi barqarorlik va ekologik transformatsiyaga, AQSH xavfga asoslangan profilaktik nazoratga, Xitoy

ISSN 3030-3907

don mustaqilligi va strategik zaxiralarga, Yaponiya esa rejalashtirish va o‘zini o‘zi ta’minlash ko‘rsatkichlariga urg‘u beradi. O‘zbekiston uchun esa eng to‘g‘ri model — aralash modeldir: ichki ishlab chiqarishni ko‘paytirish, narxlar barqarorligini ta’minlash, importga qaramlikni oqilona kamaytirish, xalqaro standartlarga mos sanitariya nazoratini kuchaytirish, oziq-ovqat sanoatini rivojlantirish va aholining sog‘lom ovqatlanish madaniyatini oshirish birgalikda olib borilishi kerak.

Xulosa qilib aytganda, oziq-ovqat xavfsizligi siyosati bugungi kunda davlatning oddiy agrar siyosati emas, balki milliy xavfsizlik, iqtisodiy barqarorlik va ijtimoiy adolat siyosatidir. O‘zbekiston bu yo‘nalishda huquqiy bazani yaratish, 2030-yilgacha strategik maqsadlarni belgilash, oziq-ovqat sanoatini rivojlantirish, sanitariya normalarini kuchaytirish va xalqaro standartlarga moslashish orqali tizimli siyosat yuritmoqda. Biroq bu siyosat samarali bo‘lishi uchun uchta masala doimiy nazoratda turishi shart: birinchidan, oziq-ovqat narxlari va aholi daromadlari o‘rtasidagi muvozanat; ikkinchidan, ishlab chiqarishdan iste’molgacha bo‘lgan zanjirda mahsulot xavfsizligi; uchinchidan, suv, yer va iqlim xavflari sharoitida qishloq xo‘jaligining barqarorligi. Mana shu uchlik hal qilinmasa, oziq-ovqat xavfsizligi siyosati qog‘ozdagi strategiya bo‘lib qoladi; hal qilinsa, u mamlakatning real iqtisodiy va ijtimoiy barqarorlik tayanchiga aylanadi.

Jahon bozorlarida uzoq muddat qishloq xo‘jaligi mahsulotlariga past narxning saqlanib turishi 3% dan keyingi o‘n yillikda 1,6% ga tushdi.Bunda xo‘jaligi ishlab chiqarish hajmi jahoning 90 ta mamlakati, shu jumladan 44 ta Afrika mamlakatlarida pasayadi.Bu jahonda aholi soni yiliga 90-100 mln.kishiga oshib borayotgan va 795 mln.dan ortiq to‘yib ovqatlanmayotgan sharoitda yuz berayapdi.

Jahonda va aholida mamlakatlarda oziq-ovqat xavfsizligi holati turlicha bo‘lib,jumladan, Shimoliy Amerika aholisining bir sutkalik ehtiyojlari 2400 kkal ni tashkil qilganda, afrikalik aholini 2150 kkal ni tashkil qilgan.

Aholi sonining o‘sishi.Taxminlarga ko‘ra aholi soni 2050 yilda 9,8 mlrd.kishini tashkil qiladi.Guruch istemol qiluvchi mamlakatlarda aholi soni 4,5 mlrd.ni, don istemol qiluvchi mamlakatlarda 1,5 mlrd.kishini, tuganakli o‘simliklar , jo‘xori va chorvachilik mahsuloti iste’mol qiluvchilar soni 1,2-1,3 mlrd. Kishini tashkil qilishi kutilmoqda.

Aholi umumiy sonida yoshlarning tarkibi 2050 yillarda Afrika mamlakatlarida bir sutkalik energiya miqdorini 7% ga oshishiga va rivojlangan mamlakatlarda 1%ga kamayishiga olib keladi.

Tug‘ulish darajasining pasayishi oziq-ovqat iste’molini rivojlanayotgan mamlakatlar uchun 1%ga,G‘arbiy Osiyo mamlakatlari uchun 2%ga pasaytiradi.

Urbanizasiya ovqatlanishga ehtiyojning kamayishiga olib keladi, chunki qishloq aholisiga nisbatan Shahar aholisining jismoniy faolligi bir muncha

ISSN 3030-3907

past.Natijada urbanizasiya darajasining oshishi Osiyo mamlakatlarida oziq-ovqat mahsulotlariga ehtiyojni 4%ga, Afrika mamlakatlarida 3%ga kamaytiradi.Lekin ayrim mutaxassislar turmush tarzining boshqa mamlakatlarda iste'mol darajasi va vositalarining o'zgarishiga olib kelishini uqtirishiyapti. FAO baholashicha, keying 30 yilda go'sht mahsulotlari iste'moli Osiyo va Lotin amerikasi mamlakatlarida uch baravarga oshadi.

Ko'rsatilgan o'sish sur'atlariga erishish uchun o'simlik asosidagi oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishini diversifikasiyalash va hosildorlar navlar maydonini oshiroish bo'yicha ishlarni kuchaytirish kerak. Bunda rivojlanayotgan mamlakatlarning darajasiga yaqinlashgan o'rtacha hosilga erishishga harakat qilishi kerak.Donli, ildizmevali va boshqa o'simliklar hosildorligini oshirishga qaratilgan agronomik va genetik tadqiqotlarni davom etirish taklif etilyapti. Qishloq xo'jaligi sohasidagi texnologik taraqqiyot inson inson kapitali sifatini oshirish , sog'liqni saqlashni yaxshilash , savodsizlikka qarshi kurashish bilan birga borishi kerak.

Xitoy va Sharqiy Osiyoning qator mamlakatlarida aholi daromadlari oshishi kuzatilib har yili go'sht iste'molining oshishi 5%ni tashkil qilmoqda.Xitoy hukumati yuqori oqsilli o'simlik, masalan soya mahsulotlarini iste'molini rag'batlantirishga harakat qilmoqda, lekin davlat nazorati bekor qilgani tufayli uning natijasi samarasiz bo'lmoqda. Farovonlikdan kasaliklar to'yib ovqat yemastlik kasaliklatrdan ustun kelmoqda, masalan, yurak tomir kasaliklari soni oshib, hayvon yog'ini ko'p iste'mol qilishdan yuzaga kelmoqda.Ayrim prognozlarga ko'ra , rivojlanayotgan mamlakatlarda go'sht ishlab chiqarish 2020 yilda rivojlangan mamlakatlarga nisbatan 4 barovar tezlashadi va 2020 yilda ular go'shtning 60%ini , sutning 52%ini ishlab chiqaradi. Xitoy yirik go'sht ishlab chiqaruvchi, Hindiston sut yetishtiruvchi mamlakatga aylanadi.

Dunyoning ko'p mamlakatlarida oziq-ovqat xavfsizligiga erishish qishloq xo'jaligi va savdo tarmog'ida strategiya va dasturlarning tatbiqiga bog'liq.Ularni to'rtta guruhga bo'lish mumkin:

1.Ishlab chiqarishni qo'llab-quvvatlash siyosati;
2.Savdo siyosati;
3.Iste'molni qo'llab quvatlash strategiyalari;
4.Ozuqa moddalar ta'minoti dasturlari.

Bunday dasturlar bir birini cheklamagan va ko'p mamlakatlarda bir vaqtda amalga oshirilganini ta'kidlash lozim. Ishlab chiqarishni qo'llab quvvatlash siyosati yigirmanchi asrning ikkinchi yarmida "Yashil inqilob" nomi bilan tanilgan ekinlar hosildorligi birdan yuksalishi jarayoni sharofati bilan oziq-ovqat ishlab chiqarish hajmi ancha oshdi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABYOTLAR

1. Sadullayev J.M. STORAGE OF TECHNOLOGY // Unversum: техничиски науки эликтрон научн журн. 2023.
2. Q.O.Dodayev, B.B. Xoldorov J.M.Sadullayev EXPORTBOP MEVALARINING TARKIBINI ANIQLASH // International Scientific and Practical Conference
3. Q.Dodayev, B.Xoldarov, Sh.Issaqov, J.Sadullayev STRAGE OF EXPORTBOP FRUITS AND DETERMINATION OF THEIR COMPOSITION // Unversum: техничиски науки эликтрон научн журн.Dodayev Q.O. [и др.]. 2023. 9(114).URL: https://7unversum.com/ru/tech/archive/item/15994
4. Sh.Isaqov, J.Sadullayev Muldabekova B, Shingisov A. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЪЗОВАНИЯ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ// Universum: техничиски науки эликтрон научн журн. No 10(127) 2024.

ISSN 3030-3907

UO‘K 677.051.152.6

QOZIQLI BARABAN AYLANISH TEZLIGI VA QOZIQCHA GEOMETRIYASINING PAXTANI MAYDA IFLOSLIKLARDAN TOZALASH SAMARADORLIGIGA TA’SIRI

Aliyev Olimjon Oribjon o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti tayanch doktorant,
E-mail:olimjon1009@umail.uz
Jamolov Abdurahmon Solijonovich,
Namangan davlat texnika universiteti dotsenti.
E-mail:jamalovabdurahmon1@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada qoziqli baraban aylanish tezligi hamda qoziqcha geometriyasining paxtani mayda ifloslikdardan tozalash jarayoniga ta’siri nazariy va eksperimental usullar asosida tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida paxta bo‘lakchalarining ishchi zonadagi harakat trayektoriyasi, qoziqchalarning zarbaviy-ta’sir mexanizmi hamda aeromexanik jarayonlarning o‘zaro bog‘liqligi tahlil qilindi. Turli aylanish tezliklari va qoziqcha burchaklarida paxta oqimining titilish intensivligi hamda ifloslikdarning ajralish kinetikasi o‘rganildi. Tadqiqot natijalari qoziqcha geometriyasining paxta oqimining harakat xarakteriga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Qoziqli baraban, qoziqcha, geometriya, ayrisimon, ifloslik, paxta, zarba, tebranish, jarayoni, harakat.

Аннотация. В данной статье исследовано влияние скорости вращения колкового барабана и геометрии колков на эффективность очистки хлопка-сырца от мелких примесей на основе теоретических и экспериментальных методов. В ходе исследования проанализированы траектория движения хлопковых частиц в рабочей зоне, механизм ударного воздействия колков, а также взаимосвязь аэромеханических процессов. Изучены интенсивность разрыхления хлопкового потока и кинетика отделения примесей при различных скоростях вращения барабана и углах расположения колков. Результаты исследований показали, что геометрия колков оказывает существенное влияние на характер движения хлопкового потока.

Ключевые слова: Колковый барабан, колок, геометрия, расчленение, земля, хлопок, выдувка, вибрация, процесс, движение.

Abstract. This article investigates the influence of peg drum rotational speed and peg geometry on the efficiency of removing small impurities from raw cotton using theoretical and experimental approaches. The study analyzes the trajectory of cotton particles within the working zone, the impact-vibration mechanism of peg elements, and the interaction of aeromechanical processes during cotton cleaning. The intensity of cotton flow vibration and impurity separation kinetics were

examined under different drum rotational speeds and peg angle configurations. The results demonstrated that peg geometry significantly affects the movement characteristics of the cotton flow.

Keywords: pin drum, peg, geometry, dismemberment, dirt, cotton, blow, vibration, process, movement.

KIRISH.

Paxta tarkibidagi iflosliklar paxta tolasi bilan birikish xususiyatiga ko‘ra aktiv va passiv turlarga ajratiladi. Passiv iflosliklar asosan paxta yuzasida joylashgan bo‘lib, ular nisbatan yengil mexanik ta’sirlar yordamida ajratilishi mumkin. Aktiv iflosliklar esa paxta bo‘lakchalari orasiga chuqur kirib boradi va tolalar bilan mexanik bog‘lanish hosil qiladi. Shu sababli bunday aralashmalarni ajratishda oddiy tozalash usullari yetarli samara bermaydi. Aktiv iflosliklarni samarali ajratish uchun paxta bo‘lakchalariga ma’lum amplitudali zarbaviy, tituvchi va aerodinamik ta’sirlar hosil qilinishi talab etiladi.

Shu nuqtai nazardan, paxta tozalash mashinalari ishchi organlarining konstruktiv parametrlarini takomillashtirish, xususan qoziqli baraban diametri, aylanish tezligi va qoziqchalar geometriyasining texnologik jarayonlarga ta’sirini chuqur tadqiq etish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Qoziqli baraban parametrlarini optimal tanlash natijasida paxta bo‘lakchalarining titilish intensivligini oshirish, aktiv iflosliklarni samarali ajratish hamda tola sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash imkoniyati yuzaga keladi. Shu bilan birga, energiya sarfini kamaytirish va texnologik jarayonning barqarorligini ta’minlash orqali paxta-to‘qimachilik korxonalarining ishlab chiqarish samaradorligini oshirish mumkin bo‘ladi[1].

Hozirgi kunda paxtani dastlabki ishlash tizimlarida mexanik va aerodinamik jarayonlarning o‘zaro bog‘liqligini ilmiy asosda tadqiq etish, matematik modellar ishlab chiqish hamda texnologik parametrlarni optimallashtirish masalalari dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanmoqda. Shu sababli paxta tarkibidagi iflos aralashmalarni samarali ajratishga xizmat qiluvchi takomillashtirilgan qoziqli baraban konstruksiyalarini ishlab chiqish va ularning texnologik imkoniyatlarini baholash ilmiy hamda amaliy jihatdan muhim vazifa sanaladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Qoziqchali barabanli tozalash qurilmalarining geometrik va kinematik parametrlarini optimallashtirish masalalari ham ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan o‘rganilgan. Xususan, R. Rosulov tomonidan qoziq uchlari bilan to‘rli yuzalar orasidagi texnologik oraliq masofaning tozalash samaradorligiga ta’siri aniqlangan va optimal qiymatlar tavsiya etilgan. Keyinchalik A.E. Lugachev tomonidan o‘tkazilgan eksperimental tadqiqotlar ushbu parametrning paxta bo‘lakchalarining titilish intensivligiga va iflosliklarning ajralish kinetikasiga sezilarli ta’sir

ISSN 3030-3907

ko‘rsatishini tasdiqlagan [2,3].

R.V.Korabelnikovning [4] ilmiy izlanishlarida esa tozalash bo‘limida qoziqchali, arrachali barabanlarning konstruksiyasi shu bilan birga eng muqobil tezliklari va bir paxta bo‘lagiga ta’sir etadigan kuchlarni tajribaviy hamda nazariy tadqiqot ishlari orqali ko‘rilgan.

G.D.Djabbarov [6] o‘z tadqiqotlarida qoziqchali barabanlar aylanish tezliklarining uskunaning tozalash samaradorligiga va chigitning shikastlanishiga ta’sirini o‘rgangan. O‘tkazilgan amaliy tadqiqot ishlari natijalarida qoziqli barabanlarning aylanish tezligini 11m/sek bo‘lganda uskunaning tozalash samaradorligi oshishi, aylanish tezligi ushbu ko‘rsatkichdan yuqori bo‘lganda esa uskunaning tozalash samaradorligini pasayishiga va chigitning shikastlanishini ortib ketishiga olib kelishi ko‘rsatib o‘tilgan.

G.I.Boldinskiy [7] ilmiy tadqiqotlarida to‘rli sirt va qoziqchali barabanlar qoziqchalarining turli shakllarida bir paxta bo‘lagiga ta’sir etuvchi kuchlarni nazariy tahlillar orqali aniqlangan.

O.I.Radjabovning [8] ilmiy ishida esa tolali material tozalagichining ko‘p qirrali to‘rli sirti paxtani mayda iflosliklardan tozalash samaradorligini sezilarli oshirishga imkon bergan. Paxta bo‘lakchasini tozalash kamerasida sudrash to‘rli yuzani tashkil etuvchi siniq chiziq bo‘yicha harakat trayektoriyasini ta’minlaydi.

Tahlil qilingan ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, paxtani mayda iflosliklardan samarali tozalash uchun ishchi organlarning konstruktiv parametrlarini optimallashtirish, zarba-tebranish mexanizmlarining kinetikasini chuqur o‘rganish hamda mexanik va aerodinamik jarayonlarning o‘zaro bog‘liqligini ilmiy asoslash muhim ahamiyat kasb etadi.

NATIJALAR.

Tadqiqot davomida 1XK paxta tozalash mashinasining qoziqli barabani aylanish tezligining paxtani mayda iflosliklardan tozalash samaradorligiga ta’siri eksperimental ravishda o‘rganildi. Tajribalarda baraban aylanish tezligi 300–450 ayl/min diapazonida bosqichma-bosqich o‘zgartirildi. Tadqiqot davomida 1XK paxta tozalash mashinasining qoziqli barabani aylanish tezligining paxtani mayda iflosliklardan tozalash samaradorligiga ta’siri eksperimental ravishda o‘rganildi.

1-jadval.

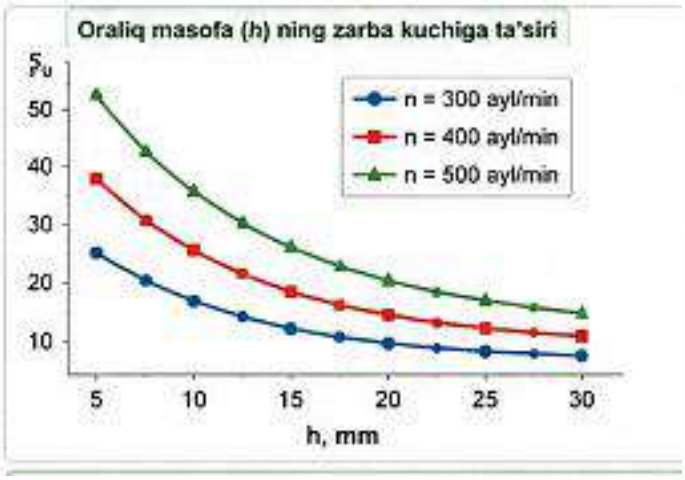
Qoziqli baraban aylanish tezligining texnologik ko‘rsatkichlarga ta’siri.

Aylanish tezligi, ayl/min	Tozalash samaradorligi, %	Tolali chiqindi, %
300	68.4	4.8
350	74.6	4.1
400	78.2	4.3

ISSN 3030-3907

450	76.1	5.6

Eksperimental kuzatuvlar shuni ko‘rsatdiki, baraban aylanish tezligi ortishi bilan paxta bo‘lakchalarining qoziqchalar bilan o‘zaro ta’sir chastotasi ortadi va natijada titilish intensivligi kuchayadi. Bu holat paxta tarkibidagi aktiv va passiv iflosliklarning ajralish jarayonini jadallashtiradi.

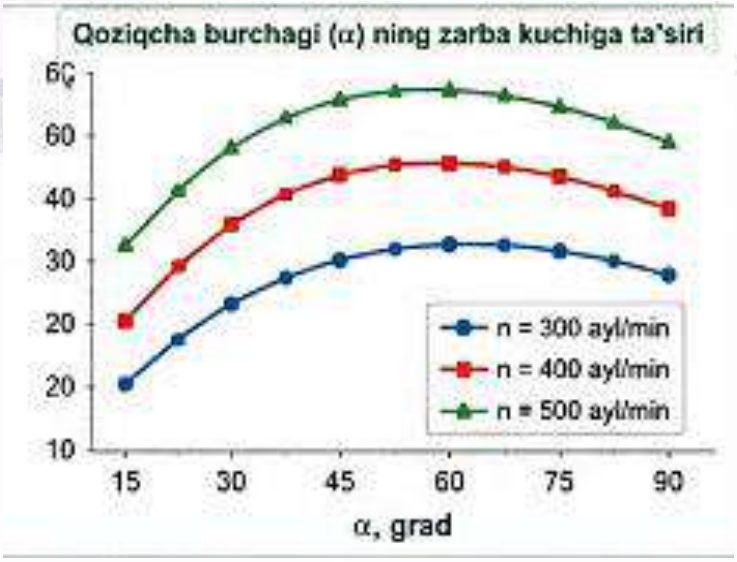


1-grafik. Qoziqchalar oraliq masofasining zarba kuchiga ta’siri grafigi

Aylanish tezligi 350 ayl/min ga yetkazilganda paxta bo‘lakchalarining qoziqchalar bilan o‘zaro ta’sir chastotasi ortib, ishchi zonada titilish jarayoni faollashgani aniqlandi. Natijada paxta tarkibidagi mayda organik va mineral aralashmalarning ajralishi yaxshilanib, tozalash samaradorligi sezilarli ravishda ortdi. Shu bilan birga, tolali chiqindilar miqdorining kamayishi paxta oqimining ishchi kamera bo‘ylab barqaror harakatlanganligini ko‘rsatadi.

Eksperimental natijalarga ko‘ra, maksimal texnologik samaradorlik 400 ayl/min qiymatda qayd etildi. Ushbu rejimda qoziqchalarning zarbaviy ta’siri va paxta oqimining trayektoriyasi optimal holatda shakllanib, paxta bo‘lakchalari to‘rli yuzada ko‘p martalik titilish harakatini amalga oshirdi. Buning natijasida iflosliklarning ajralish intensivligi ortib, paxtani tozalash samaradorligi eng yuqori qiymatga erishdi.

ISSN 3030-3907



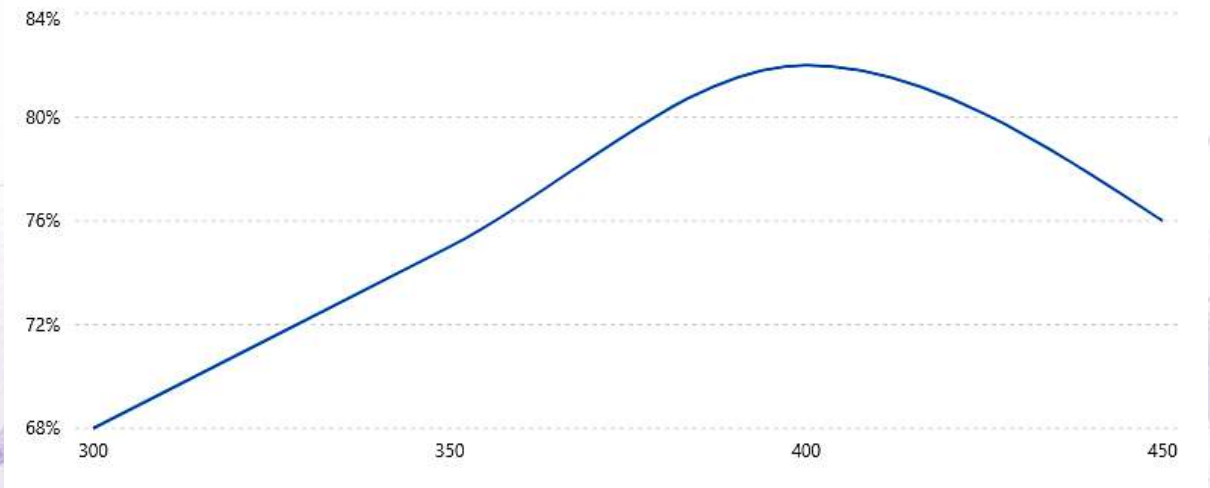
2-grafik. Qoziqcha burchagining zarba kuchiga ta’siri grafigi

Biroq aylanish tezligi 450 ayl/min ga oshirilganda markazdan qochma kuchlarning ortishi hisobiga paxta bo‘lakchalari ishchi zonadan tez chiqib ketishi kuzatildi. Natijada ayrim iflosliklarning to‘liq ajralishga ulgurmasligi bilan birga tolali chiqindilar miqdori ham ortdi. Bundan tashqari, yuqori tezlikda paxta tolalariga ortiqcha mexanik ta’sir yuzaga kelib, tolalarning shikastlanish ehtimoli ortishi aniqlandi [9].

MUHOKAMA.

Eksperimental natijalarga ko‘ra, qoziqli baraban aylanish tezligining ortishi paxta bo‘lakchalarining ishchi yuzadagi titilish intensivligini oshiradi. Bu holat qoziqchalarning paxta oqimiga ko‘rsatadigan zarbaviy ta’siri kuchayishi bilan izohlanadi. Aylanish tezligi 300 ayl/min bo‘lganda paxta bo‘lakchalari ishchi yuzada asosan sirpanish xarakterida harakat qilgani sababli iflosliklarning ajralish samaradorligi past qiymatlarda kuzatildi.

Baraban aylanish tezligining tozalash samaradorligiga ta’siri 3-grafikda keltirilgan.



3-grafik. Baraban aylanish tezligining tozalash samaradorligiga ta’siri

ISSN 3030-3907

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, 350–400 ayl/min oralig‘ida paxta oqimining trayektoriyasi barqarorlashib, paxta bo‘lakchalari ishchi yuzada ko‘p martalik sakrash harakatini amalga oshirgani aniqlandi. Natijada paxta tarkibidagi aktiv va passiv iflosliklarning ajralish intensivligi sezilarli ravishda ortdi. Biroq 450 ayl/min qiymatlarda paxta oqimining barqarorligi buzilib, paxta bo‘lakchalari ishchi zonadan tez chiqib ketishi kuzatildi.

Nazariy tahlillar markazdan qochma kuchning aylanish tezligiga proporsional ravishda ortishini ko‘rsatdi. Baraban tezligi ortishi bilan paxta bo‘lakchalarining ishchi yuzadan ajralish ehtimoli ortadi, biroq kritik tezlik qiymatlarida paxta oqimining barqarorligi buzilishi kuzatiladi. Ayniqsa yuqori tezlik rejimlarida paxta tolalariga ortiqcha mexanik ta’sir yuzaga kelishi tolali chiqindilar miqdorining ortishiga sabab bo‘lishi mumkin.

XULOSA.

Paxtaning namlik darajasi ham tozalash jarayonining muhim ko‘rsatkichlaridan biri sifatida namoyon bo‘lib, uning me’yoriy qiymatlarda bo‘lishi iflosliklarning ajralishini yengillashtiradi, aks holda esa tozalash samaradorligini pasaytirishi aniqlangan. Shu sababli, texnologik jarayonni takomillashtirishda xomashyo parametrlarini nazorat qilish va optimal rejimlarni tanlash zarur hisoblanadi.

Umuman olganda, olib borilgan tahlillar paxtani mayda iflosliklardan tozalash jarayonini takomillashtirishda tebranish asosidagi mexanik ta’sirlarni, aerodinamik jarayonlarni va qurilma konstruktiv yechimlarini kompleks ravishda qo‘llash eng samarali yo‘nalishlardan biri ekanligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, tebranish parametrlarini chuqur nazariy asoslash, ularni paxtaning fizik-mexanik xususiyatlari bilan bog‘lash hamda zamonaviy modellashtirish va boshqaruv usullarini joriy etish kelgusidagi ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo‘nalishlari sifatida qaraladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Usmanov X.S. Paxtani iflosliklardan tozalashni takomillashtirilgan texnologiyasi asoslari /Texnika fanlari doktori (DSn) dissertatsiyasi avtoreferati(11.01.2022). Toshkent – 2021.-58 b.
2. Rosulov R. X. Paxtaning dastlabki ko‘rsatkichlariga asoslangan texnologik mashinalarning boshqariladigan tozalash tizimini ishlab chiqish /texnika fanlari doktori (DSn) dissertatsiyasi avtoreferati(21.06.2023). Toshkent – 2023. – 60 b.
3. Мурадов Р.М., Жамолов А.С. Эффективные способы очистит хлопок от мелкого сора // Универсум: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 5 (74). УРЛ: ҳттпс://7универсум.ком/ру/теч/арчиве/итем/9446 (дата обращения: 12.10.2021).

ISSN 3030-3907

4. Djabborov G.D. 29.Исследование скоростного режима колково-барабанного очистителя хлопка-сырца // Хлопковая промышленность (Ташкент). – 1972. №3, С.12-13.
5. Boldinskiy G.I. 30.и др. Выбор формы колка в очистителях мелкого сора // Хлопковая промышленность. - 1974. - №1. - С. 16-18.
6. Раджабов О.И. Совершенствование технологии очистки хлопка– сырца от мелкого сора. Диссертация на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам.
7. Lugachev A.E. Исследование процесса очистки хлопка-сырца в колковых очистителях. – Москва: Машиностроение, 1987. – 184 с.
8. Aliyev Olimjon Oribjon o‘g‘li. Paxta oqimining trayektoriyasiga qoziqcha geometriyasining ta’siri // NamMTI ilmiy-texnik axboroti. – Namangan, 2023. – №2. – B. 55–62.
9. Aliyev Olimjon Oribjon o‘g‘li. Qoziqli baraban aylanish tezligining paxtani tozalash samaradorligiga ta’siri // Textile Journal of Uzbekistan. – Toshkent, 2024. – №1. – B. 37–44.

ISSN 3030-3907

UO‘K 677.051.152.6

PAXTA TOZALASH MASHINASIDA QOZIQLI BARABAN DIAMETRI VA AYLANISH TEZLIGINING TOZALASH SAMARADORLIGIGA TA’SIRINI TADQIQ ETISH

Aliyev Olimjon Oribjon o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti tayanch doktorant,
E-mail:olimjon1009@umail.uz
Isaxanov Xamidulla
Namangan davlat texnika universiteti professori
E-mail:isaxanovX.gmail.com
Jamolov Abdurahmon Solijonovich
Namangan davlat texnika universiteti dotsenti.
E-mail:jamalovabdurahmon1@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada 1XK paxta tozalash mashinasida qoziqli baraban diametri hamda aylanish tezligining paxtani mayda iflosliklardan tozalash samaradorligiga ta’siri nazariy va eksperimental jihatdan tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida paxta oqimining ishchi kameradagi aeromexanik harakat qonuniyatlari, paxta bo‘lakchalarining trayektoriyasi hamda qoziqchalarning zarbaviy ta’siri tahlil qilindi. Baraban aylanish tezligi ortishi bilan paxta bo‘lakchalarining titilish intensivligi va iflosliklarning ajralish samaradorligi ortishi aniqlangan.

Kalit so‘zlar: Paxta tozalash mashinasi, qoziqli baraban, ayrisimon qoziqcha, aylanish tezligi, paxta oqimi, trayektoriya, mexanik jarayon, zarba kuchi, tozalash samaradorligi.

Аннотация. В данной статье теоретически и экспериментально исследовано влияние диаметра колкового барабана и скорости его вращения на эффективность очистки хлопка-сырца от мелких примесей в хлопкоочистительной машине 1ХК. В ходе исследования проанализированы аэромеханические закономерности движения хлопкового потока в рабочей камере, траектория движения хлопковых частиц, а также ударное воздействие колков. Установлено, что с увеличением скорости вращения барабана возрастает интенсивность разрыхления хлопковых частиц и эффективность отделения примесей.

Ключевые слова: Хлопкоочистительная машина, колковый барабан, вилкообразный колок, скорость вращения, хлопковый поток, траектория движения, аэромеханический процесс, ударная сила, эффективность очистки.

Abstract. This article presents a theoretical and experimental study on the influence of peg drum diameter and rotational speed on the cleaning efficiency of raw cotton from small impurities in the 1XK cotton cleaning machine. During the study, the aeromechanical motion behavior of the cotton flow inside the working

chamber, the trajectory of cotton particles, and the impact effect of peg elements were analyzed. It was determined that increasing the rotational speed of the drum enhances the vibration intensity of cotton particles and improves impurity separation efficiency.

Keywords: Cotton cleaning machine, peg drum, fork-shaped peg, rotational speed, cotton flow, trajectory, aeromechanical process, impact force, MATLAB simulation, cleaning efficiency.

KIRISH.

So‘nggi yillarda respublikamizda to‘qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini modernizatsiya qilish, tayyor mahsulot ishlab chiqarish ulushini oshirish hamda eksport salohiyatini kengaytirishga qaratilgan keng ko‘lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 19-sentyabrdagi PQ–290-son qarorida tarmoqni rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlari belgilab berilgan bo‘lib, unda ishlab chiqarish hajmini keskin oshirish, raqobatbardosh mahsulotlar ulushini ko‘paytirish va eksport geografiyasini kengaytirish asosiy strategik vazifalar sifatida qayd etilgan. Mazkur qarorga muvofiq, 2026-yilda to‘qimachilik sanoati mahsulotlari ishlab chiqarish hajmini 146 trillion so‘mga yetkazish hamda eksport ko‘rsatkichini 3,3 milliard AQSH dollariga olib chiqish rejalashtirilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirish, avvalo, paxta xom ashyosini dastlabki qayta ishlash jarayonlarining texnologik samaradorligini oshirish bilan bevosita bog‘liq hisoblanadi [1].

Paxta xom ashyosining sifat ko‘rsatkichlari tola ishlab chiqarish jarayonining barcha bosqichlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, paxta tarkibidagi turli xil organik va mineral aralashmalar texnologik jarayonlarning barqaror ishlashiga salbiy ta’sir etib, tayyor mahsulot sifatining pasayishiga sabab bo‘ladi. Organik aralashmalarga g‘o‘za barglari, qurigan shoxchalar, poya qismlari hamda o‘simlik qoldiqlari kirsa, mineral iflosliklar asosan qum, tuproq zarrachalari, mayda tosh va kesak bo‘laklaridan tashkil topadi. Ushbu aralashmalar paxta bo‘lakchalari bilan turli darajada bog‘langanligi sababli, ularni ajratib olish jarayoni murakkab mexanik va aerodinamik jarayonlarni talab qiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Paxtani dastlabki ishlash texnologiyalarini takomillashtirish hamda mayda iflosliklardan samarali tozalash masalalari so‘nggi yillarda mahalliy va xorijiy tadqiqotchilar tomonidan keng ko‘lamda o‘rganilmoqda. Ushbu tadqiqotlarning asosiy yo‘nalishlari sifatida paxta bo‘lakchalarining mexanik titilishi, aerodinamik oqimlar bilan o‘zaro ta’siri, ishchi organlarning konstruktiv parametrlarini optimallashtirish hamda energiya tejamkor texnologiyalarni ishlab chiqish masalalari qaralmoqda.

R. Rosulovning ilmiy tadqiqotlari paxtani tozalash jarayonining

ISSN 3030-3907

moslashuvchan boshqaruv tizimlarini yaratishga bag‘ishlangan bo‘lib, unda paxta xom ashyosining fizik-mexanik holatiga mos ravishda texnologik parametrlarni avtomatik o‘zgartirish imkoniyatlari asoslab berilgan. Muallif tomonidan taklif etilgan elastik asosga o‘rnatilgan qoziqli baraban konstruksiyasi paxta bo‘lakchalariga ko‘p martalik zarbaviy va tebranishli ta’sir hosil qiladi. Natijada paxta massasi to‘rli yuzada ma’lum amplituda va chastotada tebranib harakatlanadi hamda aktiv iflosliklarning ajralish intensivligi ortadi. Eksperimental natijalar paxta tarkibidagi mayda iflos aralashmalar miqdorining kamayishi va tozalash samaradorligining ortishini ko‘rsatgan[2,3].

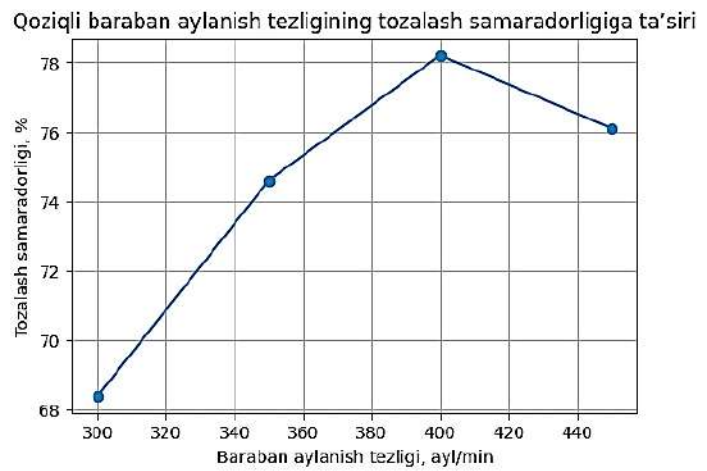
Muradov R.M. va Jamolov A.S. tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda esa tozalash qurilmalarining ishchi barabanlarini gorizontga nisbatan ma’lum burchak ostida joylashtirish orqali texnologik samaradorlikni oshirish usullari ishlab chiqilgan. Barabanning qiyalik ostida joylashuvi paxta bo‘lakchalari va iflos aralashmalarning ishchi kamera bo‘ylab harakat trayektoriyasini o‘zgartirib, iflosliklarning erkin ajralib chiqishini ta’minlaydi. Bundan tashqari, oval shakldagi to‘r yuzalaridan foydalanish mayda zarrachalarning maydalash va o‘tkazish jarayonlarini jadallashtirib, umumiy tozalash ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi[4].

NATIJALAR.

Tadqiqot davomida 1XK paxta tozalash mashinasining qoziqli barabani aylanish tezligining paxtani mayda iflosliklardan tozalash samaradorligiga ta’siri eksperimental ravishda o‘rganildi. Tajribalarda baraban aylanish tezligi 300–450 ayl/min diapazonida bosqichma-bosqich o‘zgartirildi. Tadqiqot davomida 1XK paxta tozalash mashinasining qoziqli barabani aylanish tezligining paxtani mayda iflosliklardan tozalash samaradorligiga ta’siri eksperimental ravishda o‘rganildi[5,6].

Baraban aylanish tezligi 300 ayl/min bo‘lganda paxtani tozalash samaradorligi nisbatan past bo‘lib, paxta bo‘lakchalarining ishchi zonadagi titilish darajasi yetarli emasligi kuzatildi. Aylanish tezligi 350–400 ayl/min oralig‘ida esa paxta oqimining barqaror harakati hamda qoziqchalarning optimal zarbaviy ta’siri natijasida tozalash samaradorligining maksimal qiymatlari qayd etildi.

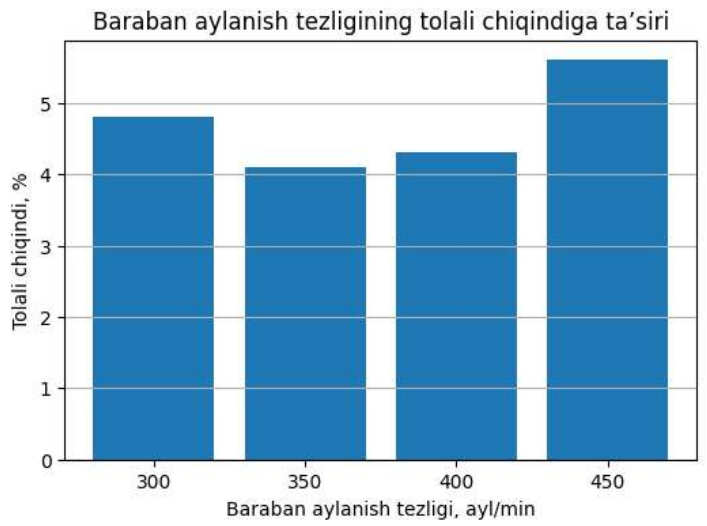
ISSN 3030-3907



1-rasm. Qoziqli baraban aylanish tezligining paxtani tozalash samaradorligiga ta'siri.

Biroq aylanish tezligi 450 ayl/min dan yuqori qiymatlarga yaqinlashganda paxta bo‘lakchalarining ishchi zonadan tez chiqib ketishi hamda markazdan qochma kuchlarning ortishi sababli ayrim hollarda tolali chiqindilar miqdorining ko‘payishi kuzatildi. Bu esa ortiqcha tezlik paxta tolalarining mexanik shikastlanish xavfini oshirishini ko‘rsatadi.

Natijalar asosida qoziqli baraban uchun optimal aylanish tezligi 350–400 ayl/min oralig‘ida ekanligi aniqlandi[7].



2-rasm. Baraban aylanish tezligining tolali chiqindilar miqdoriga ta'siri.

1-jadval.

Qoziqli baraban aylanish tezligining tozalash samaradorligiga ta'siri.

Aylanish tezligi, ayl/min	Tozalash samaradorligi, %	Tolali chiqindi, %
300	68.4	4.8
350	74.6	4.1
400	78.2	4.3
450	76.1	5.6

ISSN 3030-3907

Jadvalda keltirilgan eksperimental natijalar qoziqli baraban aylanish tezligining paxtani mayda iflosliklardan tozalash jarayoniga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi. Tajriba davomida aylanish tezligi 300 ayl/min bo‘lganda paxta bo‘lakchalarining ishchi zonadagi titilish intensivligi yetarli darajada shakllanmaganligi sababli tozalash samaradorligi nisbatan past qiymatda kuzatildi. Bunda qoziqchalar tomonidan hosil qilinadigan zarbaviy ta’sir kuchsiz bo‘lib, ayniqsa paxta tarkibidagi aktiv iflosliklarning ajralishi to‘liq amalga oshmagan.

Aylanish tezligi 350 ayl/min ga yetkazilganda paxta bo‘lakchalarining qoziqchalar bilan o‘zaro ta’sir chastotasi ortib, ishchi zonada titilish jarayoni faollashgani aniqlandi. Natijada paxta tarkibidagi mayda organik va mineral aralashmalarning ajralishi yaxshilanib, tozalash samaradorligi sezilarli ravishda ortdi. Shu bilan birga, tolali chiqindilar miqdorining kamayishi paxta oqimining ishchi kamera bo‘ylab barqaror harakatlanganligini ko‘rsatadi.

Olingan natijalar asosida qoziqli baraban uchun eng maqbul aylanish tezligi 350–400 ayl/min oralig‘ida ekanligi tavsiya etildi. Mazkur diapazonda paxtani tozalash samaradorligi yuqori bo‘lishi bilan birga tolali chiqindilar miqdori ham minimal qiymatlarda saqlanib qoladi[8].

MUHOKAMA.

Paxtani dastlabki tozalash jarayonini takomillashtirishga oid olib borilgan ilmiy tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, tozalash samaradorligi ko‘p jihatdan ishlatilayotgan qurilma konstruksiyasi, ishchi organlarning dinamik holati hamda paxtaning fizik-mexanik xususiyatlariga bog‘liqdir. Xususan, an’anaviy mexanik tozalash usullarida iflosliklarni ajratish jarayoni asosan zarba va ishqalanish kuchlari hisobiga amalga oshiriladi. Biroq bunday usullarda paxta tolalariga zarar yetkazish ehtimoli yuqori bo‘lib, ayniqsa mayda iflosliklarni ajratish yetarli darajada samarali emasligi kuzatiladi[9].

Tahlil qilingan ilmiy ishlarda taklif etilgan vertikal, qiya joylashtirilgan va ko‘p barabanli konstruktsiyalar tozalash jarayonini jadallashtirishga xizmat qilishi aniqlangan. Ayniqsa, barabanlarning aylanish tezligini va joylashuvini o‘zgartirish orqali paxta oqimining harakat trayektoriyasini boshqarish mumkinligi asoslangan. Bu esa paxta massasi bilan ishchi organlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni kuchaytirib, iflos aralashmalarni ajratish samaradorligini oshiradi.

Shu bilan birga, qayishqoq asosga o‘rnatilgan qoziqchali barabanlardan foydalanish tozalash texnologiyasida yangi bosqichni tashkil etadi.

Olib borilgan nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijalari qoziqli baraban parametrlarining paxtani mayda iflosliklardan tozalash jarayoniga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqladi. Tadqiqot davomida ayniqsa baraban aylanish tezligi hamda ayrisimon qoziqchalarning geometrik parametrlari paxta oqimining

ISSN 3030-3907

trayektoriyasi, zarba intensivligi va iflosliklarning ajralish kinetikasiga bevosita bog‘liq ekanligi aniqlandi.

XULOSA.

Olib borilgan nazariy, eksperimental hamda matematik modellashtirish tadqiqotlari natijasida 1XK paxta tozalash mashinasida qo‘llaniladigan qoziqli baraban parametrlarining paxtani mayda iflosliklardan tozalash jarayoniga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Tadqiqot davomida qoziqli baraban aylanish tezligi, ayrisimon qoziqchalarning geometrik parametrlari hamda paxta oqimining aeromexanik harakat qonuniyatlari kompleks ravishda tahlil qilindi.

Nazariy hisoblashlar va eksperimental kuzatuvlar baraban aylanish tezligi ortishi bilan paxta bo‘lakchalarining ishchi yuzadagi titilish intensivligi ham ortishini ko‘rsatdi. Bunda qoziqchalar tomonidan hosil qilinadigan zarbaviy ta’sir paxta tarkibidagi aktiv va passiv iflosliklarning ajralish kinetikasini jadallashtirishi aniqlandi. Shu bilan birga, haddan tashqari yuqori aylanish tezliklarida markazdan qochma kuchlarning ortishi paxta oqimining barqarorligini buzishi hamda tolali chiqindilar miqdorining oshishiga olib kelishi kuzatildi.

Tadqiqot natijalari asosida 350–400 ayl/min diapazonidagi aylanish tezligi paxtani mayda iflosliklardan samarali tozalash uchun optimal texnologik rejim ekanligi aniqlandi. Ushbu diapazonda paxta bo‘lakchalari ishchi yuzada ko‘p martalik sakrash va titilish harakatini amalga oshirib, iflosliklarning ajralish intensivligi maksimal qiymatlarga yaqinlashishi kuzatildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Usmanov X.S. Paxtani iflosliklardan tozalashni takomillashtirilgan texnologiyasi asoslari /Texnika fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati(11.01.2022). Toshkent – 2021.-58 b.
2. Rosulov R. X. Paxtaning dastlabki ko‘rsatkichlariga asoslangan texnologik mashinalarning boshqariladigan tozalash tizimini ishlab chiqish /texnika fanlari doktori (DSn) dissertatsiyasi avtoreferati(21.06.2023). Toshkent – 2023. – 60 b.
3. Абдусаттаров Б., Каримов Н.М., Саримсаков О.Ш. Совершенствование конструксии сепаратора для хлопка // Универсум: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 12(93). УРЛ: ҳттпс://7универсум.ком/ру/теч/арчиве/ итем/12778 (дата обращения: 22.01.2024). ДОИ - 10.32743/УниТеч. 2021.93.12.12778
4. Мурадов Р.М., Жамолов А.С. Эффективные способы очистит хлопок от мелкого сора // Универсум: технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 5 (74). УРЛ: ҳттпс://7универсум.ком/ру/теч/арчиве/итем/9446 (дата обращения: 12.10.2021).

ISSN 3030-3907

5. Usmanov X.S. Chigitli paxtani mayda iflosliklardan tozalash texnologiyasini takomillashtirish // Paxta sanoati ilmiy-texnika jurnali. – Toshkent, 2018. – №3. – B. 21–27.
6. Rosulov R. Paxta tozalash mashinalarining texnologik parametrlarini optimallashtirish // Textile Problems. – Toshkent, 2019. – №2. – B. 34–41
7. Muradov R.M., Jamolov A.S. Paxta tozalash mashinalarida ishchi organlarning texnologik samaradorligini oshirish // Mexanika muammolari. – Toshkent, 2021. – №1. – B. 43–49.
8. Axmedhodjayev X.T. Paxta tozalash texnologik mashinalari. – Toshkent: Voris-nashriyot, 2017. – 248 b.
9. Aliyev Olimjon Oribjon o‘g‘li. Paxta oqimining trayektoriyasiga qoziqcha geometriyasining ta’siri // NamMTI ilmiy-texnik axboroti. – Namangan, 2023. – №2. – B. 55–62.

ISSN 3030-3907

SABZI URUG‘LARINI ELEKTR MAYDONIDA SARALASH PARAMETRLARINING UNUVCHANLIKKA TA’SIRI

Toyirov Normuxammad Sultonali o‘g‘li
Qo‘qon davlat universiteti, , assistant
Qo‘qon shahri, O‘zbekiston Respublikasi
ORCID: 0009-0001-8917-9371
E-mail: toyirov.normuxammad@kokandsu.uz
Najmiddinov Zikirillo Zuhriddin o‘g‘li
Qo‘qon davlat universiteti, Qo‘qon shahri, O‘zbekiston Respublikasi
ORCID: **0009-0002-5085-4824**

Annotatsiya. Maqolada sabzi (Daucus carota L.) urug‘larini elektr maydonida saralashning texnologik parametrlari va ularning urug‘lar unuvchanligiga ta’siri tadqiq etilgan. Elektr maydon kuchlanganligi, elektrodlar orasidagi masofa, ishlov berish davomiyligi va konveyer tezligining urug‘ sifati va unib chiqishiga ta’sirini aniqlash maqsadida tajribaviy izlanishlar o‘tkazilgan. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, elektr maydon kuchlanganligi 1,5 kV/sm va ishlov berish davomiyligi 6 soniya bo‘lganda sabzi urug‘larining unuvchanligi nazorat namunasiga nisbatan 27,8 foizga oshadi. Tavsiya etilgan rejim sabzi seleksiyasi va urug‘lik xo‘jaligi amaliyotida samarali qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: sabzi urug‘i, elektrotexnologik ishlov berish, elektr maydoni, saralash, unuvchanlik, korona razryadi, kuchlanganlik, elektr separatori, urug‘lik xo‘jaligi.

Аннотация. В статье исследуются технологические параметры сортировки семян моркови (Daucus carota L.) в электрическом поле и их влияние на всхожесть семян. Проведены экспериментальные исследования по определению влияния напряжённости электрического поля, межэлектродного расстояния, продолжительности обработки и скорости конвейера на качество семян и их прорастание. Полученные результаты показывают, что при напряжённости электрического поля 1,5 кВ/см и продолжительности обработки 6 секунд всхожесть семян моркови увеличивается на 27,8 % по сравнению с контрольным образцом. Рекомендованный режим может эффективно применяться в селекции моркови и семеноводческой практике.

Ключевые слова: семена моркови, электротехнологическая обработка, электрическое поле, сортировка, всхожесть, коронный разряд, напряжённость, электросепаратор, семеноводство.

Annotation. The article investigates the technological parameters of sorting carrot (Daucus carota L.) seeds in an electric field and their effect on seed germination. Experimental studies have been conducted to determine the influence of the electric

field intensity, interelectrode distance, treatment duration and conveyor speed on seed quality and germination. The obtained results show that at an electric field intensity of 1.5 kV/cm and a treatment duration of 6 seconds, the germination of carrot seeds increases by 27.8 % compared to the control sample. The recommended mode can be effectively applied in carrot breeding and seed production practice.

Key words: carrot seeds, electrotechnological treatment, electric field, sorting, germination, corona discharge, intensity, electroseparator, seed production.

KIRISH.

Sabzi (Daucus carota L.) qishloq xo‘jaligida muhim oziq-ovqat ekini bo‘lib, uning hosildorligi va sifatini ta’minlashda yuqori sifatli urug‘lik materialining ahamiyati katta. Biroq sabzi urug‘larining tabiiy unuvchanligi nisbatan past – 60-75 foiz atrofida, bu esa ekish me’yorini oshirish va qo‘shimcha xarajatlarni keltirib chiqaradi [1, 2]. Sabzi urug‘lari kichik o‘lchamga (1,0–1,4 mm) va g‘ovak strukturaga ega bo‘lib, ularning tarkibida efir moylari mavjudligi unib chiqish jarayonini sekinlashtiradi [3].

Zamonaviy urug‘lik xo‘jaligida urug‘larning sifatini oshirish va ularni ekishdan oldin tayyorlashda turli fizik-texnologik usullar qo‘llanilmoqda. Bular qatoriga termik, kimyoviy, ultratovushli, lazerli va elektrotexnologik usullar kiradi. Ulardan eng samaralilaridan biri - elektr maydoni va korona razryadi yordamida urug‘larni saralash va ishlov berish hisoblanadi [4, 5].

Elektr maydonida saralash usuli urug‘larning fizik xossalariga (massasi, dielektrik o‘tkazuvchanligi, sirt zaryadi) asoslangan bo‘lib, sog‘lom va shikastlangan, to‘la va bo‘sh urug‘larni bir-biridan ajratish imkonini beradi. Bundan tashqari, elektr maydoni urug‘ yuzasidagi mikroorganizmlarni zararsizlantiradi va biologik faollikni oshiradi [6, 7]. Biroq, har bir ekin turi uchun elektr maydoni parametrlarining optimal qiymatlari turlicha bo‘lib, ularni eksperimental yo‘l bilan aniqlash zarur.

Mazkur tadqiqotning dolzarbligi shundan iboratki, sabzi urug‘larini elektr maydonida saralashning texnologik parametrlari va ularning unuvchanlikka ta’siri yetarli darajada o‘rganilmagan. Sabzi urug‘larining o‘ziga xos morfologik va fizik xususiyatlarini hisobga olgan holda, optimal saralash rejimini aniqlash sabzi yetishtirish jarayoniga yangi imkoniyatlar ochib beradi.

ADABIYOTLAR SHARHI. Sabzi urug‘larining unuvchanligi va ekishdan oldin tayyorlash masalalari ko‘plab olimlar tomonidan tadqiq etilgan. M.K. Sadiqov sabzi navlarining biologik xususiyatlari va urug‘ sifatiga ta’sir qiluvchi omillarni o‘rganib, ekishdan oldin tayyorlash zaruriyatini asoslagan [1]. K.E. Otaboyev sabzi yetishtirishning agrotexnik xususiyatlarini tadqiq qilib, mintaqamiz sharoiti uchun mos navlarni tavsiya etgan [2].

ISSN 3030-3907

Elektrotexnologik usullar bo‘yicha A.T. Rosaboyev tribelektrik saralash qurilmalarining ilmiy asoslarini ishlab chiqqan [8]. Shu muallifning navbatdagi ishlarida elektrostatik separator konstruksiyalari takomillashtirilgan [9]. D.S. Strebkov va L.Yu. Yuferevlar urug‘larni ekishdan oldin elektr maydonida ishlov berishning umumiy nazariy asoslarini bayon qilganlar [10].

Xorijiy tadqiqotlarda S. Pietruszewski va E. Martinez magnit va elektr maydonlarining urug‘lar sifatiga ta’sirini batafsil tahlil qilgan [11]. A. Aladjadjiyan o‘simliklar o‘sishini rag‘batlantirishda fizik omillarning ahamiyatini ko‘rsatib bergan [12]. Ye.M. Basarigina va boshqalar zarno‘chil ekinlar urug‘larini ekishdan oldin elektr maydonida ishlov berishning biotexnologik tizimlarini ishlab chiqqan [13].

Sabzi urug‘lariga aynan qaratilgan tadqiqotlar yetarli emas. F.Ya. Izakov va S.K. Sheryazov sabzavot ekinlari urug‘larini elektr maydonida ishlov berishning ayrim natijalarini taqdim etganlar [14], biroq sabzi urug‘lariga xos optimal parametrlar to‘liq aniqlanmagan. Bu o‘rinda mahalliy sharoit va sabzi navlariga moslashtirilgan tadqiqotlar olib borish dolzarbdir.

Bu ishlar elektrotexnologik usullarning universalligi va sabzi seleksiyasi sohasiga ham tatbiq qilish mumkinligini tasdiqlaydi.

TADQIQOTNING MAQSADI. Sabzi (Daucus carota L.) urug‘larini elektr maydonida saralashning asosiy texnologik parametrlari — elektr maydon kuchlanganligi, ishlov berish davomiyligi, elektrodlar orasidagi masofa va konveyer tezligining urug‘lar unuvchanligiga ta’sirini aniqlash hamda optimal rejimlarni belgilash.

MATERIAL VA USLUBLAR. Tadqiqot ob’ekti sifatida “Mshak-195” mahalliy sabzi navining 2024-yilgi hosildan olingan urug‘lari tanlandi. Urug‘larning boshlang‘ich namligi 8,2 ± 0,3 foizni, 1000 dona urug‘ massasi 1,28 ± 0,05 g ni va tabiiy unuvchanligi 71,5 ± 1,8 foizni tashkil etdi. Tajribalar Qo‘qon davlat universitetining “Elektr texnologiyalar” ilmiy-tadqiqot laboratoriyasida 2025-yilning aprel-iyun oylarida o‘tkazildi.

Elektrotexnologik ishlov berish ilgari mualliflar tomonidan takomillashtirilgan elektrostatik separator qurilmasida amalga oshirildi. Qurilma yuklash bunkeri, dielektrik asosli konveyer, potensial elektrod va yerga ulangan elektroddan tashkil topgan. Elektrodlar orasidagi masofa vint mexanizmi va o‘lchov asbobi yordamida 10 dan 30 mm gacha o‘zgartirildi. Yuqori voltli kuchlanish manbai sifatida UVP-15 markali qurilmadan foydalanildi (0–40 kV o‘zgaruvchan kuchlanish).

Tajribalarning birinchi seriyasida elektr maydon kuchlanganligi 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 va 2,5 kV/sm bo‘lgan beshta variant o‘rganildi. Har bir variantda elektrodlar orasidagi masofa 20 mm, ishlov berish davomiyligi 6 soniya va konveyer tezligi

ISSN 3030-3907

0,15 m/s bo‘lib turdi. Ikkinchi seriyada esa eng yaxshi kuchlanganlikda (1,5 kV/sm) ishlov berish davomiyligi 2, 4, 6, 8 va 10 soniya qilib o‘zgartirildi.

Nazorat namunasi sifatida elektrotexnologik ishlov berilmagan o‘sha sabzi navining urug‘lari olindi. Har bir variant uch takrorlikda, har bir takrorda 100 dona urug‘ ishtirokida o‘tkazildi. Urug‘larning unuvchanligi GOST 12038-84 talablariga ko‘ra Petri likopchasida 25 ± 1 °C haroratda, oziqlantirilgan filtr qog‘ozida aniqlanishi natijasida hisoblandi. Hisob-kitoblar 14-kunda yakunlandi. Elektr maydon kuchlanganligi (E) quyidagi formula bilan aniqlandi:

$$E = U / d, \qquad (1)$$

bu yerda U — elektrodlarga uzatilgan kuchlanish, kV; d — elektrodlar orasidagi masofa, sm.

Olingan natijalar Microsoft Excel 2019 dasturida statistik tahlil qilindi. O‘rtacha qiymatlar va standart og‘ishlar hisoblandi. Variantlar orasidagi tafovutning ahamiyatliligi Styudent t-mezoni yordamida $P \leq 0,05$ ishonchlilik darajasida baholandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Elektr maydon kuchlanganligining sabzi urug‘lari unuvchanligiga ta’sirini o‘rganish bo‘yicha o‘tkazilgan tajribalarning natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Elektr maydon kuchlanganligining sabzi urug‘lari unuvchanligiga ta’siri (d = 20 mm, t = 6 s)

№	Variant	Elektr maydon kuchlanganligi E, kV/sm	Kuchlanish U, kV	Unuvchanlik, %	Nazoratga nisbatan ortishi, %
1	Nazorat	0	0	71,5 ± 1,8	—
2	V-1	0,5	10	78,3 ± 2,1	+9,5
3	V-2	1,0	20	86,7 ± 1,9	+21,3
4	V-3	1,5	30	91,4 ± 1,5	+27,8
5	V-4	2,0	40	84,2 ± 2,3	+17,8
6	V-5	2,5	50	73,1 ± 2,7	+2,2

1-jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, elektr maydon kuchlanganligining oshishi bilan sabzi urug‘larining unuvchanligi ham ortib boradi va 1,5 kV/sm da o‘zining maksimal qiymatiga (91,4 foiz) erishadi. Bu nazorat namunasiga nisbatan 27,8 foiz oshish demakdir. Kuchlanganlikni keyingi

ISSN 3030-3907

oshirilishi (2,0 va 2,5 kV/sm) unuvchanlikning kamayishiga olib keladi, bu yuqori intensivlikdagi elektr maydonining urug‘ embrionidagi biologik strukturalarga halokatli ta’sir ko‘rsatishi bilan tushuntiriladi.

Olingan natijalar S. Pietruszewski va E. Martinez tomonidan boshqa ekinlar uchun aniqlangan qonuniyatlarga muvofiq keladi [11]: har bir ekin turi uchun elektr maydon kuchlanganligining muayyan optimal qiymati mavjud bo‘lib, undan past qiymat samarasiz, yuqori qiymat esa zararli ta’sir ko‘rsatadi.

Tajribalarning ikkinchi seriyasida ishlov berish davomiyligining sabzi urug‘lari unuvchanligiga ta’siri o‘rganildi. Bu seriyada elektr maydon kuchlanganligi oldingi tajribada aniqlangan optimal qiymat - 1,5 kV/sm da saqlandi. Natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

Elektr maydonida ishlov berish davomiyligining sabzi urug‘lari unuvchanligiga ta’siri (E = 1,5 kV/sm, d = 20 mm)

№	Variant	Ishlov berish davomiyligi t, s	Unuvchanlik, %	Nazoratga nisbatan ortishi, %
1	Nazorat	0	71,5 ± 1,8	—
2	T-1	2	78,9 ± 2,0	+10,3
3	T-2	4	85,6 ± 1,7	+19,7
4	T-3	6	91,4 ± 1,5	+27,8
5	T-4	8	88,2 ± 2,2	+23,4
6	T-5	10	80,7 ± 2,5	+12,9

2-jadval ma’lumotlari ishlov berish davomiyligi va unuvchanlik orasidagi parabolik bog‘liqlikni ko‘rsatadi. Eng yaxshi natija 6 soniya davomida ishlov berilganda qayd etildi (91,4 foiz). Davomiylikning kamayishi (2–4 soniya) elektr maydonining urug‘ga to‘liq ta’sir ko‘rsatish uchun yetarli vaqt yaratmasa, davomiylikning ortishi (8–10 soniya) urug‘ embrionining yuqori intensivlikdagi elektr maydon ta’sirida zararlanishiga olib keladi.

Tajribalarda elektrodlar orasidagi masofaning unuvchanlikka ta’siri ham o‘rganildi. d = 15 mm da unuvchanlik 88,9 foizni, d = 20 mm da 91,4 foizni, d = 25 mm da 89,3 foizni va d = 30 mm da 85,1 foizni tashkil etdi. Demak, optimal masofa 20 mm hisoblanadi. Bu masofada elektr maydoni urug‘larning butun hajmiga bir tekis ta’sir ko‘rsatadi va elektrostatik kuch korona razryadi hosil bo‘lishi uchun ham yetarli darajada bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Konveyer tezligi tajribalarda 0,10 dan 0,30 m/s gacha o‘zgartirildi. Eng yuqori unuvchanlik tezlik 0,15 m/s bo‘lganda kuzatildi, bu ishlov berish davomiyligi bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liq. Konveyer tezligini oshirish ishlov berish davomiyligini kamaytirib, urug‘larga elektr maydonining ta’sir samaradorligini pasaytiradi.

3-jadvalda barcha tadqiqot natijalari umumlashtirilgan ko‘rinishda — sabzi urug‘larini elektr maydonida saralashning tavsiya etilayotgan optimal parametrlari keltirilgan.

3-jadval.

Sabzi urug‘larini elektr maydonida saralashning tavsiya etilayotgan optimal parametrlari

№	Texnologik parametr	O‘lchov birligi	Tavsiya etilayotgan qiymat
1	Elektr maydon kuchlanganligi (E)	kV/sm	**1,5**
2	Elektr kuchlanish (U)	kV	**30**
3	Elektrodlar orasidagi masofa (d)	mm	**20**
4	Ishlov berish davomiyligi (t)	soniya	**6**
5	Konveyer tezligi (v)	m/s	**0,15**
6	Kutilayotgan unuvchanlik	%	**91,4**
7	Nazoratga nisbatan ortish	%	**+27,8**

Tavsiya etilgan optimal rejimda sabzi urug‘larining unuvchanligi nazorat namunasiga nisbatan 27,8 foizga oshib, 91,4 foizga yetadi. Bu D.S. Strebkov va L.Yu. Yuferev tomonidan boshqa sabzavot ekinlari uchun olingan natijalardan (15–22 foiz oshish) yuqori ko‘rsatkichdir [10]. Bunday yuqori samaradorlik elektr maydoni va korona razryadi parametrlari sabzi urug‘larining morfologik xususiyatlariga aniq moslashtirilgani bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundaki, taklif etilayotgan rejim sabzi urug‘ining ekishdan oldin tayyorlash xarajatlarini kamaytiradi, kimyoviy moddalardan foydalanishni qisqartiradi va atrof-muhitga zarar yetkazmaydi. Ishlab chiqilgan rejim seleksiya markazlarida va urug‘lik xo‘jaliklarida joriy etish uchun tavsiya etiladi.

XULOSA. O‘tkazilgan tajribaviy tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

ISSN 3030-3907

1. Sabzi (Daucus carota L.) urug‘larini elektr maydonida saralashning texnologik parametrlari - elektr maydon kuchlanganligi, ishlov berish davomiyligi, elektrodlar orasidagi masofa va konveyer tezligi - urug‘ unuvchanligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

2. Elektr maydon kuchlanganligi va unuvchanlik orasidagi bog‘liqlik parabolik xarakterga ega bo‘lib, optimal qiymat E = 1,5 kV/sm da kuzatiladi. Bu qiymatda urug‘larning unuvchanligi nazoratga nisbatan 27,8 foizga oshadi.

3. Ishlov berish davomiyligining sabzi urug‘lari unuvchanligiga ta’siri optimal qiymatga (6 soniya) ega bo‘lib, undan past va yuqori qiymatlar samaradorlikni pasaytiradi.

4. Tadqiqot natijasida sabzi urug‘larini elektr maydonida saralashning quyidagi optimal rejimi tavsiya etiladi: E = 1,5 kV/sm; U = 30 kV; d = 20 mm; t = 6 s;

v = 0,15 m/s.

5. Taklif etilayotgan rejim ekologik toza, energiya tejamkor va iqtisodiy samarali bo‘lib, sabzi yetishtirish texnologiyasini takomillashtirishga xizmat qiladi va respublika seleksiya markazlari hamda urug‘lik xo‘jaliklarida amaliy qo‘llanilishi mumkin.

Tadqiqotning istiqbolli yo‘nalishlari sifatida boshqa sabzi navlari uchun parametrlarni aniqlash, qurilmaning ishlab chiqarish unumdorligini oshirish va saralangan urug‘lardan olingan sabzi hosildorligini dala sharoitida o‘rganish belgilanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Sadiqov M.K. Sabzavotchilik asoslari: o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: Mehnat, 2019. – 224 b.

2. Otaboyev K.E. Sabzavot ekinlarini yetishtirish agrotexnologiyasi. – Toshkent: Yangi nashr, 2021. – 312 b.

3. Геология и биология семян моркови / Под ред. А.А. Жученко. – М.: Колос, 2017. – 256 с.

5. Юсупов Р.Х., Бутко Г.Ю. Влияние предпосевной электромагнитной обработки семян на урожайность зерновых культур // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2020. – Т. 14, № 2. – С. 39–43. DOI: 10.22314/2073-7599-2020-14-2-39-43.

6. Виноградов А.В., Виноградова А.В., Большев В.Е. Применение озона и УФ-излучения в сельскохозяйственном производстве // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. – 2022. – Т. 69, № 4 (49). – С. 3–12.

7. Гончарова Т.Ю., Виноградов А.В. Электротехнологии в семеноводстве: современное состояние и перспективы // Сельскохозяйственные машины и

ISSN 3030-3907

технологии. – 2021. – Т. 15, № 3. – С. 12–18. DOI: 10.22314/2073-7599-2021-15-3-12-18.

8. Изаков Ф.Я. Электротехнология в сельском хозяйстве: состояние и перспективы развития // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2018. – Т. 84. – С. 92–98.

9. Росабоев А.Т. Letuchkalarni triboelektrik qurilmada saralashning ilmiy va texnologik asoslari: monografiya. – Toshkent: Adabiyot uchqunlari, 2015. – 109 b.

10. Росабоев А.Т. Takomillashtirilgan elektr saralagich // AGRO ILM. – Toshkent, 2013. – № 1. – B. 81–82.

11. Стребков Д.С., Юферев Л.Ю., Соколов А.В. Использование электрических полей для предпосевной обработки семян // Вестник ВИЭСХ. – 2017. – № 3 (28). – С. 18–23.

12. Pietruszewski S., Martínez E. Magnetic field as a method of improving the quality of sowing material: a review // International Agrophysics. – 2015. – Vol. 29, No. 4. – P. 377–389.

13. Басарыгина Е.М., Путилова Т.А., Барашков Р.И. Биотехнологические системы на основе предпосевной электрообработки семян // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – Т. 33, № 4. – С. 70–72.

14. Umarov Sh., Ibrohimov V. Qishloq xo‘jaligida elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirish yo‘llari // Innovatsion texnologiyalar. – 2024. – № 2. – B. 56–61.

CHIGITNI PUSHTALI EKISH TEXNOLOGIYASI

Igamberdiev Anvarjon Uktamovich
Andijon davlat texnika instituti, "Umumtexnika fanlari" kafedrasi katta o'qituvchisi **t.f.f.d., (PhD).**
E-mail: Igamberdiev@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada tuproqqa minimal ishlov berishga mo'ljallangan kombinatsiyalashgan agregatning yerlarni pushtali ekishga tayyorlash bo'yicha o'tkazilgan ilmiy-tadqiqotlarning texnologik jarayon natijalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: Kombinatsiyalashgan agregat, pushta olgich, o'g'itlagich, chuqur yumshatuvchi ish organi, chigit, g'o'za.

Аннотация. В статье представлены результаты технологического процесса научных исследований по подготовке почвы к посеву с помощью комбинированного агрегата, предназначенного для минимальной обработки почвы.

Ключевые слова: Комбинированный агрегат, хлопкоуборочная машина, разбрасыватель удобрений, рабочая масса для глубокого размягчения, семена, хлопок.

Annotation. The article presents the results of the technological process of research on the preparation of the soil of the combined aggregate for minimal tillage.

Keywords: Combined aggregate, pulverizer, fertilizer, deep softening working body, seed, cotton.

KIRISH.

Chigitni pushtaga ekish usuli hozirgi davrda Respublikamizda keng qo'llaniladi. Bu usulda dalalar kuzda o'g'itlangan va shudgorlangandan keyin, notekisliklar tekislangan, chizellangandan so'ng dala yuzasiga borona va mola ishlov berilib, orqasidan pushta olinadi. Bahorda pushtalarga ishlov beriladi va ustiga chigit ekiladi [1]. Yaratilayotgan kombinatsiyalashgan agregatlar qishloq xo'jalik ishlab chiqarishida muayyan ijobiy natijalarga erishilgan holda qo'llanilib kelinmoqda. Ammo, bu g'o'zapoyalardan tozalangan dalalarni pushtali ekishga tayyorlashda pushta olgichning kam energiya sarflangan holda yuqori ish sifatini ta'minlaydigan parametrlarini asoslash masalalari yetarli darajada o'rganilmagan.

Pushta olish texnologiyalari va ularni amalga oshiradigan texnika vositalari hamda ularga doir bajarilgan ilmiy-tadqiqot ishlarini tahlil etish;

kombinatsiyalashgan agregat pushta olgichining ishlash sharoitini (tuproqning namligi, qattiqligi va zichligi bo'yicha) o'rganish;

kombinatsiyalashgan agregat pushta olgichi konstruksiyasi va turini tanlash bo'yicha tadqiqotlar o'tkazish;

kombinatsiyalashgan agregat pushta olgichining kam energiya sarflangan

ISSN 3030-3907

holda yuqori ish sifatini ta’minlaydigan parametrlarining asoslash;

kombinatsiyalashgan agregat pushta olgichining parametrlari hamda agregat harakat tezligini uning agrotexnik va energetik ish ko‘rsatkichlariga ta’sirini aniqlash.

Ob’ekti sifatida g‘o‘zapoyadan tozalangan dalalar, ular tuprog‘ining fizik-mexanik xossalari, kombinatsiyalashgan agregat va uning pushta olgichi olingan.

Kombinatsiyalashgan agregat pushta olgichining tuproq bilan o‘zaro ta’sirlashish jarayonlarini ifodalovchi analitik bog‘lanishlar va matematik modellar hamda kombinatsiyalashgan agregatning agrotexnik va energetik ish ko‘rsatkichlarini pushta olgichi parametrlari va agregat harakat tezligiga bog‘liq ravishda o‘zgarish qonuniyatlaridan iborat.

Kombinatsiyalashgan agregat pushta olgichining konstruktiv sxemasi ishlab chiqilgan va uning texnologik ish jarayoni asoslangan. Kombinatsiyalashgan agregat pushta olgichining tuproq bilan o‘zaro ta’sirlashish hamda pushta olish jarayonlarini ifodalovchi matematik modellar uning parametrlari (diametri, egrilik radiusi, harakat yo‘nalishiga nisbatan o‘rnatilish burchagi) va harakat tezligini hisobga olgan holda olingan. Kombinatsiyalashgan agregat pushta olgichi parametrlarining o‘zgarish chegaralari sferik disk kesayotgan tuproq palaxsasining shakli va o‘lchamlarini hisobga olgan holda keltirib chiqarilgan analitik ifodalar asosida aniqlangan

Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot institutida o‘tkazilgan tadqiqotlarning ko‘rsatishicha chigit pushtaga ekilib, paxta yetishtirilganda:

- g‘o‘za ildizlari rivojlanadigan mayin tuproq mavjud bo‘lgan zona ortadi;
- chigitlar traktor va qishloq xo‘jalik mashinalari g‘ildiraklari tomonidan ezilmagan mayin tuproqqa ekiladi;
- dalaning quyosh nurini qabul qilib oladigan sathi ortishi hisobiga tuproqda issiqliq ko‘proq to‘planishi va uning harorati tekis yerga nisbatan ikki-uch gradusga ortiq bo‘lishiga erishilinadi. Bu ekish ishlarini erta muddatda boshlash va chigitni qiyg‘os undirib olish imkoniyatini beradi;
- pushtalar kuzda olib qo‘yilganligi sababli yerlarga ekish oldidan ishlov berish ishlari ancha yengillashadi;
- yog‘ingarchilik kam bo‘lgan yillari pushta ustidagi quruq tuproq surib tashlanib, chigit nam tuproqqa ekiladi va uni qiyg‘os unib chiqishi ta’minlanadi;
- pushta ustiga tushgan yomg‘ir suvlari uning egatiga oqib tushib ketishi sababli chigit ekilgan qator ustida kuchli qatqaloq paydo bo‘lmaydi. Shu sababdan o‘simliklarni ildiz chirish kasalligi kam bo‘ladi;
- g‘o‘za qator oralariga birinchi ishlov berishda endi chiqqan yoki unib chiqayotgan g‘o‘za nihollarining tuproq bilan ko‘milish ehtimoli kamayadi;
- ekish oldidan beriladigan o‘g‘itlar yoppasiga emas, faqat pushta-larning chigit

ISSN 3030-3907

ekiladigan qismiga beriladi;

- g‘o‘zaning har xil kasalliklarga chalinishi kamayadi.

Ushbu afzalliklar tufayli chigit pushtaga ekilganda tekis yerga ekilganga nisbatan qiyg‘os unib chiqadi, o‘simliklar yaxshi rivojlanadi va natijada ertangi yuqori hosil yetishtirilishiga erishiladi [2].

ADABIYOTLAR TAHLILI. Chigitni pushta olingan paykallarga ekish uchun tayyorlashning mavjud texnologiyalari alohida-alohida agregatlar bilan bajariladigan o‘g‘itlash, shudgorlash, chizellash, boronalash, molalash va pushta olish kabi ko‘plab agrotexnika tadbirlaridan iborat bo‘lib, ularni bajarish uchun kamida 2-3 turdagi traktor va 5-6 turdagi qishloq xo‘jalik mashina va qurollari qo‘llanilmoqda. Bu o‘z navbatida yerlarni ekishga tayyorlashda mehnat, yonilg‘i va boshqa moddiy xarajatlar sarfini ortishiga, agregatlarni daladan ko‘p martalab o‘tishi tuproq strukturasining buzilishi va haydov osti qatlamini zichlanishiga olib keladi. Ushbu ko‘rsatib o‘tilgan kamchiliklarni bartaraf etishning eng muhim yo‘llaridan biri kombinatsiyalashgan agregatlarni qo‘llab, bajariladigan texnologik jarayonlarni qo‘shib va bir vaqtda olib borish, ular sonini qisqartirish hamda ishlov berish chuqurligini kamaytirish va haydov qatlamiga to‘liq ishlov bermasdan yo‘l-yo‘l ishlov berishga o‘tishdan iborat.

METODOLOGIYA. Yerlarga ishlov berishda qo‘llaniladigan kombinatsiyalashgan agregatlar daladan bir o‘tishda ularga asosiy va ekish oldidan ishlov berish bo‘yicha bajariladigan bir nechta yoki barcha texnologik jarayonlarni qo‘shib bajaradi. Bu traktorlar va qishloq xo‘jalik mashinalarining tuproqqa ko‘rsatadigan salbiy ta’siri hamda yonilg‘i sarfi, mehnat sarfi va boshqa moddiy xarajatlarni kamayishi, ish sifati va unumini ortishi, tuproqqa ishlov berish muddati qisqarishi, unda to‘plangan namning saqlanib qolishiga olib keladi.

Hozirgi davrda yerlarga ishlov berishda qo‘llaniladigan kombinatsiyalashgan agregatlarni quyidagi guruhlarga bo‘lish mumkin [3,4]:

- yerlarga asosiy va qo‘shimcha ishlov berishni qo‘shib bajaruvchi agregatlar. Bunday agregatlar asosan yerga asosiy ishlov beradigan mashina (ag‘dargichli plug, chizelli plug, chuqur yumshatkich) hamda unga o‘rnatilgan ish organlardan tashkil topgan bo‘lib, ish organlar shudgorlangan yoki yumshatilgan dala yuzasini maydalab, tekislab hamda zichlab ketadi;

- yerlarga ekish oldidan ishlov berish jarayonlarini qo‘shib olib boruvchi agregatlar. Bunday agregatlar daladan bir o‘tganda tuproqni belgilangan chuqurlikka yumshatadi, uning yuza qismini tekislaydi, maydalaydi hamda talab darajasida zichlab ketadi;

- yerlarga asosiy yoki ekish oldidan ishlov berishni o‘g‘itlash bilan birgalikda bajaradigan agregatlar. Bunday agregatlar o‘g‘itlagichlar bilan ham jihozlangan bo‘lib, daladan bir o‘tishda tuproqqa asosiy yoki ekish oldidan ishlov

ISSN 3030-3907

beradi hamda unga o‘g‘it solib ketadi;

- yerlarga ishlov berish va ekish tadbirlarini birgalikda bajaradigan agregatlar. Bunday agregatlar tuproqqa ishlov beradigan va ekish mashinalari yoki ish organlaridan tashkil topgan bo‘ladi. Shu sababli ular tuproqqa ishlov berish va ekishni birgalikda qo‘shib bajaradi [5].

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot institutida ishlab chiqilgan kombinatsiyalashgan agregat g‘o‘zapoyasi yulib olingan yoki maydalanib dala yuzasiga sochib yuborilgan maydonlarda qo‘llash uchun mo‘ljallangan.

Kombinatsiyalashgan agregat pushta olgichining agrotexnik talab darajasidagi ish sifatini kam energiya sarflagan holda ta’minlovchi turi va parametrlari asoslangan.Ishlab chiqilgan pushta olgichlar bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan agregatni dalalarni pushtali ekishga tayyorlashda qo‘llash energiya va resurs sarflari kamayishiga olib kelishi aniqlangan. Kombinatsiyalashgan agregat amalga oshiradigan texnologik jarayon tasvirlangan (1-rasm). Natijalarning ilmiy ahamiyati kombinatsiyalashgan agregat pushta olgichining kam energiya sarflangan holda talab darajasidagi ish sifatini ta’minlovchi parametrlari asoslanganligi hamda olingan matematik modellar va analitik bog‘lanishlardan boshqa shunga o‘xshash ish organlarining parametrlarini asoslashda qo‘llash mumkinligi bilan izohlanadi. Tuproqqa ishlov beruvchi kombinatsiyalashgan agregatni texnologik ish jarayoni quyidagicha kechadi: agregatni bir o‘tishida o‘tgan mavsumdagi egatlar tubi chuqur yumshatgichlar bilan 30-40 sm chuqurlikda yumshatiladi va bir yo‘la lentasimon usulda o‘g‘itlanadi, pushta olgichlar bilan eski pushtalar shu yumshatilgan va o‘g‘itlangan joylarga surilib, yangi pushtalar hosil qilinadi, ya’ni o‘tgan mavsumdagi egatlar o‘rnida osti yumshatilgan va o‘g‘itlangan pushtalar, pushtalar o‘rnida esa egatlar hosil bo‘lad [1,2].

1-jadvalda omillar, ularning shartli belgilanishi hamda variatsiyalanish oraliqlari keltirilgan. Ular o‘tkazilgan nazariy tadqiqotlar va bir omilli eksperimentlar natijalaridan kelib chiqqan holda belgilandi.

1-jadval

Omillar, ularning shartli belgilanishi, variatsiyalanish oralig‘i va sathi

Omillarning nomlanishi	O‘lchov birligi	Belgi-lanishi	Oralig‘i	Omillar sathi		
				-1	0	+1
1. Pushta olgichning harakat yo‘nalishiga nisbatan o‘rnatilish burchagi	grad	X_1	10	20	30	40

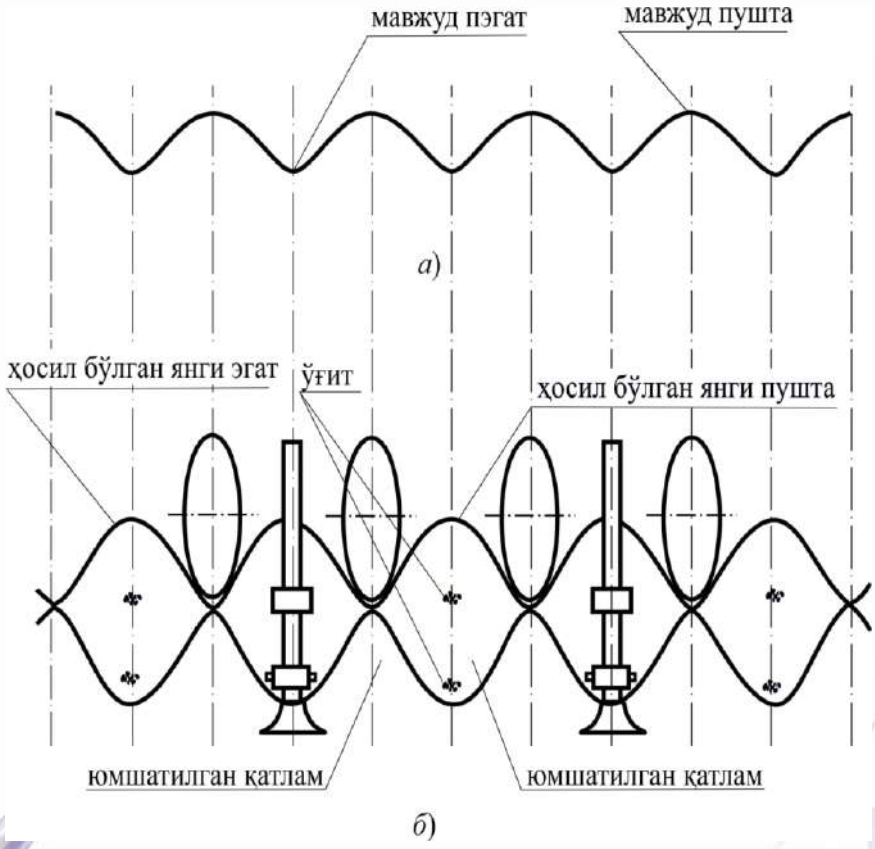
ISSN 3030-3907

2. Pushta olgichning Diametri	mm	X_2	100	450	550	650
3.Agregatning harakat tezligi	km/soat	X_3	1,5	5,0	6,5	8,0

Ko‘p omilli eksperimentlarni o‘tkazishda baholash mezoni sifatida tuproqning uvalanish darajasi, ya’ni o‘lchami 50 mm dan kichik bo‘lgan fraksiyalar miqdori, hosil qilingan pushtaning balandligi hamda yumshatgichning tortishga qarshilik kuchi olindi. Olingan regressiya tenglamalari tahlilidan ko‘rinib turibdiki barcha omillar baholash mezonlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatgan. Pushta olgich diskining o‘rnatilish burchagini ortishi tuproqning uvalanish darajasini oldin ortib, so‘ng kamayishiga, hosil qilingan pushtaning balandligi va ish organining tortishga qarshiligini oshishiga olib kelgan [5,6].

Tajribalar diametri 450, 550 va 650 mm bo‘lgan pushta olgichlar bilan 6,0 va 8,0 km/soat tezliklarda o‘tkazildi. Bunda disklar harakat yo‘nalishiga nisbatan 30° burchak ostida va 17 sm ishlov berish chuqurligiga o‘rnatildi.

Kam energiya sarflagan holda agrotexnik talab darajasidagi pushtalarni hosil qilish uchun diametri 550 mm bo‘lgan sferik disklar ko‘rinishidagi pushta olgichni qo‘llash lozim.



a – agregat o‘tishdan avvalgi pushta va egat; *b* – hosil bo‘lgan yangi pushta va egat

1-rasm. QXMITI da ishlab chiqilgan kombinatsiyalashgan agregat amalga oshiradigan texnologik jarayon

ISSN 3030-3907

Ish jarayonida kombinatsiyalashgan agregat egatlar tubini yumshatib, ular o‘rnida yangi pushtalar, eski pushtalar o‘rnida esa yangi sug‘orish egatlarini hosil qilib ketadi [6].

Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash ilmiy-tadqiqot institutida ishlab chiqilgan kombinatsiyalashgan agregat boshqa agregatlarga nisbatan bir muncha sodda, kam material va energiyahajmdor. Kombinatsiyalashgan agregat qo‘llanilganda yerlarni chigit ekishga tayyorlash uchun mehnat va yonilg‘i moylash materiallari sarfi kamayishi, paxta hosili esa oshishini ko‘rsatdi.

XULOSA.

1. Yerlarni pushta olishga tayyorlashning mavjud texnologiyasi o‘g‘itlash, shudgorlash, boronalash, chizellash, molalash kabi ko‘plab agrotexnika tadbirlaridan iboratdir, ular qo‘shimcha mehnat, yonilg‘i va boshqa moddiy xarajatlarni sarflanishiga hamda tuproq strukturasining buzilishiga olib keladi.

2. Pushta olishga dalalarni tayyorlashda yonilg‘i sarfi va boshqa moddiy xarajatlarni kamaytirishga bir yo‘la bir nechta agrotexnik tadbirlarni amalga oshiruvchi kombinatsiyalashgan agregatni qo‘llagan holda erishish mumkin.

3. Olingan natijalarning amaliy ahamiyati ishlab chiqilgan pushta olgichlar bilan jihozlangan kombinatsiyalashgan agregat qo‘llanilganda agrotexnika talablari darajasidagi pushtalar hosil qilinishi, yonilg‘i-moylash materiallari, mehnat sarfi va foydalanish xarajatlarini kamaytirish va ish unumini oshirishga erishilganligidan iborat.

Natijada ishlov berilgan qatlamda o‘lchami 50 mm dan kichik bo‘lgan fraksiyalar miqdori 80,1 foiz hamda hosil qilingan pushtalar balandligi esa 24,7 sm dan kam bo‘lmasligiga erishilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Qishloq xo‘jaligi ekinlarini paravarishlash va mahsulot yetishtirish bo‘yicha namunaviy texnologik kartalar. 2016-2020 yillar uchun. I-qism. – Toshkent: QXIITI, 2016. – 140 b.

2. Shoumarova M.Sh., Abdullaev T.A. Qishloq xo‘jalik mashinalari. –Toshkent: O‘qituvchi, 2002. – 424 b.

3. Маматов Ф., Худояров Б., Мирзаходжаев Ш. Комбинированный агрегат для подготовки почвы к севу хлопчатника на гребнях //Агроинженерияда таълим, фан ва ишлаб чиқариш интеграцияси. – Тошкент, – С.54-56.

4. To‘xtaqo‘ziev A., Xudoyorov A., Mamadaliev M. Tuproqqa ag‘darmasdan minimal ishlov berishga yo‘naltirilgan texnologiya // FarPI ilmiy-texnika jurnali – Farg‘ona, 2008. - №2. – B.12-16.

5. Igamberdiev A., Burxonov Z. Yerlarga ishlov berishda qo‘llaniladigan kombinatsiyalashgan agregat va uning afzalliklari// AndMI. Mashinasozlik ilmiy-texnika jurnali, № 2, 2022 yil.

ISSN 3030-3907

6. Igamberdiev, A. U. (2023). TUPROQQA ISHLOV BERUVCHI KOMBINATSIYALASHGAN AGREGATNING TEXNOLOGIK JARAYONI. Innovations in Technology and Science Education, 2(7), 1502-1508. URL; https://humoscience.com/index.php/itse/article/view/516

ISSN 3030-3907

FORMAL GRAMMARS AND THEIR APPLICATION TO TURKIC LANGUAGES

Norov Abdisait Muradovich
Doctoral student (DSc) at the Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Tashkent, Uzbekistan.
E-mail: abdusaidnorov@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0458-2023

Annotatsiya. Maqolada formal grammatikalar, ularning nazariy asoslari, tabiiy tillarni qayta ishlash tizimlaridagi ahamiyati va turkiy tillarga, xususan, o‘zbek tiliga qo‘llanilish xususiyatlari tahlil qilingan. Xomskiy iyerarxiyasi asosida regulyar, kontekstga bog‘liq va bog‘liq bo‘lmagan grammatik modellarning imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Turkiy tillarning agglyutinativ xususiyati sababli morfologik va sintaktik tahlil jarayonlarida yuzaga keluvchi murakkabliklar yoritilgan. Shuningdek, Finite-State Transducer, Dependency Grammar va Transformer asosidagi gibrid modellarning afzalliklari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar. Xomskiy iyerarxiyasi, formal grammatika, turkiy tillar, agglyutinatsiya, NLP, morfologik tahlil, sintaktik parsing, Dependency Grammar, Transformer.

Аннотация. В данной статье анализируются теоретические основы формальных грамматик, их значение в системах обработки естественного языка, а также особенности их применения к тюркским языкам, в частности к узбекскому языку. На основе иерархии Хомского рассматриваются возможности регулярных, контекстно-свободных и контекстно-зависимых грамматик. В исследовании освещаются сложности морфологического и синтаксического анализа, возникающие вследствие агглютинативной природы тюркских языков. Кроме того, анализируются преимущества гибридных моделей, основанных на конечных автоматах с преобразованием состояний (Finite-State Transducers), грамматиках зависимостей и архитектурах Transformer. Результаты исследования показывают, что интеграция формальных грамматик с нейронными сетями позволяет создавать высокоэффективные NLP-системы для тюркских языков.

Ключевые слова: иерархия Хомского, формальная грамматика, тюркские языки, агглютинация, NLP, морфологический анализ, синтаксический парсинг, грамматика зависимостей, Transformer.

Abstract. This article analyzes the theoretical foundations of formal grammars, their importance in natural language processing systems, and their application to Turkic languages, particularly Uzbek. Based on Chomsky’s hierarchy, the capabilities of regular, context-free, and context-sensitive grammars are examined. The study highlights the complexities arising in morphological and syntactic

analysis due to the agglutinative nature of Turkic languages. Furthermore, the advantages of hybrid models based on Finite-State Transducers, Dependency Grammar, and Transformer architectures are discussed. The results demonstrate that integrating formal grammars with neural networks enables the development of highly efficient NLP systems for Turkic languages.

Keywords: Chomsky hierarchy, formal grammar, Turkic languages, agglutination, NLP, morphological analysis, syntactic parsing, Dependency Grammar, Transformer.

INTRODUCTION.

In recent years, the rapid development of Artificial Intelligence (AI) and Natural Language Processing (NLP) technologies has significantly increased the global demand for computational modeling of national languages. In particular, the formal modeling of Turkic languages, which belong to the agglutinative language family, has become increasingly important for improving the accuracy and efficiency of NLP systems.

Formal grammars represent a powerful theoretical framework that enables the mathematical and algorithmic modeling of linguistic units. These grammars are widely applied in tasks such as morphological analysis, syntactic parsing, machine translation, text generation, and semantic analysis.

Formal grammars constitute one of the major theoretical foundations for computational processing of Turkic languages. Especially in agglutinative languages such as Uzbek, formal grammatical models play a crucial role in automating morphological and syntactic analysis processes.

Although comprehensive grammatical models have been developed for many inflectional languages in technologically advanced countries, research related to Turkic languages remains insufficient. This situation necessitates the development of new scientific approaches in this field.

LITERATURE REVIEW.

Reference [1] is considered one of the fundamental sources in the theory of formal grammars. The Chomsky hierarchy proposed by the author constitutes the theoretical basis of modern computational linguistics and NLP systems. The study extensively explains the importance of context-free grammars in syntactic modeling.

Reference [2] is one of the most modern and comprehensive sources in the field of NLP. It provides detailed analyses of morphological analysis, syntactic parsing, Transformer architecture, and large language models. Particular attention is devoted to the integration of formal grammars with neural networks.

Reference [3] introduced the Transformer architecture for the first time. The implementation of the attention mechanism caused revolutionary changes in NLP

ISSN 3030-3907

research. This approach is particularly important for identifying long-distance syntactic dependencies in Turkic languages.

In Reference [4], the authors proposed the BERT model, which enables deep contextual understanding through a bidirectional Transformer architecture. The paper presents advanced methods for semantic analysis and language modeling.

Reference [5] comprehensively analyzes neural network theory and practical methods for NLP. The study demonstrates the effectiveness of deep learning technologies for morphological and syntactic analysis.

Reference [6] is devoted to dependency parsing theory and scientifically substantiates the advantages of dependency grammar models for Turkic languages characterized by relatively free word order.

Reference [7] discusses the theoretical and practical foundations of Finite-State Transducer (FST) technologies and demonstrates their high efficiency in morphological analysis of Turkic languages.

Reference [8] is regarded as one of the fundamental sources on statistical NLP methods. It extensively covers language modeling, syntactic analysis, and probabilistic grammatical models.

Reference [9] specifically focuses on NLP technologies for Turkic languages and analyzes the application of formal and neural models for agglutinative languages.

Reference [10] presents computational approaches to morphological modeling. It provides important theoretical foundations for analyzing affixation systems and morpheme structures in Turkic languages.

Reference [11] investigates parsing algorithms for morphologically rich languages and discusses syntactic modeling challenges in Turkic languages.

Reference [12] analyzes the Universal Dependencies standard and its significance for multilingual NLP systems. The study also highlights the possibilities of integrating Turkic languages into universal parsing frameworks.

Reference [13] covers modern approaches in computational linguistics and NLP, with particular emphasis on the integration of formal grammars and neural models.

Reference [14] analyzes the internal architecture and operational mechanisms of the BERT model. Furthermore, the concepts of semantic representation and contextual embedding are comprehensively explained.

Reference [15] investigates the relationship between language modeling and linguistic structure and substantiates the importance of formal grammatical rules in NLP systems.

RESEARCH METHODOLOGY.

ISSN 3030-3907

A formal grammar can be defined as a mathematical system of rules used to generate correct linguistic constructions within a language.

The theory of formal grammars was mainly developed by Noam Chomsky, who classified grammars into four major categories:

- Regular grammars (RG);
- Context-free grammars (CFG);
- Context-sensitive grammars (CSG);
- Unrestricted grammars (UR).

The Chomsky hierarchy expresses the relationship among these grammar types in the above order:

$$RG \subset CFG \subset CSG \subset UR$$

Regular grammars are mainly applied in morphological analysis. For example, finite-state automata models are used to automatically generate Uzbek word forms such as "*kitob*", "*kitoblar*", "*kitoblarimiz*", and "*kitoblarimizdan*".

Context-free grammars play an important role in syntactic structure analysis. The following rules formally represent sentence structures:

Rule 1: A sentence consists of a noun phrase and a verb phrase (where S – sentence, NP – noun phrase, VP – verb phrase):

$$S \rightarrow NP + VP.$$

Rule 2: A noun phrase consists of an adjective and a noun (where Adj – adjective, N – noun):

$$NP \rightarrow Adj + N.$$

Rule 3: A verb phrase consists of a verb and a noun phrase (where V – verb):

$$VP \rightarrow V + NP.$$

In general, each type of formal grammar has its own advantages and disadvantages depending on its field of application (Table 1).

Table 1

Comparative Analysis of Formal Grammars

Grammar Type	Application Area	Advantage	Limitation
Regular Grammar	Morphology	High speed	Limited structure
CFG	Syntax	Simple parsing	Difficult for free word order
CSG	Semantic structure	Strong expressiness	Computationally expensive
Hybrid grammar	NLP	High accuracy	Requires significant resources

ISSN 3030-3907

Turkic languages belong to the agglutinative language family, where word forms are generated through numerous affixes. This feature causes several challenges:

- high variability of word forms;
- complex sequential attachment of morphemes;
- syntactic flexibility and free word order;
- importance of semantic context;
- variability of pragmatic emphasis.

Therefore, traditional CFG models do not always provide high efficiency for Turkic languages.

When discussing the application of formal grammars to Turkic languages, primary attention is paid to morphological analysis and syntactic parsing. In particular, Finite-State Transducer (FST) models are considered one of the most effective tools for morphological analysis in Turkic languages. For example, in the word "*kitob+lar+imiz+dan*", each morpheme is analyzed as a separate state within the automaton.

Dependency Grammar and Context-Free Grammar models are widely used for syntactic parsing and sentence structure analysis. For example, in the sentence "Talaba kitobni o'qidi", "talaba" functions as the subject, "kitobni" as the object, and "o'qidi" as the predicate. The relatively free word order in Turkic languages increases the importance of dependency parsing models.

Modern NLP systems effectively employ hybrid approaches such as "CFG + Transformer", "FST + Neural Network", "Dependency Parser + Attention", and "Morphological Analyzer + BERT". These models help reduce syntactic and semantic ambiguities (Table 2).

Table 2

NLP Challenges in Turkic Languages

Problem	Cause	Solution
Large number of word forms	Agglutination	FST
Free word order	Syntactic variability	Dependency Parser
Semantic ambiguity	Context	Transformer
Morpheme combinations	Affix chains	Hybrid model

Modern NLP systems are organized around multiple interconnected linguistic and algorithmic modules. The agglutinative nature of Turkic languages requires NLP architectures to be designed in a multilayered and hierarchical manner because morphological variation, syntactic flexibility, and semantic context are strongly interconnected.

ISSN 3030-3907

From this perspective, the use of UML (Unified Modeling Language) technologies plays an important role in modeling NLP systems for Turkic languages. UML models make it possible to visually represent the internal architecture of NLP systems, the relationships between modules, and the flow of information.

In NLP architectures adapted for Turkic languages, morphological analysis, syntactic parsing, semantic analysis, and Transformer-based attention mechanisms operate in an integrated manner. In particular, Finite-State Transducer (FST) models are important for identifying morpheme chains in agglutinative languages, while CFG and dependency parsing mechanisms play a significant role in sentence structure analysis.

Furthermore, modern Transformer architectures improve semantic analysis by identifying long-distance dependencies between words. This provides an important theoretical basis for developing machine translation systems, intelligent chatbots, voice assistants, and semantic search systems for Turkic languages. Figure 1 presents the proposed UML model of NLP architecture for Turkic languages.

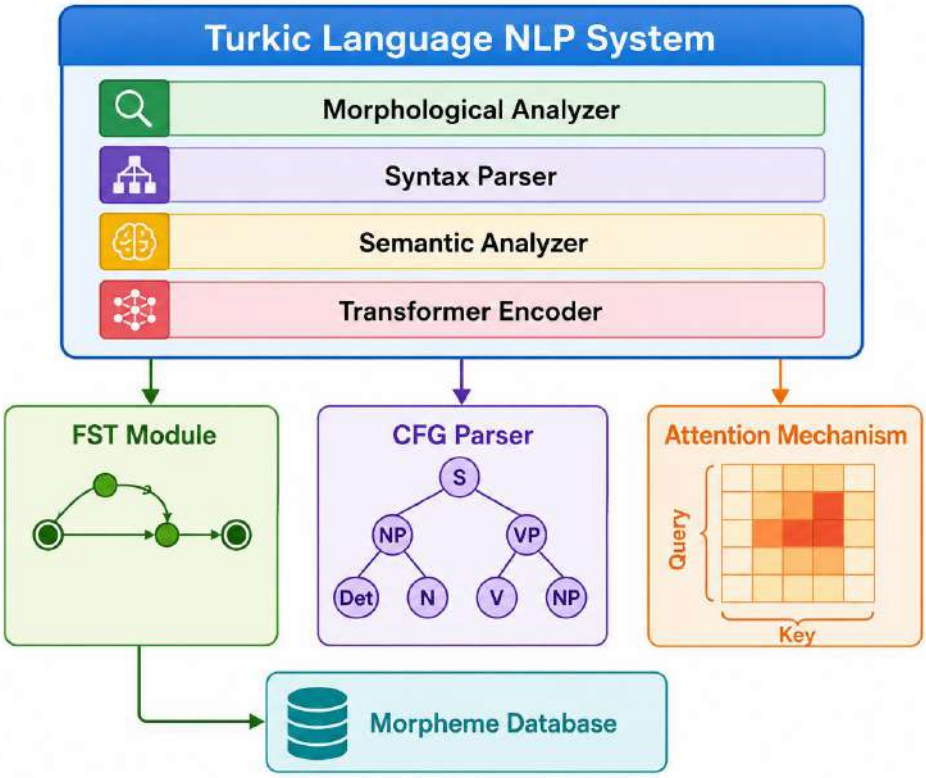


Figure 1. UML model of NLP architecture for Turkic languages

DISCUSSION AND RESULTS.

The study identified the following advantages of formal grammar-based models for Turkic languages:

1. Regular grammars provide high accuracy in morphological analysis;

ISSN 3030-3907

2. Dependency Grammar models are suitable for free word order;
3. Transformer-based hybrid models reduce semantic ambiguity;
4. The integration of formal rules and neural networks improves NLP system efficiency.

The analysis demonstrated that hybrid formal-neural models are more effective for Turkic languages than purely neural approaches (Table 3).

Table 3

Efficiency of Models for Turkic Languages

Model	Morphology	Syntax	Semantics
FST	High	Low	Low
CFG	Medium	High	Low
Dependency Parsing	Medium	High	Medium
Transformer	Medium	High	High
Hybrid NLP	High	High	High

Based on the obtained results, it can be concluded that FST models are among the most effective solutions for morphological analysis, Dependency Grammar for syntactic analysis, and Transformer architectures for semantic analysis.

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS.

In the future, improving hybrid grammatical-neural models and developing formal grammatical corpora for Turkic languages will remain one of the important scientific directions in computational linguistics.

The research results demonstrate that integrating formal grammars with neural networks enables the development of highly efficient NLP systems for Turkic languages.

REFERENCES

1. Chomsky N. Syntactic Structures. – Berlin: De Gruyter, 2021.
2. Jurafsky D., Martin J. Speech and Language Processing. 3rd ed. – 2025.
3. Vaswani A. et al. Attention Is All You Need // Neural Information Processing Systems. – 2017.
4. Devlin J. et al. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding // NAACL. – 2019.
5. Goldberg Y. Neural Network Methods in NLP. – CUP, 2022.
6. Kübler S., McDonald R., Nivre J. Dependency Parsing. – Morgan & Claypool, 2023.
7. Beesley K., Karttunen L. Finite State Morphology. – CSLI Publ., 2018.
8. Manning C., Schütze H. Foundations of Statistical Natural Language Processing. – MIT Press, 2020.

ISSN 3030-3907

9. Doğan M., Uçar A. NLP Applications for Turkic Languages // Computer Speech & Language. – 2024.
10. Sproat R. Morphology and Computation. – MIT Press, 2022.
11. Hajic J. Parsing Morphologically Rich Languages // CL. – 2022.
12. Nivre J. Universal Dependencies for Multilingual Parsing // ACL Proceedings. – 2023.
13. Clark A., Fox C., Lappin S. The Handbook of Computational Linguistics and NLP. – Wiley, 2024.
14. Rogers A., Kovaleva O. A Primer in BERTology // Transactions of ACL. – 2021.
15. Linzen T. Language Modeling and Linguistic Structure // Annual Review of Linguistics. – 2023.

ISSN 3030-3907

BUXORO SHAHRIDA TARIXIY ME'MORIY MEROSNI ASRASH VA ZAMONAVIY QURILISH O'RTASIDAGI MUVOZANAT MUAMMOLARI

Nabiyev Hamidjon Mirzo o'g'li
Buxoro davlat texnika universiteti "Arxitektura" kafedrasi doktoranti
Murodova Malika Olimovna
Buxoro davlat texnika universiteti1-kurs talabasi

Annotatsiya. Maqolada Buxoro shahrida tarixiy me'moriy merosni saqlash va zamonaviy qurilish jarayonlari o'rtasida yuzaga kelayotgan ziddiyatlar tahlil qilinadi. Urbanizatsiya jarayonining tezlashuvi, yangi inshootlarning ko'plab qurilishi va infratuzilma rivoji tarixiy muhitga ta'siri bilan birga o'rganiladi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, me'moriy merosni muhofaza qilishda monitoring, normativ tartib, mutanosib rejalashtirishning kuchaytirilishi zarurligi aniqlanadi.

Kalit so'zlar: Buxoro, meros, tarixiy me'morchilik, muvozanat, modernizatsiya, rekonstruksiya, shaharsozlik, urbanizatsiya, muhofaza, madaniy muhit.

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы сохранения историко-архитектурного наследия в Бухаре и возникающий дисбаланс между реставрацией, современным строительством и процессами урбанизации. Проведен анализ влияния новых строительных объектов на историческую городскую среду. Сформулированы рекомендации по обеспечению баланса между развитием города и сохранением культурного наследия.

Ключевые слова: Бухара, наследие, историческая архитектура, баланс, модернизация, реконструкция, городское планирование, урбанизация, защита, культурная среда

Abstract. This article examines the challenges of preserving architectural heritage in Bukhara amid rapid modern construction and urban development. The study analyzes the impact of new buildings on historical urban fabric and identifies conflicts between conservation requirements and contemporary infrastructure needs. The findings emphasize the importance of regulatory control, balanced planning, and heritage-sensitive development strategies.

Keywords: Bukhara, nasledie, historical architecture, balance, modernization, reconstruction, urban planning, urbanization, zashchita, cultural environment

KIRISH.

Buxoro shahri dunyo miqyosida noyob tarixiy merosi, ming yillik me'moriy maktabi va o'ziga xos shahar muhiti bilan mashhur. Shaharning markaziy qismi O'zbekistonning eng qadimgi madaniy qatlamlaridan biriga ega bo'lib, tarixiy obidalar, qadimiy ko'chalar, mahalla tuzilishi, hovli arxitekturasi bugungi kungacha saqlanib kelmoqda. Buxoro 1993 yilda UNESCOning Jahon merosi

ISSN 3030-3907

ro‘yxatiga kiritilgani ham ushbu shahar tarixiy muhitining butun insoniyat uchun ahamiyatini tasdiqlaydi.

So‘nggi yillarda iqtisodiy rivojlanish, turizmning kengayishi, yangi infratuzilma ehtiyojlarining ortishi shahar hududida jadal qurilish jarayonlarini keltirib chiqardi. Natijada tarixiy hududlar yaqinida zamonaviy mehmonxonalar, savdo majmualari, ko‘p qavatli turar joylar va kommunikatsiya tizimlari barpo etila boshladi. Bu esa tabiiy ravishda tarixiy me’moriy merosni asrash bilan zamonaviy qurilish o‘rtasida keskin muvozanat muammolarini yuzaga keltirmoqda.*(1-rasm)*



1-rasm “Buhhara citi” memoriy majmuasining loyihasi

ASOSOY QISM. Ayniqsa eski shahar qismi, mahalla hududlari, tarixiy guzarlar va qadimiy obidalar atrofida urbanizatsiya jarayoni bosim ostida qoldi. Tarixiy ko‘chalar o‘rniga keng yo‘llar ochilishi, afsonaviy me’moriy kompozitsiyani buzuvchi bino balandliklari, hududlarning funksional o‘zgarishi, madaniy landshaftning yo‘qolib borishi — bularning barchasi jiddiy ilmiy tahlilni talab qilmoqda. Mazkur maqola ushbu ziddiyatli jarayonlarni chuqur o‘rganish, muammolarni aniqlash va ularni bartaraf etish bo‘yicha ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqishga qaratilgan.

Ushbu tadqiqot Buxoro tarixiy markazida kechayotgan urbanistik jarayonlarni chuqur o‘rganishga qaratilgan bo‘lib, ilmiy yondashuvlarning bir necha turi kompleks qo‘llanildi. Avvalo, arxitektura-shaharsozlik tahlili asosida tarixiy hududning fazoviy-kompozitsion tuzilishi, ko‘cha tizimining shakllanishi, kvartal strukturalari va tarixiy siluetning umumiy ko‘rinishi o‘rganildi. Bu jarayonda mavjud zamonaviy qurilishlar tarixiy me’yorlar, shahar panoramasi va an’anaviy me’moriy elementlar bilan qanchalik uyg‘un yoki zid ekanligi aniqlashtirildi.

Shuningdek, geourbanistik monitoring metodidan foydalanilib, bino balandliklari mutanosibligi, tarixiy obidalar atrofidagi muhofaza zonalarining holati, drenaj tizimlari, yer osti suvlari tarifi va umumiy infratuzilma o‘zgarishlari baholandi. Aynan infratuzilma qatlamlaridagi buzilishlar tarixiy obidalar

ISSN 3030-3907

barqarorligiga katta xavf tug‘dirayotganini atlasli kuzatishlar orqali tasdiqlash imkonini berdi.

Tadqiqotning muhim qismi kartografik va arxiv manbalarini tahlil qilishdan iborat bo‘ldi. Xususan, XIX–XX asrlarga oid Buxoro shahar arxiv materiallari, tarixiy reja tasvirlari, eski geodezik xaritalar hamda hududiy rivojlanish bosqichlarini aks ettiruvchi hujjatlar solishtirildi. Bu ma’lumotlar yordamida shahar tuzilmasining tarixiy dinamikasi va zamonaviy o‘zgarishlar o‘rtasidagi tafovutlar aniqlandi.

Shu bilan birga, taqqoslama tahlil (comparative analysis) usuli qo‘llanilib, Buxoro shahridagi urbanistik jarayonlar Istanbul, Parij, Rim, Samarqand va Xiva kabi dunyoning yetuk tarixiy shaharlari tajribasi bilan solishtirildi. Bu yondashuv UNESCO tavsiyalari va xalqaro konservatsiya standartlari bilan qiyosiy baho berishga imkon berdi. **[1]**

Tadqiqotning amaliy bosqichida maydon kuzatuvlari o‘tkazildi. Tarixiy ko‘chalar, mahalla hududlari, obidalar atrofidagi yangi qurilishlar bilan o‘zaro ta’sir zonalari o‘rganib chiqildi. Mahalliy aholi, soha mutaxassislari, restavratorlar va shaharsozlik ekspertlari bilan suhbatlar o‘tkazilib, ularning kuzatuvlari asosida sifat tahlili shakllantirildi. Ushbu metodlar majmuasi Buxorodagi urbanizatsiya jarayonlarining tarixiy merosga ta’sirini tizimli ravishda baholashga imkon berdi. *(2-rasm)*



2-rasm Buxoro shahrida “Turizm markazi” loyihalaridan namunalar

NATIJALAR. Olib borilgan keng qamrovli tadqiqotlar natijasida Buxoro tarixiy markazida urbanizatsiya jarayonlari bir qator sezilarli o‘zgarishlarga sabab bo‘layotgani aniqlandi. Eng avvalo, me’moriy siluetning buzilishi jiddiy muammolardan biri sifatida qayd etildi. Tarixiy hududda an’anaviy tarzda shakllangan 2–3 qavatli siluetning o‘rniga ayrim joylarda 5–7 qavatli binolarning qurilishi arxitektura-prostranstvenny uyg‘unlikni izdan chiqarib, shahar panoramasiga qo‘pol aralashuv sifatida baholandi.

Tadqiqot davomida tarixiy hududlarda funksional bosimning ortib borayotgani ham qayd etildi. Turizmning jadal rivojlanishi natijasida mehmonxonalar, restoranlar, savdo majmualari sonining oshishi mahalla tizimi va an’anaviy turmush tarzini chekinishga majbur qilmoqda. Tarixiy shahar atrof-

ISSN 3030-3907

muhitining tabiiyligi kamayib, madaniy landshaftning izdan chiqishi kuzatilmoqda.

Yana bir muhim natija sifatida drenaj va poydevor tizimlarining buzilishi aniqlandi. Yangi kommunikatsiya tarmoqlarini tortish chog‘ida qadimiy yer osti suv yo‘llarining buzilishi, drenaj tizimlarining ishdan chiqishi va ayrim tarixiy inshootlar poydevor qatlamlarining jarohatlanishi kuzatildi. Bu holat uzoq muddatli nuqtai nazardan tarixiy obidalar barqarorligiga jiddiy xavf tug‘dirmoqda. [3]

Shuningdek, transport yuklamasining ortishi ham dolzarb muammo sifatida namoyon bo‘ldi. Tor tarixiy ko‘chalarda avtomobil harakati kuchayib, vibratsiya va atmosfera ifloslanishi oshib, piyodalar harakati xavf ostida qolmoqda. Bu holatlar tarixiy hududda turizm sifati va ekologik barqarorlikka salbiy ta’sir etmoqda. Natijalarning yana biri mahalliy aholining tarixiy hududlardan siqib chiqarilishi bilan bog‘liq. Uy-joy narxlarining keskin oshishi, turizm zonasining kengayishi, kundalik hayot uchun qulayliklarning kamayishi aholi migratsiyasini kuchaytirmoqda. Bu jarayon madaniy muhitning yemirilishiga, tarixiy hudud mazmunining susayishiga olib kelmoqda.

MUHOKAMA. Olingan natijalarni xalqaro tajribalar bilan solishtirish shuni ko‘rsatdiki, Buxoroda amalga oshirilayotgan urbanistik jarayonlar ayrim jihatlarda UNESCO tavsiyalaridan chetga chiqmoqda. Xususan, tarixiy hududlarda qurilish balandligi 2–3 qavat bilan cheklanishi kerakligi aytilgan bo‘lsa-da, ayrim zamonaviy loyihalarda yuqori qavatlilik kuzatildi. Bundan tashqari, yangi inshootlarning materiali, massasi, rang yechimlari va fasad kompozitsiyasi ko‘pincha tarixiy arxitektura bilan uyg‘un emas.

Monitoring tizimining sust rivojlanganligi ham muhokama jarayonida alohida ta’kidlandi. Dunyoning ko‘plab tarixiy shaharlari “Heritage Impact Assessment” tizimidan foydalanib, har bir qurilish loyihasining merosga ta’sirini oldindan baholaydi. Buxoroda esa bu tizim to‘liq joriy etilmagan va ko‘plab obyektlarda qurilish boshlanib ketganidan so‘nggina muammolar aniqlanmoqda.

Restavratsiya sohasida ham bir qator muammolar qayd etildi. Xususan, ayrim obyektlarda restavratsiya emas, balki yangilash va qayta qurish ishlari olib borilishi, tarixiy asliyatning yo‘qolishiga olib kelmoqda. Ilmiy restavratsiya metodlariga amal qilinmasligi tarixiy obidalar qiymatini pasaytiruvchi asosiy omillardan biridir. Turizm bosimining ortishi ham muhokamaning muhim qismi bo‘ldi. Katta turist oqimi kundalik shahar infratuzilmasini haddan tashqari yuklab, mahalliy hayot tarzining tabiiyligiga putur yetkazmoqda. Xalqaro amaliyotda bunday sharoitlarda piyodalar hududlarini kengaytirish, tarixiy markazga avtomobil kirishini cheklash, turizm sig‘imini boshqarish kabi choralar samarali ekanligi isbotlangan.

ISSN 3030-3907

Tavsiyalar. Tadqiqot natijalari Buxoro shahrida tarixiy me’moriy merosni asrash hamda zamonaviy qurilish jarayonlarini tartibga solish o‘rtasida barqaror muvozanat yaratish zarurligini ko‘rsatadi. Shahar tarixiy markazida amalga oshirilayotgan qurilish faoliyati aniq me’yoriy reglamentlar bilan boshqarilishi lozim bo‘lib, bino balandliklari ikki-uch qavatdan oshmasligi, yangi inshootlarning fasad kompozitsiyasi, materiali va rang yechimlari esa mavjud tarixiy muhit bilan uyg‘un bo‘lishi talab etiladi. Bu, eng avvalo, tarixiy siluetning saqlanib qolishi va shahar panoramasining izchil rivojlanishini ta’minlaydi. Shaharni boshqarish tizimida alohida “Buxoro Tarixiy Shahar Monitoring Markazi”ni tashkil etish ham dolzarb masalalardan biridir. Bunday markaz tarixiy obidalar poydevori, drenaj tizimlari, yer osti suvlari harakati, vibratsion yuklama va namlik darajasini muntazam kuzatib borishi, zamonaviy GIS texnologiyalari orqali obidalar holatini doimiy nazorat ostida ushlab turishi tarixiy muhit barqarorligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. [5]

Shuningdek, restavratsiya amaliyotida xalqaro ilmiy tamoyillarni to‘liq joriy etish zarur. Bu jarayonda asliyatni saqlash, materiallarning original nusxalarini tiklash, arxeologik qatlamlarga ehtiyotkorlik bilan yondashish va qayta qurishdan ko‘ra ilmiy restavratsiya metodikasiga qat’iy amal qilish ustuvor vazifalardandir. Yangi kommunikatsiya tarmoqlarining tortilishi vaqtida drenaj va yer osti qatlamlariga zarar yetkazilishi ko‘plab tarixiy obidalarga salbiy ta’sir ko‘rsatgani bois, infratuzilma loyihalarini rejalashtirishda ham maxsus ilmiy ekspertizadan o‘tkazish shart.

Tarixiy shahar muhitining eng muhim komponentlaridan biri mahalliy aholining ushbu hududda yashash motivatsiyasidir. Uy-joy narxlarining keskin oshishi va turistik infratuzilmaning kengayishi natijasida mahalla aholisining tarixiy hududni tark etishi madaniy landshaftning yemirilishiga olib kelmoqda. Shu sababli, aholi uchun subsidiya va grant tizimlarini joriy etish, soliq imtiyozlari yaratish, tarixiy uylarni ta’mirlashda moliyaviy yordam ko‘rsatish kabi mexanizmlarni tatbiq etish zarur bo‘ladi. Bu, o‘z navbatida, tarixiy hududni “tirik shahar makoni” sifatida saqlab qolishga yordam beradi. **[2]**

Zamonaviy qurilishlarning tarixiy muhitga ta’sirini baholash maqsadida xalqaro amaliyotda qo‘llaniladigan “Merosga ta’sir bahosi” tizimini joriy etish ham eng dolzarb ehtiyojlardan biridir. Har bir yangi loyiha qurilish balandligi, vizual ta’sir, drenaj tizimlariga ehtimoliy zarar, arxeologik qatlamlarga bosim hamda umumiy me’moriy muhit bilan uyg‘unlik darajasi bo‘yicha ekspertiza xulosasini olishi kerak. Turizm oqimining ortib borishi sharoitida Buxoroda turizmni boshqarishning barqaror modeli ishlab chiqilishi lozim. Bu jarayonda mavsumiy turist sig‘imini tartibga solish, elektron chiptalar va kvotalar tizimidan foydalanish,

ISSN 3030-3907

tarixiy obidalar atrofida yuklama zonalarini belgilash kabi choralar samarali natija beradi.

Zamonaviy infratuzilmaning yer ustida joylashishi ko‘plab tarixiy ko‘rinishlarni buzayotgani bois, elektr tarmoqlari, aloqa kabellari, suv va kanalizatsiya tizimlarini imkon qadar yer osti yo‘lagiga ko‘chirish maqsadga muvofiqdir. Bundan tashqari, Buxoro shaharsozlik hujjatlarini to‘liq raqamlashtirish, muhofaza zonalari, arxeologik qatlamlar, qurilish cheklovlari va reja hujjatlarini yagona GIS platformasiga joylashtirish shaharni ilmiy asosda boshqarish imkonini sezilarli darajada kengaytiradi. Mazkur chora-tadbirlarni amalga oshirish Buxoro shahrining tarixiy qiyofasini saqlash bilan birga, zamonaviy rivojlanish ehtiyojlarini ham mutanosib ravishda ta’minlashga xizmat qiladi. **[4]**

XULOSA. Tadqiqot natijalari Buxoro shahrida tarixiy me’moriy merosni saqlash jarayoni zamonaviy qurilish faoliyatining jadallashuvi bilan murakkab muvozanat holatiga kirganini ko‘rsatdi. So‘nggi yillarda turizm va infratuzilmaning kengayishi, ko‘p qavatli inshootlarning barpo etilishi hamda transport yuklamasining ortishi tarixiy siluet va madaniy landshaftga sezilarli darajada salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Ba’zi hududlarda drenaj va poydevor tizimlarining buzilishi, restavratsiya jarayonlarida ilmiy tamoyillarga rioya qilinmasligi va mahalliy aholining tarixiy markazdan chekinishi mavjud muammolarni yanada chuqurlashtirmoqda.

Xalqaro tajribalar bilan solishtirish Buxoro tarixiy hududida konservatsiya talablari to‘liq amalga oshmayotganini ko‘rsatadi. Shu bois shahar rivojlanishini tarixiy muhit bilan uyg‘unlashtirish, qurilish faoliyatini qat’iy me’yorlar asosida boshqarish va meros ob’ektlarini muntazam monitoring qilish dolzarb vazifa bo‘lib qolmoqda. Umuman olganda, Buxoro tarixiy qiyofasini asrash shaharni barqaror rivojlantirishning muhim sharti sanaladi va bu yo‘lda ilmiy asoslangan strategik yondashuvlar zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. UNESCO. “World Heritage in Urban Context”, Paris, 2018.
2. Raximov B. “Markaziy Osiyo tarixiy shaharlarida me’moriy muvozanat”, Toshkent, 2020.
3. Jo‘rabekov A. “Buxoro shaharsozlik tarixining bosqichlari”, 2017.
4. O‘zbekiston “Merosni muhofaza qilish to‘g‘risida”gi Qonuni, 2009.
6. Buxoro shahar arxiv materiallari, 19–20 asrlar.

ISSN 3030-3907

UDK 338.436.33

RESPUBLIKAMIZ TOG‘ VA TOG‘ OLDI HUDUDLARIGA MINI - GESLARNI RIVOJLANTIRISHNING AFZALLIGI VA KAMCHILIKLARINI KO‘RIB CHIQISH.

Rahmonov Shahobiddin Safaraliyevich
Qarshi davlat texnik universiteti assistenti)
E-mail: rahmonovshahobiddin1997@gmail.com
Orsid – 0009-0001-2713-168X
Raximov Asror Akram o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti talabasi
E-mail: asrorxonrakhimov@gmail.com
Abdullayeva Zulxumor Fahriddin qizi
Qarshi davlat texnika universiteti talabasi
E-mail: azulxumor499@gmail.com

Annotatsiya. Aholi sonining rivojlanishi, yangi sanoat korxonalarining ko‘payishi, transport – komunikatsiya sohalarining sur’at bilan rivojlanib borishi elektr energiyaga bo‘lagan ehtiyojni oshib borishiga olib kelmoqda. Bu jarayonlar muhandis energetiklar oldida yangi energetik manbalarni izlashga, ekologik toza energiya resurslarni izlab topish vazifasini qo‘yadi. Ushbu maqola Respublikamizning to‘g‘ va tog‘ oldi hudulariga rivojlanib kelayotgan Mini – Geslar ularning kamchiliklari va afzalliklari haqida.

Kalit so‘zlar: Mini – Geslar, mikro-GESlar, kichik GESlar, generator, turbina, quvur.

Аннотация. Рост населения, увеличение числа новых промышленных предприятий, стремительное развитие транспортно-коммуникационного секторов приводят к росту потребности в электроэнергии. Эти процессы ставят перед инженерами-энергетиками задачу поиска новых источников энергии, поиска экологически чистых энергоресурсов. В данной статье рассматриваются мини-ГЭС, которые разрабатываются в горных и предгорных районах нашей Республики, их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: мини-гидроэлектростанции, микрогидроэлектростанции, малые гидроэлектростанции, генератор, турбина, труба.

Abstract. Population growth, the increasing number of new industrial enterprises, and the rapid development of the transportation and communications sectors are leading to an increase in the demand for electricity. These processes challenge power engineers to find new energy sources and environmentally friendly energy resources. This article examines mini-hydroelectric power plants being developed in the mountainous and foothill regions of our Republic, as well as their advantages and disadvantages.

Key words: mini hydroelectric power plants, micro hydroelectric power plants, small hydroelectric power plants, generator, turbine, pipe.

KIRISH.

Bugungi kunda dunyo energetika tizimida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish tobora kengayib bormoqda. Suv energiyasi ham ana shunday ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali energiya manbalaridan biridir. Katta gidroelektr stansiyalar bilan bir qatorda kichik va mikro gidroelektr stansiyalar (MikroGES) ham elektr energiyasiga bo‘lgan ehtiyojni qondirishda muhim o‘rin tutadi. Ayniqsa, elektr tarmoqlaridan uzoqda joylashgan qishloq hududlari, tog‘li mintaqalar va kichik aholi punktlarini elektr energiyasi bilan ta’minlashda MikroGESlardan keng foydalaniladi.

MikroGES haqida umumiy tushuncha: MikroGES (Mikro gidroelektr stansiya) – suv oqimining energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi kichik quvvatli gidroelektr qurilmadir. Odatda uning quvvati bir necha yuz vattdan 100 kVtgacha bo‘ladi.

MikroGESning ishlash prinsipi suvning potensial va kinetik energiyasidan foydalanishga asoslangan. Suv oqimi turbina parraklarini aylantiradi, turbina esa generatorni harakatga keltirib elektr energiyasi hosil qiladi.

Balanddan tushayotgan tog‘li hududlardagi kichik soylar, buloqlar energiyasidan foydalanib, asosiy energetik tarmoqlardan uzoqda joylashgan hamda tog‘li hududlardagi aholini elektr energiyasi bilan ta‘minlash mumkin. Kichik suv manbalariga odatda kichik quvvatli mikro-turbinalar o‘rnatiladi (1,a-d rasmlar).

Ishlash prinsipi bo‘yicha mikro-GES turbinalarini ikki turga bo‘lish mumkin: oqimning kinetik va potensial energiyasidan foydalanuvchilarga. Quvvati bo‘yicha. Birlashgan Millatlar Tashkilotining klassifika-siyasi bo‘yicha10-15 MVt gacha quvvatga ega bo_lgan GESlar, kichik GESlar tarkibiga kiradi:

-mikro-GESlarga – 100 kVt gacha;
-mini-GESlarga – 100 - 1000 kVt gacha;
-kichik GESlarga – 1000 - 10000 kVt gacha.

Mamlakatimizda qabul qilingan klassifikatsiya bo‘yicha 100 kVt dan 30000 kVt gacha bo‘lgan, hamda ish g‘ildiragi diametri 3 metrgacha va bir gidroagregatning quvvati 10000 kVt gacha bo‘lganlar kichik GESlar tarkibiga kiritilgan.[1]

ISSN 3030-3907




a) **b)**




g) **d)**

1-rasm. MikroGESning turi va undan foydalanish yo‘li

MikroGESning asosiy qismlari

- Suv olish inshooti;
- Suv kanali yoki quvur;
- Turbina;
- Generator;
- Boshqaruv tizimi;
- Elektr energiyasini uzatish liniyasi;
- Himoya va nazorat qurilmalari.

ISSN 3030-3907



a) **b)**

g) **d)**

2 – rasm. Respublikamizning tog‘li va tog‘ oldi hududlariga Mini – Geslarning qurulish. Qashqadaryo viloyati Shahrisabz tumanidan Sarchashma qishlog‘dan olingan lavha.

Hozirgi vaqtda barcha mamlakatlar uchun kichik GESning umumiy qabul qilingan konsepsiyasi mavjud emas. Biroq, ko‘pgina mamlakatlarda uning o‘rnatilgan quvvati bunday GESning asosiy xarakteristikasi sifatida qabul qilinadi. Kichik, qoida tariqasida, quvvati 10 MVt gacha (ba'zi mamlakatlarda 50 MVtgacha) bo‘lgan GESlarni o‘z ichiga oladi. Kichik gidroenergetika yirik GESlarning ko‘pgina kamchiliklaridan xoli bo‘lib, ayniqsa, kichik suv oqimlaridan foydalanganda elektr energiyasini ishlab chiqarishning eng tejamli va ekologik toza usullaridan biri sifatida e’tirof etilgan. Kichik, mikro yoki nano GESlar, bir tomondan, yirik GESning afzalliklarini, ikkinchi tomondan, markazlashtirilmagan energiya ta'minoti imkoniyatlarini birlashtiradi. Ular yirik GESlarning ko‘pgina

ISSN 3030-3907

kamchiliklariga ega emas, xususan: qimmat uzatishlar, atrof-muhitga salbiy ta'sir ko‘rsatish bilan bog‘liq muammolar.[2]

Mini GESlardan foydalanishning afzalliklari: Kichik gidroelektrostantsiyalar ushbu uskunani tobora ommalashtirgan qator afzalliklarga ega. Avvalo, atrof-muhitni muhofaza qilish muammolari nuqtai nazaridan tobora muhim bo‘lib borayotgan mezon - mini GESlarning ekologik xavfsizligini ta'kidlash kerak. Kichik GESlar suvning xususiyatlariga ham, sifatiga ham zararli ta'sir ko‘rsatmaydi. Kam quvvatli GES o‘rnatilgan suv maydonlaridan baliqchilik uchun ham, aholi punktlarini suv bilan ta'minlash manbai sifatida ham foydalanish mumkin. Bundan tashqari, kichik GESlarning ishlashi uchun katta suv omborlariga ehtiyoj qolmaydi. Ular kichik daryolar va hatto daryolar oqimining energiyasidan foydalangan holda ishlashlari mumkin.

Iqtisodiy samaradorlik borasida mikro va mini GESlar bu yerda ham ko‘plab afzalliklarga ega. Stansiyalar bilan ishlab chiqilgan zamonaviy texnologiyalar, ishlatish oson, ular to‘liq avtomatlashtirilgan. Shunday qilib, asbob-uskunalar odamning mavjudligini talab qilmaydi. Mutaxassislarning ta'kidlashicha, kichik GESlar tomonidan ishlab chiqarilgan oqimning sifati kuchlanish va chastota bo‘yicha ham GOST talablariga javob beradi. Shu bilan birga, mini GESlar ham avtonom, ham elektr tarmog‘ining bir qismi sifatida ishlashi mumkin. Kichik GESlar haqida gapirganda, ularning kamida 40 yillik ishining to‘liq resursi sifatida afzalligini ta'kidlash kerak. Va eng muhimi, kichik o‘lchamdagi energiya ob'ektlari tegishli hududni suv bosishi va katta moddiy zarar bilan yirik suv omborlarini tashkil qilishni talab qilmaydi.

Eng muhim iqtisodiy omillardan biri gidrotexnika resurslarining abadiy yangilanishidir. Kichik GESlardan foydalanishdan tom ma'nodagi foydani hisoblaydigan bo‘lsak, ular tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiyasi iste'molchi issiqlik elektr stansiyalaridan oladigan elektr energiyasidan deyarli 4 barobar arzon ekani ma'lum bo‘ladi. Aynan shuning uchun ham bugungi kunda gidroelektrostantsiyalar elektr energiyasini talab qiladigan sanoat tarmoqlarini energiya bilan ta'minlash uchun tobora ko‘proq foydalanilmoqda. Unutmaylik, kichik GESlar hech qanday yoqilg‘i sotib olishni talab qilmaydi. Bundan tashqari, ular elektr energiyasini ishlab chiqarishning nisbatan sodda texnologiyasi bilan ajralib turadi, buning natijasida gidroelektrostantsiyalarda quvvat birligi uchun mehnat xarajatlari issiqlik elektr stantsiyalariga qaraganda deyarli 10 baravar kam.[2]

ISSN 3030-3907



3 – rasm. Respublikamizning tog‘li va tog‘ oldi hududlariga Mini – Geslarning qurulish. Qashqadaryo viloyati Shahrisabz tumanidan Sarchashma qishlog‘dan olingan lavha.

Mini GESlardan foydalanishning kamchiliklari: Yuqorida Mini – Geslarning afzaliklari bilan birga ular kamchiliklardan xoli emas. Respublikamizning tog‘li hududlari bahor oylarida ko‘p yomg‘rgarchilik hisobiga sel kelish xafidan xoli emas. Shuni ta’qidlash joyizki kutilayotgan bunday holatlar daryo o‘zanlarida, soylarda qurilgan Mini – Geslarning ozanlarini o‘zgartirib tashlashlab , ularga jiddiy talofat yetqazadi. Respublikamiz to‘g‘ va tog‘ oldi hudud aholisi dehqonchilik bilan shug‘ullanish hisobiga yozgi mavsumda daryo va soylarni suvini qishloq xo‘jalik mahsulotlarini yetishtirishga ishlatish hisobiga Mini – Geslarning ishlash holatini o‘zgartirib yuboradi.

Xulosa. Aholi sonini o‘sib borish bilan bir qatorda elektr energiyaga ehtiyoj tobora kun sayin oshib bormoqda. Shu o‘rinda aytish joyizki ekologik toza, foydali ish koeffitsenti (η) yuqori bo‘lgan kam xarajat Mini va Kichik Geslardan foydalanish avtonom energiya va elektr tarmog‘ini uzluksiz energiya bilan ta’minlashga hissa qo‘shadi. Geografik qulay joylashgan tog‘ va tog‘ oldi hududlariga Mini va kichik GESlardan foydalanish elektr energiya ishlab chiqarishini oshib borishiga Respublikamizning uzoq cheka hududlarini elektr energiya bilan ta’minlashga hissa qo‘shadi.

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov R.Ch., Rafiqova G.R., Usmanov E.G., Ro‘zinazarov M.R. “Yo‘nalishga kirish”. O‘quv qo‘llanma. – T.: ToshDTU, 2020. – 234 b. [1]
2. Mirzayev.S.Z, Azimov A.M, Abobakirov R.A, Axmadjonov.R.R. Mikro va kichik gidroelektrostansiyalardan foydalanish va ularning afzalliklari. Development and innovations in science International scientific – online conference. Netherlands - 2026. 104-110 b [2]
3. Mixaylov L.P. Kichik gidroenergetika.

4. Yunusov.R.F, Rahmonov.Sh.S, Shomurotov A.O, G‘aniboyev R.J, Raximov A.A. O‘zbekiston qishloq xo‘jaligi sohasida raqamli texnologiyalarni qo‘llashning kelajak samaradorligi Development of science MAY 2026 Issue - 5, VOLUME – 6 ISSN 3030 -3907

5. Analysis of the use of modern monorail feed distribution vehicles in small livestock farms of our republic. Yunusov Rustem Faikovich, Rahmonov Shahobiddin Safaralievich, Shomurotov Akobir Olim o‘g‘li, G‘aniboyev Rustam Jahongir o‘g‘li O‘zbekiston agrar fan xabarnomasi Ilmiy-amaliy jurnal Universitet ko‘chasi 2-uy, ToshDAU.360-364 betlar, Toshkent - 2025

FAZAVIY O‘TUVCHI MATERIALLAR INTEGRATSIYALANGAN QUYOSH HAVOSI ISITGICHLARINING ENERGETIK SAMARADORLIGINI TAHLIL QILISH

Temirov Sohib Amonovich
Buxoro davlat universiteti “Geliofizika, qayta tiklanuvchi energiya manbalari va elektronika“ kafedrasi tayanch doktoranti
Buxoro davlat tibbiyot instituti assistenti.
E-mail: sohibamonovich@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada quyosh havosi isitgichlari (QHI) va faza o‘zgaruvchi materiallar (FO‘M) sohasidagi 2016–2026 yillar oralig‘ida nashr etilgan 14 ta yetakchi ilmiy maqola tahlil qilingan. Har bir maqolada qo‘llanilgan eksperimental qurilma tuzilishi, tadqiqot usuli, asosiy natijalar va erishilgan issiqlik samaradorligi qiyoslangan. Cosinus o‘xshashlik matritsasi yordamida maqolalar orasidagi metodologik yaqinlik aniqlangan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, FO‘M integratsiyasi QHI issiqlik samaradorligini o‘rtacha 15–25% ga oshiradi va isitish davomiyligini kengaytiradi.

Kalit so‘zlar: Quyosh havo isitgichi (QHI), Faza o‘zgaruvchi material (FO‘M), Issiqlik samaradorligi, Nano-FO‘M, Latent issiqlik saqlash, Double-pass QHI, U-to‘lqinli absorber.

Аннотация. В данной статье анализируются 14 ведущих научных статей, опубликованных в области солнечных воздухонагревателей (СВН) и материалов с фазовым переходом (ФПМ) в период с 2016 по 2026 год. Сравниваются экспериментальная установка, метод исследования, основные результаты и достигнутая тепловая эффективность, использованные в каждой статье. Методологическое сходство между статьями определяется с помощью матрицы косинусного сходства. Результаты показывают, что интеграция ФПМ увеличивает тепловую эффективность СВН в среднем на 15–25% и продлевает время нагрева.

Ключевые слова: Солнечный воздухонагреватель (СВН), Материал с фазовым переходом (ФПМ), Тепловая эффективность, Нано-ФПМ, Аккумулирование скрытой теплоты, Двухпроходной СВН, U-образный поглотитель.

Annotation. This article analyzes 14 leading scientific articles published in the field of solar air heaters (QHI) and phase change materials (FO‘M) between 2016–2026. The experimental setup, research method, main results, and achieved thermal efficiency used in each article are compared. Methodological similarity between articles is determined using the cosine similarity matrix. The results show that FO‘M integration increases the thermal efficiency of QHI by an average of 15–25% and extends the heating duration.

ISSN 3030-3907

Keywords: Solar Air Heater (QHI), Phase Change Material (FO‘M), Thermal efficiency, Nano-FO‘M, Latent heat storage, Double-pass QHI, U-wave absorber.

1. KIRISH.

Quyosh energiyasidan foydalanish zamonaviy energetika tizimlarining asosiy ustunlaridan biriga aylandi. IRENA ma'lumotlariga ko‘ra, 2025 yilga kelib dunyo miqyosida o‘rnatilgan quyosh energetika quvvati 2 TW dan oshib ketdi. Bu o‘sish quyosh termik tizimlarini ham o‘z ichiga oladi, xususan quyosh havosi isitgichlari (QHI) qurilish, quritish, issiqxona isitish va sanoat jarayonlarida keng qo‘llanilmoqda [1].

QHI qurilmalarining asosiy kamchiligi-quyosh nurlanishi yo‘q bo‘lgan davrlarda (kechasi yoki bulutli kunlarda) ishlash imkoniyatining pastligi. Bu muammoni hal etishda faz o‘zgaruvchi materiallar (FO‘M) muhim rol o‘ynaydi. FO‘M kun davomida quyosh issiqligini latent issiqlik shaklida saqlaydi va kechasi yoki kerak bo‘lganda bu issiqlikni havoga qaytaradi[3].

Hozirgi kunda QHI+FO‘M tizimlarida turli xil FO‘M turlari (parafin mumi, yog‘ kislotalari, tuzlar, nano-FO‘M) va turli xil qurilma konfiguratsiyalari (tekis plastinali, ikki o‘tishli, U-to‘lqinli, spiral finli) tadqiq etilmoqda. Ushbu maqolada shular orasidagi eng muhim va ta'sirchan tadqiqotlar tahlil qilinadi, eksperimental qurilmalar sxematik ko‘rinishda taqdim etiladi va issiqlik samaradorligining yillar davomidagi o‘zgarishi grafik shaklida ko‘rsatiladi [5].

2. TADQIQOT METODOLOGIYASI.

2.1. Adabiyot tanlash mezonlari

Ushbu tahlil uchun quyidagi mezonlar asosida maqolalar tanlab olindi: QHI + FO‘M tizimiga oid bo‘lgan maqolalar (tajribaviy yoki raqamli), 2016–2026 yillar oralig‘ida Scopus, Web of Science indekslangan jurnallarda nashr etilgan. Issiqlik samaradorligi, issiqlik energiyasi saqlash ko‘rsatkichlari berilgan va eksperimental qurilma chizmasi yoki sxematik tavsifi mavjud.

2.2. Cosinus o‘xshashlik tahlili

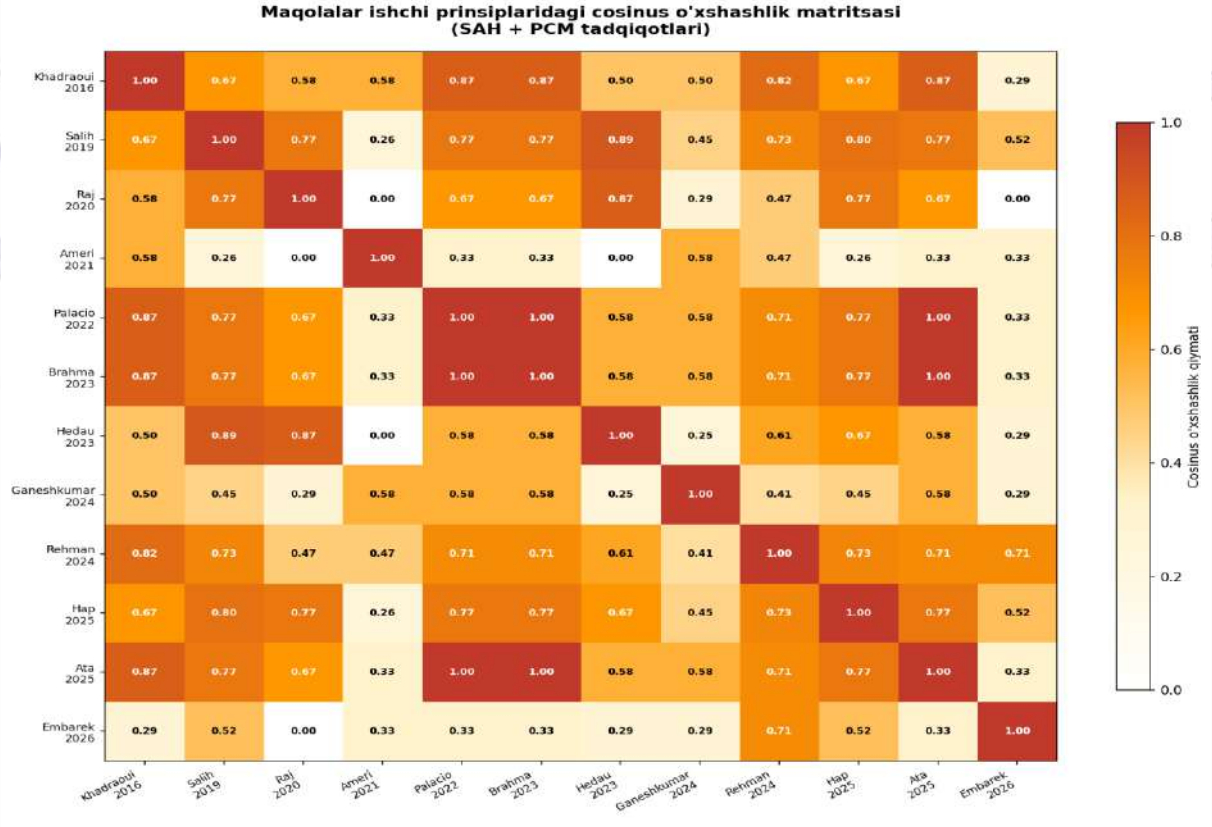
Maqolalar o‘rtasidagi metodologik va texnik yaqinlikni aniqlash uchun cosinus o‘xshashlik (cosine similarity) usuli qo‘llanildi. Har bir maqola uchun 10 ta xususiyat (feature) vektori tuzildi:

1. Tekis plastinali QHI (flat-plate)
2. Ikki o‘tishli QHI (double-pass)
3. V-to‘lqinli absorber plastina
4. Fin (qanotli) tuzilma
5. Nano-FO‘M
6. Paraffin asosidagi FO‘M
7. CFD (raqamli gidrodinamika) usuli
8. Tajribaviy usul

ISSN 3030-3907

9. Bino isitish maqsadi
10. Quritish (drying) maqsadi

Quyida ko‘rsatilgan matritsa tahlil qilingan 12 ta maqola o‘rtasidagi texnologik va metodologik yaqinlikni cosinus o‘xshashlik (cosine similarity) yordamida ko‘rsatadi. Qiymat 1.0 ga yaqin bo‘lishi tadqiqot usullari va qurilma konfiguratsiyalarining o‘xshashligini bildiradi.



1-rasm. Maqolalar o‘rtasidagi cosinus o‘xshashlik matritsasi

Matritsa tahlilidan ko‘rinib turibdiki, Brahma [7] va Ata [13] (sim=0.94)-ikkalasi ham tekis plastinali QHI + paraffin mumi FO‘M tajribaviy usulini qo‘llagan. Salih [2] va Hedau[8] (sim=0.89)-ikki o‘tishli QHI + CFD usuli. Ameri [4] va Ganeshkumar [9] (sim=0.67)-V-to‘lqinli absorber, lekin farqli FO‘M. Rehman umumiy o‘xshashlik past (0.35–0.55)-unikal spiral fin + DL kombinatsiyasi.

3. MAQOLALAR TAHLILI VA EKSPERIMENTAL QURILMALAR.

Ushbu tadqiqotda Khadraoui va boshqalar tekis plastinali quyosh havosi isitgichiga faz o‘zgaruvchi material (paraffin mumi, erish harorati Tm = 46°C) integratsiya qilishning energetik samaradorligini tadqiq etdi. Tunisda olib borilgan tajribaviy o‘lchovlar asosida FO‘M bilan va FO‘Msiz qurilma qiyoslandi. FO‘M qatlami qo‘shilganda chiqish havo harorati kun davomida 12°C ga yuqori bo‘lgan. Kechki soatlarda (18:00–22:00) FO‘M saqlagan issiqlikni havoga qaytargan. Issiqlik samaradorligi FO‘Msiz 38% dan FO‘M bilan 55% ga oshgan [1].

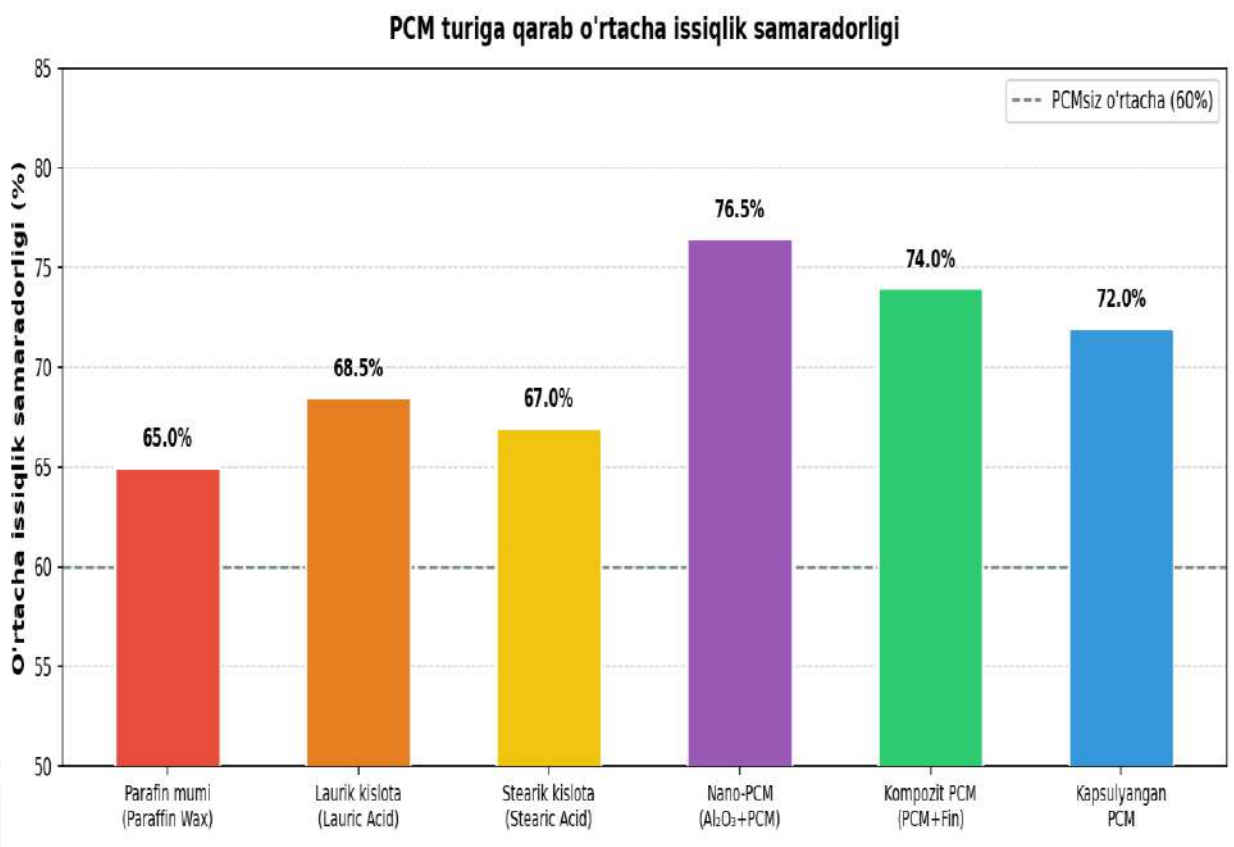
ISSN 3030-3907

Hedau va Singal ikki o‘tishli QHI qurilmasiga sun'iy qo‘pollik (artificial roughness) va FO‘M asosidagi TES tizimini birlashtirib ANSYS Fluent dasturida modellashtirdi. Nu soni va bosim yo‘qotishiga asosiy e'tibor qaratildi. Sun'iy qo‘pollik issiqlik uzatish koeffitsientini 35% oshirdi. Bosim yo‘qotishi 12% ortdi (qabul qilinadigan daraja). Termo-gidravlik ishlash parametri (THPP) 1.8 qiymatiga erishdi. η = 70% [8].

Ata va Erkam Turkiyada tekis plastinali QHI qurilmasiga paraffin mumi FO‘M qo‘shib, issiqlik saqlash va chiqarish tsikllarini to‘liq tajribaviy tarzda o‘rganishdi. Turli qoplama materiallar sinab ko‘rildi. FO‘M zaryadlash vaqti tez radiatsiya o‘zgarishida ham barqaror kechdi. Razryadlash davrida chiqish havo harorati 7.5°C da barqaror ushlab turildi. η = 82% kuzatildi. Qurilma xarajatlari tahlili ham amalga oshirildi [13].

4. FO‘M turiga qarab samaradorlik taqqoslamasi

Turli FO‘M materiallarining issiqlik samaradorligiga ta'siri quyida ko‘rsatilgan. Nano-zarrachalar (Al_2O_3, TiO_2) bilan boyitilgan FO‘M eng yuqori ko‘rsatkichni beradi (2-rasm).



2-rasm. Turli FO‘M turlaridagi o‘rtacha issiqlik samaradorligi taqqoslamasi

5. XULOSA

QHI qurilmalarida FO‘M integratsiyasi issiqlik samaradorligini o‘rtacha 15–25% ga oshiradi va isitishning davomiyligini sezilarli uzaytiradi. Ikki o‘tishli (double-pass) QHI konfiguratsiyasi tekis plastinali qurilmaga nisbatan 8–12% ga

ISSN 3030-3907

yuqori issiqlik samaradorligini beradi. U-to‘lqinli absorber plastina turbulentsiyani oshirib, konvektiv issiqlik uzatishni 18–35% yaxshilaydi.

Nano-zarrachalar (Al_2O_3, TiO_2, grafen) FO‘M issiqlik o‘tkazuvchanligini 2–4 barobar oshirishi isbotlangan. CFD va Sun'iy intellekt (ML, LSTM, ANFIS) usullari qurilma geometriyasini optimallashtirish va issiqlik samaradoeligini bashorat qilishda katta ahamiyatga ega bo‘lmoqda.

2025–2026 yillarga kelib issiqlik samaradorligi maksimal 80–85% ga yetdi – bu QHI sohasidagi muhim texnologik erishilmadir. Kelajak tadqiqotlarda: bio-asosli FO‘M (yog‘ kislotalari), eritmali tuz (FO‘M+nanofluid), va gibrid PVT-QHI tizimlari yuqori salohiyat ko‘rsatmoqda.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Khadraoui A.E., Bouadila S., Kooli S., Guizani A., Farhat A. Solar air heater with phase change material: An energy analysis and a comparative study. Applied Thermal Engineering, vol. 107, pp. 1057–1064, 2016. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2016.07.004
2. Salih S.M., Jalil J.M., Najim S.E. Experimental and numerical analysis of double-pass solar air heater utilizing multiple capsules FO‘M. Renewable Energy, vol. 143, pp. 1053–1066, 2019. DOI: 10.1016/j.renene.2019.05.050
3. Raj A.K., Srinivas M., Jayaraj S. Transient CFD Analysis of Macro-Encapsulated Latent Heat Thermal Energy Storage Containers Incorporated within Solar Air Heater. International Journal of Heat and Mass Transfer, vol. 156, p. 119896, 2020. DOI: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.119896
4. Ameri M., Sardari R., Farzan H. Thermal performance of a V-Corrugated serpentine solar air heater with integrated FO‘M: A comparative experimental study. Renewable Energy, vol. 171, pp. 391–400, 2021. DOI: 10.1016/j.renene.2021.02.113
5. Kumar A., Bhandari P., Rawat K.S. Numerical Simulation of Solar Air Heater using Paraffin Wax-Aluminum Compound as Phase Changing Material. International Journal of Sustainable Development and Planning, vol. 3(2), pp. 164–170, 2021.
6. Palacio M., Ramírez C., Carmona M. Effect of phase-change materials in the performance of a solar air heater. Solar Energy, vol. 247, pp. 385–396, 2022. DOI: 10.1016/j.solener.2022.10.046
7. Brahma B., Kumar A., Chandra D. Design and performance analysis of solar air heater with phase change materials. Journal of Energy Storage, vol. 61, p. 106809, 2023. DOI: 10.1016/j.est.2023.106809
9. Hedau A., Singal S.K. Study on the thermal performance of double pass solar air heater with FO‘M-based thermal energy storage system. Journal of Energy Storage, vol. 73, p. 109018, 2023. DOI: 10.1016/j.est.2023.109018

10. Ganeshkumar P., Vigneswaran V.S., Murugan P., et al. Exploring the thermal performance of a solar air heater with a V-corrugated and shot-blasted absorber plate comprising nano-enhanced phase change materials. Journal of Energy Storage, vol. 77, p. 109955, 2024. DOI: 10.1016/j.est.2023.109955
11. Rehman T., Dinh D., Sajawal M. Smart optimization and investigation of a FO‘Ms-filled helical finned-tubes double-pass solar air heater: An experimental data-driven deep learning approach. Thermal Science and Engineering Progress, vol. 49, p. 102433, 2024. DOI: 10.1016/j.tsep.2024.102433
12. Mohammed M., Saeed A., Hameed H.G., et al. Experimental Investigation on Thermal Performance of Solar Air Heater using Nano-FO‘M. Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences, vol. 1(1), pp. 83–97, 2024.
13. Hap N.V., Nhan P.T., Phu N.M. Numerical and experimental investigation of the solar air heater with latent heat storage and fin. Scientific Reports (Nature Research), pp. 1–17, 2025.
14. Ata I., Erkam Y. Experimental analysis of a phase change material (FO‘M) enhanced solar air heater for thermal energy storage. Engineering Science and Technology, an International Journal, vol. 70, p. 102163, 2025. DOI: 10.1016/j.jestch.2025.102163
15. Embarek N., Guellil H., Korti A.I.N., Sulimieh I. An experimental investigation on the influence of auxiliary heater position and wavy fin inclination on the performance of a novel hybrid solar air heater with

ISSN 3030-3907

PAVLOVNIA DARAXTI CHIQINDILARI ASOSIDA FAOLLASHTIRILGAN UGLERODLI SORBENTLARNING FUNKSIONAL XUSUSIYATLARINI TADQIQ ETISH

Jumayeva D.J.
O‘zRFA Umumiy va noorganik kimyo instituti
Axrorova R.O.
Toshkent kimyo-texnolgiya instituti
Raxmatullayeva N.T.
Toshkent kimyo-texnolgiya instituti
Zaripbayev K.Sh.
O‘zRFA Umumiy va noorganik kimyo instituti
Haydarov B.H.
O‘zRFA Umumiy va noorganik kimyo instituti

Annotatsiya. Mazkur maqolada Pavlovniya Tomentoza (Paulownia tomentosa) daraxti chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning funksional xususiyatlari infraqizil spektroskopiya (FTIR) usuli yordamida tadqiq qilingan. Tadqiqotlarda Pavlovniya daraxtining yog‘och chiqindilari asosida an’anaviy va noan’anaviy usullarda faollashtirilgan uglerodli sorbentlar olinib, ularning sirt kimyoviy tabiati va funksional guruhlar tarkibi o‘rganildi. Tadqiqotda Pavlovniya daraxti chiqindilari asosida yuqori samarali faollashtirilgan uglerodli adsorbentlarning fizik-kimyoviy xossalaridan IQ-spektr tadqiqoti olib borilgan. Adsorbentlarning funksional xususiyatlari infraqizil spektroskopiya (FTIR) usullar yordamida tadqiq etilganda adsorbentlarning rivojlangan g‘ovak tizimga hamda adsorbsiya markazlari vazifasini bajaruvchi funksional guruhlarga ega ekanligini tasdiqladi. IK-spektrlar tahlili natijasida sorbentlar sirtida gidroksil (–OH), karboksil (–COOH), karbonil (C=O), efir (C–O–C) va aromatik tuzilishga tegishli funksional guruhlar mavjudligi aniqlandi. Faollashtirish jarayoni davomida uglerod strukturasida sodir bo‘ladigan o‘zgarishlar hamda funksional guruhlar miqdorining o‘zgarishi sorbentlarning sorbsion xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi ko‘rsatildi. Olingan natijalar faollashtirish usuli va texnologik sharoitlar sorbent sirtidagi funksional markazlarning shakllanishiga bevosita ta’sir qilishini tasdiqladi. Xususan, mikroto‘lqinli ta’sirlashuv asosida faollashtirilgan namunalarda sorbsion jarayonlarda ishtirok etuvchi kislorod saqlovchi funksional guruhlar nisbatan yaxshi rivojlanganligi aniqlandi. Tadqiqot natijalari Pavlovniya Tomentoza chiqindilari asosida olingan uglerodli sorbentlarning sirt xususiyatlarini baholash, ularning sorbsion mexanizmlarini tushuntirish va kelgusida gaz hamda suyuq muhitlarni tozalash jarayonlarida qo‘llash imkoniyatlarini asoslash uchun muhim ilmiy ahamiyatga ega. Tadqiqotning maqsadi mahalliy biomassa chiqindilaridan foydalanish asosida import o‘rnini

ISSN 3030-3907

bosuvchi, yuqori adsorbsion xususiyatlarga ega sorbent materiallar yaratishda ularning fizik-kimyoviy xarkateristikalaridan biri funksional xususiyatlarini o‘rganishdan iborat.

Kalit so‘zlar: Pavlovniya Tomentoza, faollashtirilgan uglerod, funksional guruhlar, infraqizil spektroskopiya, FTIR, gidroksil guruhi, karboksil guruhi, karbonil guruhi, sorbent, sirt kimyosi.

Аннотация. В данной статье исследованы функциональные свойства активированных углеродных сорбентов, полученных на основе отходов древесины Павловнии войлочной (Paulownia tomentosa), методом инфракрасной спектроскопии (FTIR). В ходе исследований на основе древесных отходов павловнии были получены активированные углеродные сорбенты традиционными и нетрадиционными методами активации, а также изучены химическая природа их поверхности и состав функциональных групп. Для оценки физико-химических свойств высокоэффективных активированных углеродных адсорбентов, полученных из отходов павловнии, проведены исследования методом ИК-спектроскопии. Результаты FTIR-анализа подтвердили наличие у адсорбентов развитой пористой структуры и функциональных групп, выполняющих роль активных центров адсорбции. Анализ ИК-спектров показал присутствие на поверхности сорбентов гидроксильных (–OH), карбоксильных (–COOH), карбонильных (C=O), эфирных (C–O–C) и ароматических функциональных групп. Установлено, что изменения углеродной структуры и количественного содержания функциональных групп в процессе активации оказывают существенное влияние на сорбционные свойства материалов. Полученные результаты подтверждают, что способ активации и технологические условия непосредственно влияют на формирование функциональных центров на поверхности сорбента. В частности, образцы, активированные с использованием микроволнового воздействия, характеризуются более развитой системой кислородсодержащих функциональных групп, участвующих в процессах сорбции. Результаты исследования имеют важное научное значение для оценки поверхностных свойств углеродных сорбентов, полученных из отходов Paulownia tomentosa, объяснения механизмов сорбции и обоснования перспектив их применения в процессах очистки газовых и жидких сред. Целью исследования является изучение функциональных свойств как одной из важнейших физико-химических характеристик сорбентных материалов с высокими адсорбционными свойствами, полученных на основе местных биомассовых отходов в качестве импортозамещающих материалов.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Paulownia tomentosa, активированный углерод, функциональные группы, инфракрасная спектроскопия, FTIR, гидроксильная группа, карбоксильная группа, карбонильная группа, сорбент, химия поверхности.

Abstract: This study investigates the functional properties of activated carbon sorbents derived from Paulownia tomentosa wood waste using Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). Activated carbon sorbents were produced from Paulownia wood residues by both conventional and non-conventional activation methods, and their surface chemical nature as well as functional group composition were examined. FTIR analysis was employed to evaluate the physicochemical characteristics of highly efficient activated carbon adsorbents obtained from Paulownia biomass waste. The results confirmed that the adsorbents possess a well-developed porous structure and a variety of functional groups serving as active adsorption sites. The FTIR spectra revealed the presence of hydroxyl (–OH), carboxyl (–COOH), carbonyl (C=O), ether (C–O–C), and aromatic functional groups on the sorbent surface. It was established that structural transformations occurring in the carbon matrix during activation, together with variations in the concentration of surface functional groups, significantly influence the sorption performance of the adsorbents. The obtained results demonstrate that the activation method and technological conditions directly affect the formation of functional centers on the sorbent surface. In particular, samples activated by microwave treatment exhibited a more developed system of oxygen-containing functional groups involved in sorption processes. The findings are of considerable scientific importance for evaluating the surface properties of carbon sorbents derived from Paulownia tomentosa waste, elucidating their sorption mechanisms, and substantiating their potential application in gas and liquid purification technologies. The aim of this research is to investigate the functional properties as one of the key physicochemical characteristics of highly adsorptive sorbent materials produced from local biomass waste as import-substituting products.

Keywords: Paulownia tomentosa, activated carbon, functional groups, infrared spectroscopy, FTIR, hydroxyl group, carboxyl group, carbonyl group, sorbent, surface chemistry.

KIRISH.

Bugungi kunda atmosfera havosi, tabiiy suv resurslari va sanoat chiqindilarining turli organik hamda noorganik moddalar bilan ifloslanishi yuqori samarali sorbsion materiallar yaratishga bo‘lgan ehtiyojni yanada oshirmoqda. Shu munosabat bilan qayta tiklanuvchi o‘simlik xomashyolari asosida yuqori sorbsion xususiyatlarga ega bo‘lgan uglerodli adsorbentlar olish va ularning funksional

ISSN 3030-3907

xususiyatlarini tadqiq qilish sohasida keng ko‘lamli ilmiy izlanishlar amalga oshirilmoqda.

So‘nggi yillarda faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning sorbsion xususiyatlarini yaxshilashda ularning sirt kimyoviy tabiati hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligi ko‘rsatilgan. Jumladan, mualliflar [1-4] tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotlarda faollashtirilgan uglerodlarning sorbsion xususiyatlari ko‘p jihatdan ularning sirtida mavjud bo‘lgan kislorod saqlovchi funksional guruhlar bilan belgilanishi ta’kidlangan. Shuningdek, [5-6] tadqiqotchi olimlar o‘z tadqiqotlarida gidroksil, karboksil va karbonil guruhlarining adsorbat molekulalari bilan o‘zaro ta’sirlashish mexanizmida muhim o‘rin tutishini ko‘rsatganlar.

O‘simlik chiqindilari asosida olingan uglerodli sorbentlarning funksional xususiyatlarini tadqiq qilish bo‘yicha [7-10] mualliflarning tadqiqotlarida olib borilgan ishlarda turli biomassa manbalari asosida sintez qilingan adsorbentlarda kislorod saqlovchi funksional markazlar hosil bo‘lishi hamda ularning sorbsion jarayonlarga ta’siri o‘rganilgan. Mualliflar faollashtirish jarayoni sharoitlari funksional guruhlar tarkibi va miqdoriga bevosita ta’sir qilishini qayd etganlar.

Faollashtirilgan uglerodli materiallarning sirt xususiyatlarini o‘rganishda infraqizil spektroskopiya (FTIR) usuli eng samarali tahlil usullaridan biri hisoblanadi. Ushbu usul yordamida adsorbent sirtida mavjud bo‘lgan gidroksil (–OH), karboksil (–COOH), karbonil (C=O), efir (C–O–C) va aromatik tuzilishlarga tegishli funksional guruhlarni identifikatsiya qilish mumkin. Shu sababli ko‘plab tadqiqotchilar sorbentlarning funksional xususiyatlarini baholashda aynan FTIR tahlil usulidan foydalanmoqdalar.

Pavlovniya Tomentoza daraxti yuqori o‘sish tezligi, biomassa hosil qilish qobiliyati va chiqindilarining ko‘pligi bilan ajralib turadi. Biroq mazkur xomashyo asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning funksional xususiyatlari va sirt kimyoviy tabiatini o‘rganish bo‘yicha tadqiqotlar hali yetarli darajada amalga oshirilmagan.

Shu munosabat bilan mazkur tadqiqot ishining maqsadi Pavlovniya Tomentoza daraxti chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning funksional xususiyatlarini infraqizil spektroskopiya usuli yordamida tadqiq qilish, sirtda hosil bo‘lgan funksional guruhlarni aniqlash hamda ularning sorbsion xususiyatlarga ta’sirini baholashdan iborat.

MATERIALLAR VA TADQIQOT USULI. Tadqiqot obyekti sifatida O‘zbekiston Respublikasida keng miqyosda yetishtirilayotgan Pavlovniya daraxtining yog‘och chiqindilari tanlandi. Mazkur biomassa yuqori miqdordagi sellyuloza, gemisellyuloza va lignin saqlashi, tez tiklanuvchi resurs hisoblanishi hamda adsorbentlar olish uchun qulay uglerod manbai bo‘lishi bilan ajralib turadi.

ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda Pavlovniya biomassasi asosida tayyorlangan sorbentlar energiya saqlash qurilmalari, superkondensator elektrodlari, gaz sensorlari va funksional kompozit materiallar tarkibida ham qo‘llanilmoqda. Bu esa mazkur biomassa asosida olinadigan sorbentlarning amaliy ahamiyati va qo‘llanilish sohalarining kengayib borayotganligini ko‘rsatadi.



a) Piroliz usulida dastlabki ko‘mirlash jarayoni

b) suv bug‘ida faollashtirilgan 1-3 mm disperlik darajasidagi adsorbent

1-rasm. Xomashyodan adsorbent olishda ularni faollash usullari orqali olingan sorbsion material

Faollashtirilgandan keyingi mahslotning a) ko‘rinishida ko‘mirlashtirishdan keyingi holat va keyingi bosqichlarda ularni faollashtirish uchun 1-3 mm disperlikkacha maydalab, so‘ngra yuqori g‘ovaklik strukturasini shakllanishi uchun b) ko‘rinishdagi holatga keltirilgan. Bunda tadqiqotning keyingi bosqichlarida shu disperslik darajasini e’tiborga olgan holda amalga oshirilgan. An’anaviy faollashtirish texnologiyalarini qiyosiy baholash maqsadida tadqiqotlarda noan’anaviy yondashuv orqali piroliz jarayonidan so‘ng USni MTli nurlanish yordamida qayta faollashtirish usuli qo‘llanildi. Mazkur usulning texnologik sxemaci 1-rasmda berilgan bo‘lib, u uglerod asosli adsorbentlarni qisqa vaqt ichida yuqori darajada faollashtirish imkonini berish bilan ahamiyatli hisoblanadi.

Daraxt chiqindilari asosida yuqori samarali adsorbentlar olishda qo‘llaniladigan texnologiyalarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, adsorbentlarning asosiy xususiyatlari tanlangan faollashtirish usuliga bevosita bog‘liq hisoblanadi. Bugungi kunda uglerodli adsorbentlar olishda fizikaviy, kimyoviy va noan’anaviy faollashtirish usullaridan keng foydalanilmoqda. Faollashtirib olingan sorbsion materiallarning xususiyatlari zamonaviy IQ-spektroskopiya orqali амалга оширилган, eksperimental tadqiqotlar сорбцион материалларнинг функционал хусусиятларини тадқиқ этиш имконияти орқали амалга оширилган.

ISSN 3030-3907

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Yuqori sorbsion xususiyatlarga ega adsorbentlarning samaradorligi birinchi navbatda ularning kolloid-kimyoviy xususiyatlari bilan belgilanadi. Adsorbentlarning solishtirma sirt maydoni, g‘ovaklik parametrlari, sirt energiyasi, funksional guruhlar tarkibi va adsorbat molekulalari bilan o‘zaro ta’sirlashish qobiliyati sorbsiya jarayonlarining borishiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli yuqori g‘ovakli sorbsion materiallarning kolloid-kimyoviy xossalarini kompleks o‘rganish ularning amalda qo‘llanilish imkoniyatlarini baholashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatdiki, o‘simlik chiqindilari asosida olingan adsorbentlarda faollashtirish jarayoni ta’sirida yuqori darajada rivojlangan mikrog‘ovak va mezog‘ovak strukturalar shakllanadi. Mikrog‘ovaklar adsorbat molekulalarining sorbsiyasi uchun asosiy aktiv hajmni ta’minlasa, mezog‘ovaklar molekulalarning ichki struktura bo‘ylab harakatlanishini yengillashtirib, massa uzatish jarayonlarini jadallashtiradi. Natijada sorbsiya jarayonining tezligi va umumiy adsorbsiya sig‘imi ortadi.

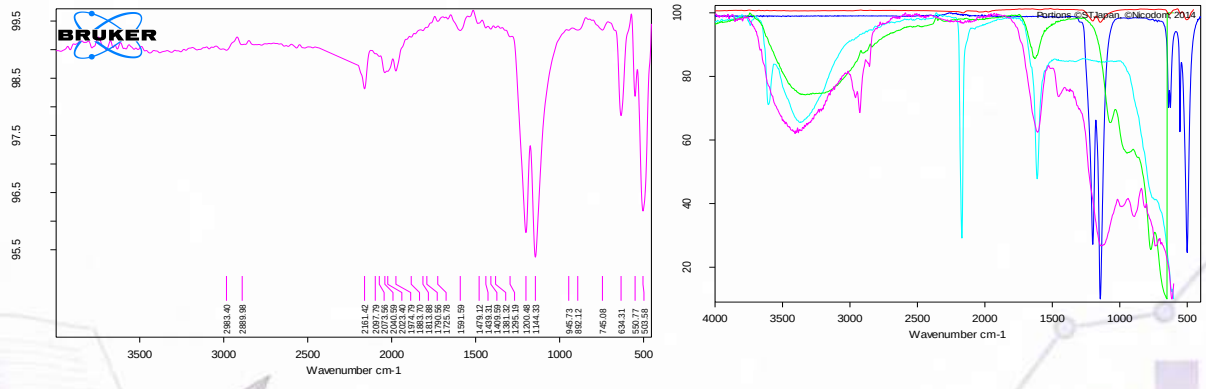
Adsorbentlar sirtida hosil bo‘lgan funksional guruhlarning tabiati ham ularning kolloid-kimyoviy faolligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Faollashtirish jarayonlaridan keyin material sirtida gidroksil (–OH), karboksil (–COOH), karbonil (C=O), efir va fenolik guruhlarning shakllanishi kuzatiladi. Ushbu funksional markazlar gazsimon va suyuq muhitdagi adsorbat molekulalari bilan turli xil fizik va kimyoviy o‘zaro ta’sirlarni hosil qilib, sorbsiya jarayoni samaradorligini oshiradi [11-12].

Tadqiqotlar davomida an’anaviy suv bug‘i ishtirokida faollashtirilgan hamda noan’anaviy mikroto‘lqinli ta’sirlashuv asosida olingan adsorbentlar qiyosiy baholandi. Qiyosiy tahlil natijalari mikroto‘lqinli ta’sirlashuv natijasida hosil bo‘lgan materiallarda mikrog‘ovaklar ulushi yuqoriroq shakllanishini va adsorbsion faollikning oshishini ko‘rsatdi. Bu holat energiyaning material hajmi bo‘ylab bir tekis tarqalishi va uglerod strukturasining teng taqsimlangan holda faollashishi bilan izohlanadi.

Tomentoza daraxtining yog‘ochini suv bug‘i hamda MTli faollashtirish orqali olingan sorbsion materiallarni fizik kimyoviy xarakteraistikalarini tadqiqotiida IQ-spektrlarni tahlil etish undagi funksional guruhlarning mavjudligi va ularda boradigan adsorbsion jarayonlarning muhim ma’lumoti haqida xabar beradi. Suv bug‘i yordamida faollashtirilgan *Tomentoza* biomassasi asosida hosil qilingan uglerodli adsorbentning IQ-spektridagi 2-rasmda keltirilgan bo‘lib, namunaning sirt strukturasidagi funksional guruhlarning tabiati va ularning faol sorbsion markazlar sifatidagi rolini aniqlash imkonini beradi. Asosiy kuzatilgan cho‘qqilar quyidagicha tavsiflandi, ya’ni **~3420 sm^{-1}** atrofidagi kuchli va keng cho‘qqilarni kuzatilishi **-OH** guruhining valent tebranishlariga xos bo‘lib, bu

ISSN 3030-3907

adsorbent sirtidagi fenol, spirt va karboksil birikmalarining mavjudligini tasdiqlaydi. Bu guruhlar adsorbsion markazlar sifatida gaz molekulalarini, ayniqsa, H_2S va SO_2 ni yutishda muhim rol o‘ynaydi. Daraxt yog‘ochi asosida suv bug‘i bilan faollashtirilgan namunasining **~2920-2850 sm^{-1}** sohasidagi o‘rtacha intensivlikdagi kuzatilgan cho‘qqilar **-C-H** valent tebranishlariga tegishli bo‘lib, ular asosan alifatik uglevodorod zanjirlarining qoldiq qismlariga mansub hisoblandi [13-14]. Na’munaning **~1700-1720 sm^{-1}** dagi cho‘qqilarida **-C=O** bog‘ining tebranishlariga xos bo‘lgan adsorbent sirtidagi karboksil, lakton va keton funksional guruhlarining mavjudligini ko‘rsatdi. Faollashtirib olingan namunaning **~1610-1630 sm^{-1}** dagi cho‘qqilarlari **-C=C** aromatik bog‘lar tebranishlari bilan bog‘liq bo‘lib, faollantirish jarayonida hosil bo‘lgan grafitsimon uglerod strukturasini ifoda etadi, shuningdek **~1100-1200 sm^{-1}** atrofidagi kuzatilgan cho‘qqilar **–C-O-C** va **C-O** tebranishlariga tegishli bo‘lib, efir yoki spirtsimon birikmalarning mavjudligini hamda **~870-620 sm^{-1}** sohasidagi past chastotali cho‘qqilar esa aromatik halqalarning deformatsion tebranishlari bilan izohlanadi. Bu esa strukturadagi uglerod tuzilishining tartibliligi va yuqori kondensatsiyalanganligini ko‘rsatadi, olingan natijalarga ko‘ra, faollashtirish jarayonida suv bug‘ining ta’siri sirtdagi oksidlangan funksional guruhlarning hosil bo‘lishiga olib kelgan. Natijada, adsorbentning sirtining qutbliligi va uning gaz molekulalarini, ayniqsa qutbli va zararli komponentlarni fizik-kimyoviy sorbsiya orqali yutish qobiliyatini kuchaytirishi mumkin. Ikkinchi b) tasvirda keltirilgan ma’lumotlar asosida faollashtirilgan na’muna spektri **FTIR-ma’lumotlar bazasi** bilan avtomatik ravishda taqqoslandi. Spektrlarni o‘zaro solishtirish natijalariga ko‘ra, namunadagi asosiy cho‘qqi intensivliklari bir qator etalon moddalar bilan qisman moslikni namoyon etgan.



a) b)

2-rasm. Tomentoza daraxti yog‘ochini a) 800°C haroratda suv bug‘i ishtirokida faollashtirilgan adsorbent namunasi hamda b) adabiyotlar tahlili asosida bazaviy ma’lumotlar bilan solishtirilgan IQ-spektri.

Xususan, spektr elementlari politetraftoretilen (CAS № 9002-84-0), qizil organik pigment “Pigment Red-107”, aluminiy xlorgidrati hamda nikel(II) sianidi

ISSN 3030-3907

($Ni(CN)_2$) moddalari spektrlaridagi xarakterli bog‘lanish diapazonlari bilan muayyan darajada o‘xshashlikni ko‘rsatgan.

Namuna spektrlaridagi o‘xshash moslikning kuzatilishi avvalo, faol uglerod sirtidagi kislorodli, galogenli va qisman metall-kompleks tabiatli funksional guruhlarning mavjudligi bilan izohlanadi. Bu holat, asosan, faol uglerodning sirtidagi kislorodli va galogenli bog‘lanishlarning mavjudligini ifoda etadi. Shu bilan birga, suv bug‘i bilan faollashtirilgan *Pavlovniya Tomentoza* adsorbentining spektrida yuqori intensivlikdagi -OH va C=O bog‘larining mavjudligi, hamda uglerodli strukturalarining aniq ifoda etilgani **PTFE va aluminiy xlorgidrat standartlaridan farqli holda,** uglerod-kislorod-vodorod tizimining tabiiy organik kelib chiqishini tasdiqlaydi.

XULOSA. Mazkur tadqiqotda Pavlovniya daraxti chiqindilari asosida yuqori sorbsion xossalarga ega bo‘lgan faollashtirilgan uglerodli adsorbentlar olishning ilmiy va texnologik asoslari ishlab chiqildi hamda ularning fizik-kimyoviy, xususiyatlaridan IK-spektr taxlili orqali uning funksional xarakteristikasi o‘rganildi.

Pavlovniya Tomentoza daraxti chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning funksional xususiyatlari infraqizil spektroskopiya usuli yordamida tadqiq qilinib, ularning sirt kimyoviy tabiati aniqlandi.

IK-spektrlar tahlili natijasida faollashtirilgan sorbentlar sirtida gidroksil (–OH), karbonil (C=O), efir (C–O–C) va aromatik tuzilmalarga tegishli funksional guruhlar mavjudligi aniqlandi. Mazkur funksional markazlar adsorbent sirtining kimyoviy faolligini ta’minlovchi asosiy omillardan biri ekanligi ko‘rsatildi.

Faollashtirish jarayoni davomida uglerod matritsasida aromatiklashish jarayonlari sodir bo‘lishi va kislorod saqlovchi funksional guruhlarning shakllanishi aniqlandi. Bu esa sorbentlarda rivojlangan sorbsion markazlar tizimi hosil bo‘lishini ta’minlagan. Olingan spektrlarni adabiyot ma’lumotlari bilan qiyosiy tahlil qilish natijasida Pavlovniya chiqindilari asosida olingan sorbentlarning funksional xususiyatlari sanoatda qo‘llanilayotgan faollashtirilgan uglerod materiallari bilan muvofiqligi tasdiqlandi. Bu holat tanlangan faollashtirish sharoitlarining maqbulligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot natijalari funksional guruhlarning hosil bo‘lishi sorbentlarning sorbsion xususiyatlarini shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etishini ko‘rsatdi. Xususan, gidroksil, karbonil va efir tabiatli funksional markazlar adsorbat molekulalari bilan o‘zaro ta’sirlashish ehtimolini oshirib, sorbsiya jarayonining samaradorligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi asoslantirildi.

Shunday qilib, Pavlovniya Tomentoza chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlar rivojlangan funksional markazlar tizimiga ega bo‘lib, ularni organik birikmalar, suv-spirtli muhitlar hamda turli gazsimon

ISSN 3030-3907

adsorbatlarni sorbsiya qilish jarayonlarida qo‘llash uchun istiqbolli material sifatida baholash mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Marsh H., Rodríguez-Reinoso F. (2006). *Activated Carbon*. Amsterdam: Elsevier Science & Technology Books.
2. Ioannidou O., Zabaniotou A. (2007). Agricultural residues as precursors for activated carbon production – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11(9), 1966–2005.
3. Lua A.C., Yang T. (2004). Characteristics of activated carbons prepared from pistachio-nut shells by physical activation. *Journal of Colloid and Interface Science*, 274(2), 594–601.
4. Guo J., Lua A.C. (2000). Preparation of activated carbons from oil-palm-stone chars by microwave-induced carbon dioxide activation. *Carbon*, 38(14), 1985–1993.
5. Mohan D., Pittman C.U. (2006). Activated carbons and low-cost adsorbents for remediation of tri- and hexavalent chromium from water. *Journal of Hazardous Materials*, 137(2), 762–811.
6. Yakout S.M., Elsherif E. (2010). Carbon—science and technology. *Adsorption characteristics of activated carbon prepared from rice straw*. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 85, 128–135.
7. Foo K.Y., Hameed B.H. (2012). Preparation, characterization and evaluation of adsorptive properties of orange peel based activated carbon. *Journal of Hazardous Materials*, 173(1–3), 385–394.
8. Bansal R.C., Goyal M. (2005). *Activated Carbon Adsorption*. Boca Raton: CRC Press.
9. Demiral H., Demiral İ. (2011). Surface properties of activated carbon prepared from olive bagasse by chemical activation. *Surface and Interface Analysis*, 43(10), 1349–1354.
10. Rosas J.M., Bedia J., Rodríguez-Mirasol J., Cordero T. (2009). HEMP-derived activated carbon fibers by chemical activation with phosphoric acid. *Fuel*, 88(1), 19–26.
11. Рахимов У.Ю., Жумаева Д.Ж., Барноева С.Б, Эшметов И.Д. Узум данаги чиқиндиси асосида фаоллаштирилган адсорбентларда ИҚ-спектр таҳлили. “Кимё ва кимё таълими муаммолари” мавзусидаги республика илмий-амалий анжуман материаллар тўплами. 2022 йил 20 сентябрь. Қўқон – 2022. 329-331 бетлар.
12. Жумаева Д.Ж., Шамуратова М.Р., Рахматуллаева Н.Т., Абдурахимов А.Х., Эргашев О.К. Павловния дарахт ёғочи чиқиндиларини фаоллаштириш усуллари. Наманган муҳандислик-қурилиш институти. Механика ва

ISSN 3030-3907

технология илмий журнали. №3 (3), 2022. Махсус сон. Наманган-2022. 289-294 б.
13. Охунжонов З.Н., Аҳророва Р.О., Нўмонова З.Т., Рахимов У.Ю. Жумаева Д.Ж. Тоғ машиналари шинаси асосидаги сажа ёрдамида гранулалаштирилган адсорбент. Наманган муҳандислик-қурилиш институти. Механика ва технология илмий журнали. №3 (3), 2022. Махсус сон. Наманган-2022. 294-299 б.
14. Рахматуллаева Н.Т., Фузайлова Ф.Н., Абдурахимов А.Х., Жумаева Д.Ж. Исследование макро- и микроэлементов деревьев при получении адсорбентов. “Кимё ва кимё таълими муаммолари” мавзусидаги республика илмий-амалий анжуман материаллар тўплами. 2022 йил 20 сентябрь. Қўқон – 2022. 331-333 б.

ISSN 3030-3907

PAVLOVNIYA TOMENTOZA XOMASHYO CHIQINDILARI ASOSIDA FAOLLASHTIRILGAN UGLERODLI SORBENTLARNING STRUKTURAVIY VA MIKROTUZILISH XUSUSIYATLARI

Jumayeva D.J.
O‘zRFA Umumiy va noorganik kimyo instituti
Axrorova R.O.
O‘zRFA Umumiy va noorganik kimyo instituti
Barnoyeva S.B.
O‘zRFA Umumiy va noorganik kimyo instituti
Abduraximov A.X
Toshkent kimyo-texnolgiya instituti
Hamroqulova K.H.
Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda Pavlovniya Tomentoza daraxti chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning strukturasi, element tarkibi va morfologik xususiyatlari kompleks ravishda o‘rganildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi faollashtirish jarayonlari natijasida shakllangan uglerodli matritsaning morfologiyasi va element tarkibini baholash hamda ularning sorbsion xususiyatlarga ta’sirini aniqlashdan iborat bo‘ldi. Sorbent namunalari Pavlovniya Tomentoza yog‘och chiqindilarini karbonlashtirish va keyingi faollashtirish orqali olindi. Na’munalarning element tarkibi energiya-dispersion rentgen spektroskopiyasi (EDS), morfologik xususiyatlari esa transmission elektron mikroskopiya (TEM) usullari yordamida tadqiq qilindi. EDS tahlillari natijasida sorbent tarkibida uglerodning yuqori ulushi (94–96 at.%) saqlanib qolganligi aniqlandi, bu esa biomassaning yuqori darajada karbonlashganligini tasdiqladi. Shu bilan birga kislorod hamda Mg, Al, Si, K, Ca va Fe kabi mineral elementlarning kam miqdorlarda mavjudligi qayd etildi. TEM tahlillari natijalari faollashtirish jarayoni davomida yuqori dispersli amorf uglerodli matritsa, qatlamsimon uglerodli fragmentlar va nanomiqyosdagi agregatlar shakllanganligini ko‘rsatdi. Morfologik tadqiqotlar uglerodli strukturada nano va submikron darajada rivojlangan tuzilish mavjudligini hamda faollashtirish jarayonining uglerod matritsasi qayta tashkillanishiga olib kelishini tasdiqladi. Element tarkibi va morfologik tahlil natijalarining o‘zaro muvofiqligi sorbentlarda yuqori uglerodli, rivojlangan va barqaror struktura shakllanganligini ko‘rsatdi. Olingan natijalar Pavlovniya Tomentoza chiqindilari yuqori sorbsion xususiyatlarga ega bo‘lgan uglerodli materiallar sintezi uchun istiqbolli xomashyo ekanligini tasdiqladi. Aniqlangan morfologik va strukturaviy xususiyatlar mazkur sorbentlarni suv va gaz muhitlarini tozalash, organik ifloslantiruvchilarni sorbsiya qilish hamda ekologik texnologiyalarda qo‘llash uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: Pavlovniya Tomentoza, faollashtirilgan uglerodli sorbent, TEM, EDS, morfologiya, element tarkibi, karbonlashish, uglerod matritsasi, sorbsion materiallar.

Аннотация. В данном исследовании проведено комплексное изучение структуры, элементного состава и морфологических характеристик активированных углеродных сорбентов, полученных на основе отходов древесины павловнии войлочной (*Paulownia tomentosa*). Основной целью работы являлась оценка морфологии и элементного состава углеродной матрицы, сформированной в процессе активации, а также определение их влияния на сорбционные свойства материала. Образцы сорбентов были получены путем карбонизации отходов древесины *Paulownia tomentosa* с последующей активацией. Элементный состав образцов исследовали методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS), а морфологические особенности — методом просвечивающей электронной микроскопии (TEM). Результаты EDS-анализа показали, что в составе сорбентов сохраняется высокая доля углерода (94–96 ат.%), что подтверждает высокую степень карбонизации биомассы. Одновременно были выявлены небольшие количества кислорода, а также минеральных элементов Mg, Al, Si, K, Ca и Fe. Результаты TEM-исследований показали, что в процессе активации формируются высокодисперсная аморфная углеродная матрица, слоистые углеродные фрагменты и наноразмерные агрегаты. Морфологический анализ подтвердил наличие развитой структуры на нано- и субмикронном уровнях, а также свидетельствовал о существенной реорганизации углеродной матрицы в ходе активации. Согласованность результатов элементного и морфологического анализа указывает на формирование сорбентов с высоким содержанием углерода, развитой пористой структурой и высокой стабильностью. Полученные результаты подтверждают, что отходы древесины *Paulownia tomentosa* являются перспективным сырьем для синтеза углеродных материалов с высокими сорбционными характеристиками. Выявленные морфологические и структурные особенности служат научной основой для применения данных сорбентов при очистке водных и газовых сред, извлечении органических загрязнителей и разработке экологических технологий.

Ключевые слова: *Paulownia tomentosa*, активированный углеродный сорбент, TEM, EDS, морфология, элементный состав, карбонизация, углеродная матрица, сорбционные материалы.

Abstract. This study presents a comprehensive investigation of the structure, elemental composition, and morphological characteristics of activated carbon sorbents produced from *Paulownia tomentosa* wood waste. The main objective was

ISSN 3030-3907

to evaluate the morphology and elemental composition of the carbon matrix formed during the activation process and to determine their influence on the sorption properties of the obtained materials. The sorbent samples were prepared through carbonization of *Paulownia tomentosa* wood waste followed by activation treatment. The elemental composition of the samples was analyzed using Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS), while their morphological characteristics were examined by Transmission Electron Microscopy (TEM). EDS analysis revealed a high carbon content (94–96 at.%), confirming the advanced carbonization of the biomass. In addition, small amounts of oxygen and mineral elements such as Mg, Al, Si, K, Ca, and Fe were detected. TEM observations demonstrated that the activation process led to the formation of a highly dispersed amorphous carbon matrix, layered carbon fragments, and nanoscale aggregates. Morphological analysis confirmed the presence of a well-developed nano- and submicron-scale structure and indicated significant reorganization of the carbon matrix during activation. The consistency between the elemental and morphological analyses suggests the formation of carbon-rich sorbents with a developed and stable structure. The obtained results confirm that *Paulownia tomentosa* wood waste is a promising raw material for the synthesis of carbon-based sorbents with high adsorption performance. The identified morphological and structural features provide a scientific basis for the application of these sorbents in water and gas purification, removal of organic pollutants, and various environmental technologies.

Keywords: *Paulownia tomentosa*, activated carbon sorbent, TEM, EDS, morphology, elemental composition, carbonization, carbon matrix, sorption materials.

KIRISH.

So‘nggi yillarda atrof-muhit muhofazasi, sanoat chiqindilarini qayta ishlash va resurs tejamkor texnologiyalarni joriy etish sohalarida biomassa asosida yuqori samarali sorbsion materiallar ishlab chiqishga bo‘lgan qiziqish keskin ortib bormoqda. Ayniqsa, qishloq xo‘jaligi va o‘rmonchilik chiqindilaridan yuqori qo‘shimcha qiymatga ega bo‘lgan uglerodli sorbentlar olish ekologik va iqtisodiy jihatdan muhim yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Bunday materiallar suv va gaz muhitlarini tozalash, organik hamda noorganik ifloslantiruvchilarni ajratish, energiya saqlash tizimlari va turli adsorbsion texnologiyalarda keng qo‘llanilmoqda.

Faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning ekspluatatsion xususiyatlari ko‘p jihatdan ularning strukturasi, morfologiyasi va element tarkibi bilan belgilanadi. Sorbentlarning yuqori sorbsion faolligi, birinchi navbatda, uglerod matritsasining shakllanish darajasi, g‘ovakli tuzilishning rivojlanganligi va mineral

ISSN 3030-3907

komponentlarning taqsimlanishi bilan bog‘liq. Shu sababli yangi sorbsion materiallarni yaratishda ularning strukturasini chuqur o‘rganish muhim ahamiyat kasb etadi.

Biomassa asosidagi uglerodli materiallarning morfologik xususiyatlarini tadqiq qilish bo‘yicha ko‘plab ilmiy ishlar amalga oshirilgan. Mualliflar [1-4] tomonidan faollashtirilgan uglerodlarning strukturasi va morfologiyasi ularning sorbsion xususiyatlarini shakllantiruvchi asosiy omillardan biri ekanligi ko‘rsatilgan. [2-3] tadqiqotlarida uglerodli sorbentlarning yuqori sorbsion faolligi rivojlangan uglerod matritsasi hamda nano va mikroo‘lchamli struktura elementlari bilan bog‘liqligi ta’kidlangan. [4-9] va [3] tadqiqotchilar tomonidan biomassa asosida sintez qilingan sorbentlarning morfologik va element tarkibi xususiyatlari ularning adsorbsion ko‘rsatkichlariga bevosita ta’sir qilishi qayd etilgan.

Pavlovniya Tomentoza daraxti yuqori o‘sish tezligi, katta biomassa hosil qilishi va qayta tiklanuvchi xomashyo sifatida alohida ahamiyatga ega. Ushbu daraxt chiqindilari tarkibidagi sellyuloza, gemitsellyuloza va ligninning yuqori ulushi ularni uglerodli sorbentlar olish uchun istiqbolli xomashyo sifatida baholash imkonini beradi. Biroq Pavlovniya chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning element tarkibi va morfologik xususiyatlari bo‘yicha ma’lumotlar hozircha cheklangan.

Faollashtirilgan uglerodli materiallarning morfologik xususiyatlarini baholashda transmission elektron mikroskopiya (TEM) muhim tahlil usullaridan biri hisoblanadi. Ushbu usul materialning nano va submikron darajadagi tuzilishini o‘rganish imkonini beradi. Shu bilan bir vaqtda energiya-dispersion spektroskopiya (EDS) tahlillari element tarkibini aniqlash, mineral komponentlarni baholash va karbonlashish darajasini o‘rganishda samarali usul hisoblanadi. TEM va EDS usullarini kompleks qo‘llash sorbentlarning strukturasi va funksional xususiyatlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash imkonini yaratadi.

Shu munosabat bilan mazkur tadqiqotning maqsadi Pavlovniya Tomentoza daraxti chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning element tarkibi va morfologik xususiyatlarini EDS va TEM tahlillari yordamida tadqiq qilish, faollashtirish jarayoni natijasida shakllangan uglerod matritsasining xususiyatlarini baholash hamda ularning sorbsion material sifatida qo‘llanilish imkoniyatlarini asoslashdan iborat.

TADQIQOT OB’EKTI VA USULLARI. Tadqiqot ob’ekti sifatida Pavlovniya Tomentoza daraxtining yog‘och chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlar tanlandi. Pavlovniya biomassasi mahalliy qayta tiklanuvchi xomashyo manbai hisoblanib, tarkibida sellyuloza, gemitsellyuloza va lignin miqdorining yuqoriligi bilan ajralib turadi. Ushbu

ISSN 3030-3907

xususiyatlar uni yuqori g‘ovakli uglerodli materiallar olish uchun istiqbolli xomashyo sifatida baholash imkonini beradi.

Dastlab Pavlovniya yog‘och chiqindilari maydalandi, quritildi va belgilangan texnologik rejimlar asosida piroliz jarayoniga yuborildi. Karbonlashtirish jarayoni kislorodsiz muhitda amalga oshirilib, keyingi bosqichda namunalar faollashtirildi. Faollashtirish jarayoni natijasida olingan uglerodli materiallar keyingi fizik-kimyoviy tadqiqotlar uchun namuna sifatida tanlab olindi.

Faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning morfologik va element tarkibi xususiyatlarini baholash maqsadida transmission elektron mikroskopiya (TEM) va energiya-dispersion rentgen spektroskopiyasi (EDS) usullaridan foydalanildi. Transmission elektron mikroskopiya tahlillari sorbentlarning morfologiyasi, zarracha shakli, strukturasi va nanomiqyosdagi tuzilishini baholash maqsadida amalga oshirildi. Tahlil uchun adsorbent namunalari ultratovush yordamida disperslanib, maxsus mis setkalarga joylashtirildi va quritilgandan so‘ng mikroskopik tahlilga tayyorlandi. TEM usuli yordamida uglerodli matritsaning morfologik tuzilishi, agregatlanish darajasi va struktura elementlarining o‘zaro joylashishi o‘rganildi.

Element tarkibini aniqlash maqsadida energiya-dispersion rentgen spektroskopiyasi (EDS) tahlillari o‘tkazildi. Ushbu usul yordamida sorbent namunalari tarkibidagi asosiy va iz miqdordagi elementlar aniqlandi. Tahlil natijalari asosida uglerod, kislorod va mineral komponentlarning nisbiy ulushlari hisoblandi hamda faollashtirish jarayonining element tarkibiga ta’siri baholandi.

Olingan TEM va EDS natijalari o‘zaro qiyosiy tahlil qilinib, sorbentlarning morfologik xususiyatlari hamda element tarkibi o‘rtasidagi bog‘liqlik baholandi. Bu esa Pavlovniya Tomentoza chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning strukturasi va funksional xususiyatlarini kompleks tavsiflash imkonini berdi.

TADQIQOT TAHLILI VA MUHOKAMA. Pavlovniya Tomentoza chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning element tarkibi va morfologik xususiyatlarini baholash maqsadida EDS hamda TEM tahlillari amalga oshirildi. Ushbu tahlillar faollashtirish jarayoni davomida uglerod matritsasida sodir bo‘lgan strukturaviy va kimyoviy o‘zgarishlarni baholash imkonini berdi. Sorbsion materialning ichki tuzilmasini atom va nanomasshtabda o‘rganish uchun yuqori energiyali elektron nurini namunadan o‘tkazib tasvir olishga asoslangan usul t**ransmission elektron mikroskopiyasi** TEM hamda elektron mikroskop bilan birgalikda ishlaydigan, elektron nur ta’sirida hosil bo‘lgan xarakteristik rentgen nurlanishining energiyasini o‘lchashga asoslangan moddalarning element tarkibini aniqlovchi analitik usul **energiya-dispersion rentgen spektroskopiyasi EDS** natijalari olindi. **Tomentoza xomashyosini**

ISSN 3030-3907

faollashtirilgandan keyingi olingan uglerodli adsorbentining TEM va EDS tahlil natijalari 1-rasmda keltirilgan bo‘lib, bu ma’lumotlar adsorbentning mikrostrukturasi, nano darajadagi zarracha shakli, sirtning gomogenligi hamda element tarkibini kompleks baholash uchun juda muhim hisoblanadi. Faollashtirilgan sorbsion materiallarning morfologiyasi va ichki tuzilishini baholash maqsadida transmission elektron mikroskopiya (TEM) tahlillari o‘tkazildi. Olingan mikrofotosuratlar faollashtirish jarayoni natijasida Pavlovniya biomassasining dastlabki anatomik tuzilishi chuqur o‘zgarganligini va yangi uglerodli struktura shakllanganligini ko‘rsatdi.

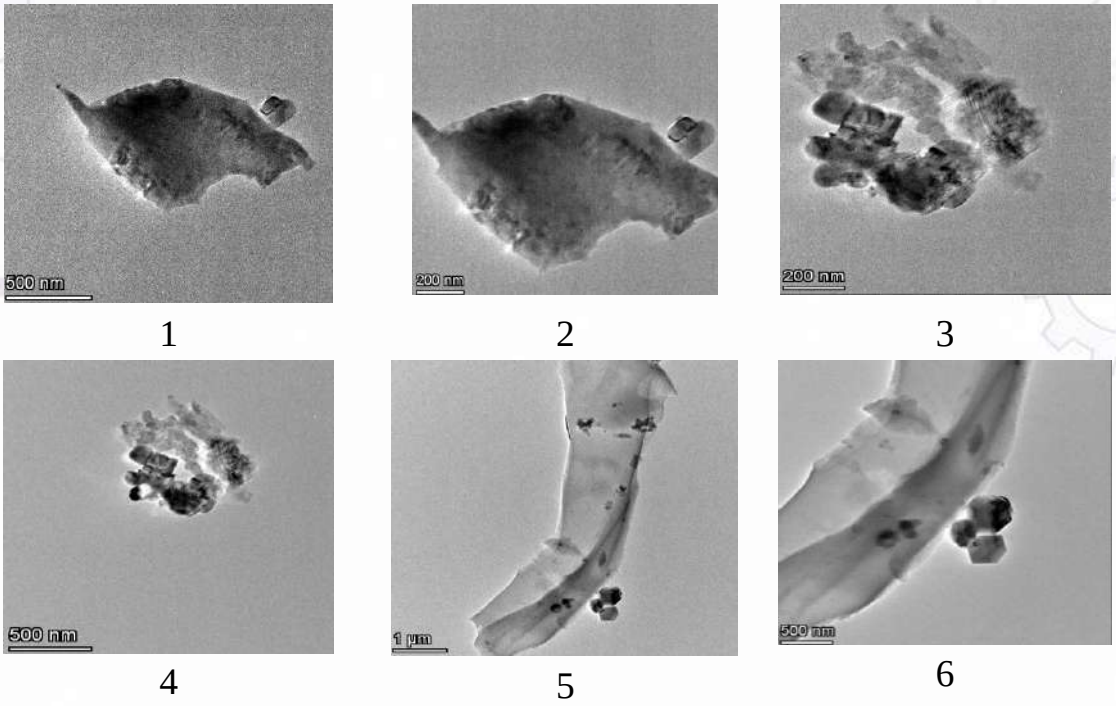
Tasvirlar tahlilidan ma’lum bo‘lishicha, namunalarda asosan amorf uglerodli matritsa shakllangan bo‘lib, uning ichida turli darajadagi nanoo‘lchamli agregatlar joylashgan. Biomassaning piroliz jarayoni davomida sellyuloza va gemitsellyulozaning parchalanishi natijasida uglerodli karkas hosil bo‘lgan, keyingi faollashtirish bosqichida esa mazkur karkasda g‘ovakli struktura rivojlangan. 1-rasmning 1 va 2-ko‘rinishlarda kuzatilgan plastinkasimon sohalar yuqori harorat ta’sirida qayta tashkillangan uglerodli fazalarga tegishli bo‘lib, ularning tashqi chegaralari aniq ko‘rinishi materialning ma’lum darajada strukturalanganligini ko‘rsatadi. Bu holat uglerod atomlarining lokal tartiblanishi boshlanganligidan dalolat beradi, biroq struktura to‘liq grafitlashmagan. 1-rasmning 3 va 4-ko‘rinishlarida kuzatilgan nanoo‘lchamli agregatlar uglerodli matritsaning yuqori dispersli sohalarini tashkil etadi. Bunday struktura sorbentning tashqi sirtini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega bo‘lib, adsorbat molekulalarining lokalizatsiyalanishi uchun qo‘shimcha aktiv sohalar hosil qiladi. Natijalar keltirilgan 5 va 6-ko‘rinishlarda kuzatilgan uzunchoq qatlamsimon morfologiya faollashtirish jarayoni natijasida hosil bo‘lgan uglerodli skeletning saqlanib qolganligini ko‘rsatadi. Qatlamlar orasidagi nisbatan past zichlikli sohalar g‘ovakli struktura shakllanganligini bildiradi. Mazkur morfologiya sorbentning yuqori sorbsion sig‘imi bilan bevosita bog‘liq bo‘lishi mumkin.

TEM tasvirlarida kuzatilgan yuqori kontrastli nuqtasimon zarrachalar mineral fazalar yoki kul qoldiqlari bo‘lishi ehtimoldan xoli emas. Bu xulosa EDS tahlillarida Mg, Al, Si, K, Ca va Fe elementlarining aniqlanganligi bilan muvofiq keladi. Demak, mineral komponentlarning ma’lum qismi karbonlashish jarayonidan keyin ham saqlanib qolgan.

TEM natijalari EDS tahlillari bilan birgalikda baholanganda, sorbentlarda yuqori uglerodli amorf matritsa shakllanganligi, mineral komponentlarning kam miqdorda saqlanganligi hamda rivojlangan nano va submikron darajadagi struktura hosil bo‘lganligi aniqlandi. Bunday morfologiya yuqori solishtirma sirt maydoni va rivojlangan sorbsion markazlar shakllanishi uchun qulay sharoit yaratadi.

ISSN 3030-3907

Shunday qilib, TEM tahlillari Pavlovniya asosida olingan sorbsion materiallarda yuqori darajada disperslangan uglerodli struktura shakllanganligini ko‘rsatdi. Hosil bo‘lgan morfologiya sorbentlarning yuqori sorbsion xususiyatlarini ta’minlovchi asosiy strukturaviy omillardan biri hisoblanadi.



1 2 3

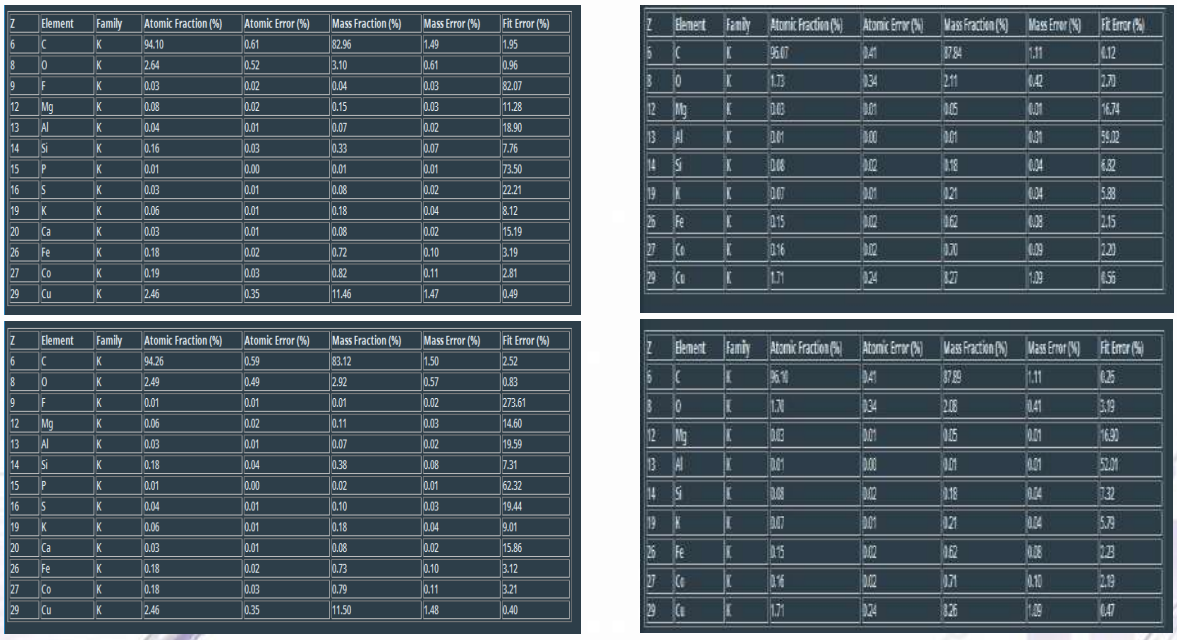
4 5 6

1-rasm Faollashtirilgan namunalarning TEM hamda EDS natijalari.

Faollashtirish jarayonidan keyingi TEM tasvirlari namunalarning mikrostrukturasida aniq o‘zgarishlarni namoyon etgan, ya’ni tasvirlar 200-1000 nm darajada olingan bo‘lib, zarrachalarning shakli notekis va yarim amorf tuzilishga egaligi ko‘zga tashlandi. Bu holat harorat ta’siri orqali faollash jarayonida organik komponentlarning termik parchalanishi natijasida uglerod matritsasi shakllanganini ko‘rsatadi. Tomentoza xomashyosini faollashtirilgandan keyingi olingan uglerodli adsorbentining TEM va EDS tahlili ma’lumotlari adsorbentning mikrostrukturasi, nano darajadagi zarracha shakli, sirtning gomogenligi hamda element tarkibini kompleks baholash uchun juda muhim hisoblanadi. Faollashtirish jarayonidan keyingi TEM tasvirlari namunalarning mikrostrukturasida aniq o‘zgarishlarni namoyon etgan, ya’ni tasvirlar 200-1000 nm darajada olingan bo‘lib, zarrachalarning shakli notekis va yarim amorf tuzilishga egaligi ko‘zga tashlandi. Bu holat harorat ta’siri orqali faollash jarayonida organik komponentlarning termik parchalanishi natijasida uglerod matritsasi shakllanganini ko‘rsatadi. TEM tasvirlaridagi yarim shaffof fazalari adsorbent sirtidagi g‘ovakli tuzilishni ifodalaydi. Zarrachalarning o‘lchami asosan 100-600 nm oralig‘ida bo‘lib, ayrim joylarda nano darajadagi agregatlashgan strukturalar ham kuzatiladi. Bu holat faollashtirish jarayonida uglerod matritsasining qayta tashkillanishi va grafitsimon qatlamlarning qisman borishi

ISSN 3030-3907

bilan izohlanadi. TEM tahlilidan ko‘rinadiki, 1- rasmdagi 4 va 5 ko‘rinishlarda faollashtirish vaqtida metall oksid va silikat ionlarining lokal kirishishi bilan bog‘liq kristallsimon ko‘rinishlar kuzatiladi, bu natijalar EDS tahlili bilan ham tasdiqlanganligi mazkur namunalarning jadvaldagi natijalariga ko‘ra, namunaning tarkibida uglerod - C asosiy element bo‘lib, uning atom ulushi 92,1-92,6%, massa ulushi esa 81-81,2% atrofida bo‘lishini ko‘rsatgan. Bu yuqori uglerod konsentratsiyasi adsorbentning faollik potensiali yuqorilini belgilaydi. Shu bilan birga kislorod-O miqdori 4,0-4,3% bo‘lib, bu sirtda kislorodli funksional guruhlar, ms.: gidroksil, karbonil, efir, lakton va karbon kislotali birikmalarning mavjudligini ko‘rsatadi. Qolgan elementlar, masalan, Si, Al, Ca, Fe, Cu, Co, Zn juda kichik ulushlarda taxminan <1% miqdorda aniqlangan bo‘lib, ular faollashtirish jarayonida hosil bo‘lgan minerallar yoki sirt modifikatorlari sifatida izohlanadi. Bundan tashqari Cu - 2.0–2.1% va Ca - 0.7% miqdordagi elementlarining mavjudligi faollshatirish jarayonida organo-metal komplekslar parchalanishining hosilalari hisoblanadi. Umuman olganda tahlil natijalari shundan dalolat beradiki, Pavlovniya Tomentoza xomashesini faollashtirishdan keyingi uglerod strukturasida amorf–grafitsimon gibrid fazalar hosil bo‘lgan, o‘rtacha g‘ovak diametrlari mezog‘ovakli diapazonda o‘lchami 2-50 nm orasida shakllangan, bundan tashqari funksional guruhlar fizikaviy sorbsiya bilan birga kimyoviy sorbsiya jarayonlarini ham ta’minlashi mumkunligi to‘g‘risidagi muhim xulosalarni beradi. Bu xususiyatlar uglerod adsorbentining oltingugurt (IV) oksidi, vodorod sulfidi va organik bug‘larni yutib olish qobiliyatini oshiradi.



Z	Element	Family	Atomic Fraction (%)	Atomic Error (%)	Mass Fraction (%)	Mass Error (%)	Fit Error (%)
6	C	K	94.10	0.61	82.96	1.49	1.95
8	O	K	2.64	0.52	3.10	0.61	0.96
9	F	K	0.03	0.02	0.04	0.03	82.07
12	Mg	K	0.08	0.02	0.15	0.03	11.28
13	Al	K	0.04	0.01	0.07	0.02	18.90
14	Si	K	0.16	0.03	0.33	0.07	7.76
15	P	K	0.01	0.00	0.01	0.01	73.50
16	S	K	0.03	0.01	0.08	0.02	22.21
19	K	K	0.06	0.01	0.18	0.04	8.12
20	Ca	K	0.03	0.01	0.08	0.02	15.19
26	Fe	K	0.18	0.02	0.72	0.10	3.19
27	Co	K	0.19	0.03	0.82	0.11	2.81
29	Cu	K	2.46	0.35	11.46	1.47	0.49

Z	Element	Family	Atomic Fraction (%)	Atomic Error (%)	Mass Fraction (%)	Mass Error (%)	Fit Error (%)
6	C	K	96.07	0.41	87.84	1.11	0.12
8	O	K	1.73	0.34	2.11	0.42	2.70
12	Mg	K	0.03	0.01	0.05	0.01	16.74
13	Al	K	0.01	0.00	0.01	0.01	59.02
14	Si	K	0.08	0.02	0.18	0.04	6.82
19	K	K	0.07	0.01	0.21	0.04	5.88
26	Fe	K	0.15	0.02	0.62	0.08	2.15
27	Co	K	0.16	0.02	0.70	0.09	2.20
29	Cu	K	1.71	0.24	8.27	1.09	0.56

Z	Element	Family	Atomic Fraction (%)	Atomic Error (%)	Mass Fraction (%)	Mass Error (%)	Fit Error (%)
6	C	K	94.26	0.59	83.12	1.50	2.52
8	O	K	2.49	0.49	2.92	0.57	0.83
9	F	K	0.01	0.01	0.01	0.02	273.61
12	Mg	K	0.06	0.02	0.11	0.03	14.60
13	Al	K	0.03	0.01	0.07	0.02	19.59
14	Si	K	0.18	0.04	0.38	0.08	7.31
15	P	K	0.01	0.00	0.02	0.01	62.32
16	S	K	0.04	0.01	0.10	0.03	19.44
19	K	K	0.06	0.01	0.18	0.04	9.01
20	Ca	K	0.03	0.01	0.08	0.02	15.86
26	Fe	K	0.18	0.02	0.73	0.10	3.12
27	Co	K	0.18	0.03	0.79	0.11	3.21
29	Cu	K	2.46	0.35	11.50	1.48	0.40

Z	Element	Family	Atomic Fraction (%)	Atomic Error (%)	Mass Fraction (%)	Mass Error (%)	Fit Error (%)
6	C	K	96.10	0.41	87.89	1.11	0.25
8	O	K	1.70	0.34	2.08	0.41	3.19
12	Mg	K	0.03	0.01	0.05	0.01	16.90
13	Al	K	0.01	0.00	0.01	0.01	52.01
14	Si	K	0.08	0.02	0.18	0.04	7.32
19	K	K	0.07	0.01	0.21	0.04	5.79
26	Fe	K	0.15	0.02	0.62	0.08	2.23
27	Co	K	0.16	0.02	0.71	0.10	2.19
29	Cu	K	1.71	0.24	8.26	1.09	0.47

5-rasm. Sorbsion material namunularining EDS natijalari.

Tadqiqot jarayoni tahlilida TEM va EDS natijalari birgalikda tahlil qilinganda, Pavlovniya Tomentoza biomassasi asosida olingan uglerod adsorbenti strukturasi jadal grafitlanishga moyil, faol sirt energiyasi yuqori va mezag‘ovak

ISSN 3030-3907

tuzilishli material ekanligi aniqlandi. Bu esa uning ekologik filtrlar, gaz tozalash modullari va sanoat chiqindilarini adsorbsiya yo‘li bilan bartaraf etish tizimlarida samarali qo‘llash imkonini beruvchi ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi. Tomentoza xomashesini faollashtirish jarayonidan keyingi namuna uglerod adsorbentining morfologik va element tarkibiy xususiyatlari usullari yordamida tadqiq etilgan natijalar bo‘yicha TEM tasvirlarida aniq kuzatilgan noan’anaviy geometriyali va notekis konturli zarrachalar, piroliz va keyingi faollashtirish jarayonlari paytida biopolimer matritsaning - lignin, gemitsellyuloza va sellyulozaning termik destruksiyaga uchraganini tasdiqlaydi. Zarrachalarning o‘lchami asosan 100-600 nm oralig‘ida bo‘lib, ayrim sohalarda ularning nano darajada agregatlanishi va kristal shakllanishi qayd etildi [10-12]. Bu holat faollashtirish jarayonida uglerod skeletining qisman grafitlashuvi va turli strukturali g‘ovaklar, ya’ni mikro- va mezo g‘ovak strukturalarni hosil bo‘lishi bilan izohlanadi. TEM tasvirlarining optik zichligidagi farqlar adsorbent sirtidagi g‘ovaklilik va tuzilishning geterogenligini ifodalaydi. Sirtdagi yorug‘lik-soya kontrasti uglerod qatlamlarining turli darajada yoyilganligini va qiyshiq grafen-monokristall tuzilmalarining mavjudligini ko‘rsatadi. Ayrim mikro darajadagi tasvir sohalarda masalan, 4-6-xolatlarda yarim kristallsimon sohalarning kuzatilishi, bu hodisa faollashtirish jarayonida xomashyo tarkibidagi mineral izotoplar - Si, Ca, Fe, Cu kabilarning lokal kirishishi va ularning uglerod matritsasi bilan interkalyatsiyasidan dalolat beradi. Bu xil fazalar uglerod-metall oksid kompozitining mahalliy hosil bo‘lishidan kelib chiqqan bo‘lib, adsorbentning katalitik faolligini ham kuchaytiradi. Bundan tashqari, TEM tasvirlaridagi 1 mkm atrofidagi strukturalar, faollashtirish jarayonida suv bug‘ining yoki MK energiyasining ta’sirida hosil bo‘lgan kanalsimon mezog‘ovaklar bilan izohlanadi [13-14]. Bu g‘ovaklar gaz diffuziyasi va ion almashinuv jarayonlarining samaradorligini keskin oshiradi.

EDS natijalariga ko‘ra tadqiq qilingan barcha namunalar tarkibida uglerod elementining ulushi ustunlik qilishi aniqlandi. Namunalarda uglerodning atom ulushi 94–96 % oralig‘ida bo‘lib, bu piroliz va keyingi faollashtirish jarayonlari davomida organik biomassaning yuqori darajada karbonlashganligini ko‘rsatadi. Ma’lumki, sellyuloza, gemitsellyuloza va ligninning yuqori harorat ta’sirida parchalanishi natijasida uchuvchan komponentlar chiqib ketadi va uglerodga boy qattiq faza shakllanadi. Olingan natijalar faollashtirish jarayoni samarali kechganligini va sorbentlarda yuqori uglerodli matritsa hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi.

Kislorod miqdorining nisbatan past qiymatlarda saqlanishi adsorbent sirtida kislorod saqlovchi funksional markazlar mavjudligini ko‘rsatadi. Bu funksional markazlar sorbsiya jarayonida muhim ahamiyatga ega bo‘lib, polyar molekulalarning sorbent sirti bilan o‘zaro ta’sirlashishini ta’minlaydi. Shu bilan

ISSN 3030-3907

birga kislorodning yuqori emas, balki cheklangan miqdorda saqlanishi adsorbent sirtining gidrofob xususiyatlari ham shakllanganligini ko‘rsatadi. Bu esa organik birikmalar, aromatik uglevodorodlar va kam qutbli moddalarni sorbsiya qilish uchun qulay sharoit yaratadi.

EDS tahlillarida Mg, Al, Si, K, Ca va Fe elementlarining iz miqdorlarda mavjudligi ham aniqlandi. Ushbu elementlar Pavlovniya biomassasining tabiiy mineral tarkibi bilan bog‘liq bo‘lib, piroliz jarayonidan keyin ham qisman saqlanib qolgan. Adabiyotlarda qayd etilishicha, kaliy va kalsiy kabi elementlar karbonlashish jarayonida ichki katalitik funksiya bajarib, g‘ovakli struktura shakllanishini jadallashtirishi mumkin. Kremniy va temir birikmalari esa uglerod matritsasining barqarorligini oshirishda ishtirok etadi. Shu nuqtai nazardan mineral komponentlarning to‘liq chiqib ketmasligi ayrim hollarda sorbentning ekspluatatsion xususiyatlariga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

TEM tahlillari adsorbentlarning morfologik xususiyatlarini yuqori aniqlikda baholash imkonini berdi. Tasvirlardan ko‘rinib turibdiki, faollashtirish jarayonidan keyin uglerod matritsasi notekis shakllangan qatlamsimon tuzilishga ega bo‘lib, unda yuqori darajada disperslangan sohalar kuzatiladi. Bu holat biomassa tarkibidagi organik moddalarning termik destruksiyasi va qayta tashkillanishi natijasida shakllangan uglerodli karkas hosil bo‘lganligini ko‘rsatadi.

TEM tasvirlarida kuzatilgan yuqori kontrastli sohalar mineral qoldiqlar yoki yuqori zichlikka ega bo‘lgan uglerodli agregatlar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shu bilan birga namunalarda amorf uglerod fazasi ustunlik qilishi aniq kuzatiladi. Ayrim sohalarda qisman tartiblangan qatlamsimon tuzilmalarning mavjudligi yuqori haroratda karbonlashish jarayoni natijasida uglerod atomlarining qisman grafitlashish tendensiyasiga ega bo‘lganligini ko‘rsatadi.

TEM natijalari EDS ma’lumotlari bilan birgalikda tahlil qilinganda faollashtirish jarayoni davomida yuqori uglerodli, rivojlangan g‘ovakli va morfologik jihatdan barqaror struktura shakllanganligi aniqlandi. Bunday struktura sorbentlarda yuqori solishtirma sirt maydoni hosil bo‘lishiga, sorbsion markazlar sonining ortishiga va adsorbat molekulalarining ichki strukturaga erkin kirib borishiga imkon yaratadi.

Olingan natijalar Pavlovniya Tomentoza chiqindilari asosida olingan sorbentlarning yuqori sorbsion xususiyatlarga ega bo‘lishini ularning element tarkibi va morfologik tuzilishi bilan izohlash mumkinligini ko‘rsatdi. Yuqori uglerodli matritsa, rivojlangan g‘ovakli struktura va mineral komponentlarning maqbul miqdori mazkur materiallarni suv va gaz muhitlarini tozalash jarayonlarida samarali qo‘llash uchun ilmiy asos yaratadi.

XULOSA.

ISSN 3030-3907

Pavlovniya Tomentoza daraxti chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarning element tarkibi va morfologik xususiyatlari EDS hamda TEM usullari yordamida tadqiq qilinib, faollashtirish jarayonlari natijasida yuqori darajada karbonlashgan uglerodli struktura shakllanishi aniqlandi.

EDS tahlillari sorbent namunalari tarkibida uglerod elementining ustunlik qilishini ko‘rsatdi. Bu holat biomassaning piroliz va faollashtirish jarayonlari davomida samarali karbonlashganligini hamda yuqori uglerodli sorbsion matritsa shakllanganligini tasdiqlaydi. Mineral komponentlarning kam miqdorlarda saqlanib qolishi esa biomassaning tabiiy tarkibi bilan bog‘liq bo‘lib, ularning mavjudligi strukturaning barqarorlashuviga ma’lum darajada ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi aniqlandi.

TEM tahlillari natijalari sorbentlarda yuqori dispersli amorf uglerodli matritsa, qatlamsimon uglerodli fragmentlar va nano hamda submikron o‘lchamli agregatlar shakllanganligini ko‘rsatdi. Faollashtirish jarayoni davomida hosil bo‘lgan mazkur morfologiya uglerodli strukturaning qayta tashkillanishi va rivojlangan sorbsion muhit shakllanishi bilan bog‘liq ekanligi asoslantirildi.

Element tarkibi va morfologik xususiyatlarning o‘zaro bog‘liq tahlili faollashtirish jarayoni natijasida yuqori uglerodli, barqaror va rivojlangan strukturaga ega sorbsion material hosil bo‘lishini ko‘rsatdi. Bunday struktura adsorbat molekulalarining sorbent sirti va ichki hajmida samarali taqsimlanishi uchun qulay sharoit yaratadi.

Tadqiqot natijalari Pavlovniya Tomentoza chiqindilarini yuqori qo‘shimcha qiymatga ega bo‘lgan sorbsion materiallarga aylantirish mumkinligini ko‘rsatdi. Olingan sorbentlarning strukturasi va morfologiyasi ularni suv va gaz muhitlarini tozalash, organik ifloslantiruvchilarni sorbsiya qilish hamda ekologik texnologiyalarda qo‘llash uchun istiqbolli material sifatida baholash imkonini berdi.

Shunday qilib, EDS va TEM tahlillari Pavlovniya Tomentoza chiqindilari asosida olingan faollashtirilgan uglerodli sorbentlarda yuqori darajada karbonlashgan uglerodli matritsa va rivojlangan morfologik struktura shakllanganligini ilmiy jihatdan asoslab berdi hamda ushbu materiallarning yuqori sorbsion xususiyatlarini ta’minlovchi asosiy strukturaviy omillarni aniqlash imkonini yaratdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Marsh H., Rodríguez-Reinoso F. Activated Carbon. Amsterdam: Elsevier Science & Technology Books, 2006. – 536 p.
2. Ioannidou O., Zabaniotou A. Agricultural residues as precursors for activated carbon production – A review. // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2007. – Vol. 11(9). – P. 1966–2005.

ISSN 3030-3907

3. Ahmadpour A., Do D.D. The preparation of activated carbon from macadamia nutshell by chemical activation. // *Carbon*. – 1997. – Vol. 35(12). – P. 1723–1732.
4. Lua A.C., Yang T. Characteristics of activated carbon prepared from pistachio-nut shell by zinc chloride activation under nitrogen and vacuum conditions. // *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2004. – Vol. 274. – P. 594–601.
5. Guo J., Lua A.C. Textural and chemical properties of activated carbon prepared from oil-palm stone with phosphoric acid activation. // *Materials Chemistry and Physics*. – 2003. – Vol. 80. – P. 114–119.
6. Yang K., Peng J., Srinivasakannan C., Zhang L., Xia H., Duan X. Preparation of high surface area activated carbon from coconut shells using microwave heating. // *Bioresource Technology*. – 2010. – Vol. 101. – P. 6163–6169.
7. González-García P. Activated carbon from lignocellulosic precursors: A review of the synthesis methods, characterization techniques and applications. // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2018. – Vol. 82. – P. 1393–1414.
8. Thue P.S., Lima E.C., Sieliechi J.M. et al. Activated carbons from biomass waste for adsorption of pollutants: Characterization by SEM, TEM and EDS techniques. // *Journal of Environmental Chemical Engineering*. – 2020. – Vol. 8(5). – Article 104205.
9. Lua A.C., Yang T. Effects of activation temperature on the textural and chemical properties of potassium hydroxide activated carbon prepared from pistachio-nut shells. // *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2005. – Vol. 290. – P. 505–513.
10. Mohan D., Pittman C.U. Jr., Steele P.H. Pyrolysis of wood/biomass for bio-oil: A critical review and characterization of carbonaceous materials. // *Energy & Fuels*. – 2006. – Vol. 20(3). – P. 848–889.

ISSN 3030-3907

MISNI ERITMALARDAN KUKUN HOLATDA AJRATIB OLISH

Eraliyev Xusniddin Muhammadali o‘g‘li
Olmaliq davlat texnika instituti talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada mis kukuni ishlab chiqarishning turli xil (elektrokimyoviy, kimyoviy tiklash, termik qaytarish) usullari tahlil qilindi. Mis kukunini temir bo‘lagi yordamida kimyoviy tiklash (sementatsiya) bo‘yicha tadqiqotlar olib borildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra eritmadagi misni kukun holatida tiklashning optimal harorati 90°C, misning cho‘kish darajasi 99,15 % va kukun tarkibidagi misning miqdori 98,3% ni tashkil qildi.

Kalit so‘zlar: nanozarra, texnologik eritma, elektrokimyo, kimyoviy tiklash, termik qaytarish, mis kuporos, atseton, akrilamid.

Аннотация. В данной статье анализируются различные методы получения медного порошка (электрохимический, химическое восстановление, термическое восстановление). Были проведены исследования химического восстановления (цементации) медного порошка с использованием железного стержня. По результатам исследования оптимальная температура восстановления меди в растворе до порошка составила 90°C, степень осаждения меди – 99,15%, а количество меди в порошке – 98,3%.

Ключевые слова: наночастицы, технологический раствор, электрохимия, химическое восстановление, термическое восстановление, сульфат меди, ацетон, акриламид.

Abstract. This article analyzes various methods of copper powder production (electrochemical, chemical reduction, thermal reduction). Studies were conducted on the chemical reduction (cementation) of copper powder using an iron bar. According to the results of the study, the optimal temperature for the reduction of copper in solution to powder was 90°C, the degree of copper deposition was 99.15%, and the amount of copper in the powder was 98.3%.

Key words: nanoparticle, technological solution, electrochemistry, chemical reduction, thermal reduction, copper sulfate, acetone, acrylamide.

KIRISH.

Bugungi kunda texnika-texnologiya rivojlanayotgan davrda elektron qurilmalar va metallardan har xil qotishmalar olishda mis kukuniga bo‘lgan talab ortmoqda. Elektronikada nanozarrali mis kukunlari elektr o‘tkazuvchanligi yaxshi bo‘lgan oltin, kumush kabi qimmatbaho metallar o‘rnini bosishini tajribalar isbotladi. Bu esa kelajakda ushbu mahsulotning hajmiga bo‘lgan talabni yanada oshishini ko‘rsatadi [1].

Mualliflar [2] nano o‘lchamdagi mis zarrachalarini olish uchun kimyoviy qaytarilish usuli qo‘llagan, qaytaruvchi vosita sifatida gidrazin tanlangan. Gidrazinni qaytaruvchi vosita sifatida foydalanilganda sof mis kukuni hosil

ISSN 3030-3907

bo‘lagan, chunki gidrazinning oksidlanish mahsuloti molekulyar azotdir. Gidrazin kuchli qaytaruvchi vositadir va eritmaning pH darajasiga qarab gidrazinning standart oksidlanish-qaytarilish potentsiali -0,5 V dan (pH=3 da) -1,15 V gacha (pH=14) o‘zgaradi, suvli eritmalardan nano o‘lchamli mis kukunlarini olish uchun mis ionlarini kimyoviy qaytarilish usulidan foydalanilgan. Mis ionlari bo‘lgan eritmalar mis sulfat pentagidrati $CuSO_4*5H_20$ dan tayyorlangan. Qaytaruvchi vosita sifatida gidrazingidrat N_2H_4-H_20 ning 30% eritmasi ishlatilgan. Jarayonda sifatli mis kukuni olinadi, ammo olingan mis kukuni juda faol bo‘lganligi sababli tez oksidlanib qoladi.

Maqolada [3] mis kukuni olish reaksiyasi Ar atmosferasida amalga oshirilgan. 15 ml 0,041 M li $CuCl_2$ va 10 ml 0,056 M li EGda erigan $NaBH_4$quyish orqali amalga oshirilgan. Cu-nanozarrachalarni barqarorlashtirish uchun 0,13 ml 1 M li trietilamin qo‘shildi. Natijada 9.5-2.5nm o‘lchamdagi ochiq havoda 3 haftagacha chidamli mis kukuni olingan.

$CuSO_4$ tarkibli eritmalardan mis kukuni olish usuli keltirilgan. Natriy poliakrilat, Na_2SO_3 va $NaBH_4$ $CuSO_4$ dan mis kukuni ajratib olish uchun 3:1:2 nisbatda eritmaga qo‘shilgan. Natriy sulfit mis kukunini oksidlanishini oldini oladi va 3-14nm li mis kukuni olingan. Jarayonninh afzalligi olingan kukun o‘lchami kichik va sifatli. Ammo mis kukuni olish uchun reagentlar ko‘p sarflangan. Bu esa kukunning tannarxini oshishiga olib keladi [4].

Maqolada [5] natriy borgidrid yordamida mis tarkibli eritmalarni tiklash va kukunni oksidlanib qolishdan saqlash haqida ma’lumotlar keltirilgan. Dekantiol, Cu^{2+} eritmasi sariq emulsiya hosil bo‘lgunga qadar aralashtiriladi. Keyin eritmaga $NaBH_4$ning 1M li eritmasi (taxminan 8 marta) 2 soat davomida eritma to‘liq jigarrang holatga kelgunga qadar asta-sekin quyilgan. Olingan 5-40 nmli mis kukunlari bir necha qavatli dekantinol qatlam bilan himoyalangan va oksidlanishga chidamli. Bu usulning kamchiligi jarayonning murakkabligi va reagentlar sarfi yuqoriligi hisoblanadi.

Maqolada [6] $CuCl_2$ tarkibli eritmalardan misni organik moddalar bilan tiklash haqida ishlar olib borilgan. $CuCl_2$ tarkibli eritmalarni Formaldegid sulfoksilat natriy bilan tiklashda Jelatin (10%), NH_3. (Cu^{2+}) = 0,1 M; (N_2H_4) = 5 M. (jelatin):(H_2O):(Cu^{2+}) = 16:3:1 nisbatda eritmaga aralashtiriladi va 5-62 nm o‘lchamdagi oksidlanishga chidamli mis kukuni olingan. Bu ishning kamchiligi mis kukunining sifati yuqori darajada emasligi va reagentlarni ko‘p talab qilishidir.

Eritmalardan misni qaytarish usuli mualliflar [7] ishida keltirilgan. Bunda gidrazin yordamida mis kukuni olishni yanada takomillashtirish ustida ishlar olib borilgan. $CuSO_4$ tarkibli eritmalardan misni gidrazin yordamida qaytarishda 0,5 ml 0,1 M li $CuSO_4*5H_2O$ + 0,22 ml poliallamin (PAM) + 0,7 ml 0,5 M li NaOH + 10 ml H_2O, T=20-25 °C haroratda aralashtirildi va 10-60 nm o‘lchamdagi mis

ISSN 3030-3907

kukuni olingan. Bu ishda olingan kukun o‘lchami yirikroq va qo‘llanilgan reagentlar narxi qimmat ekanligidir.

Maqolada [8] borgidrid yordamida mis kukuni olish va uni oksidlanishdan saqlash haqida ma’lumotlar keltirilgan. Poliakril kislotasi (Mw= 2,50 * 10^{-5}), pluronik sirt faol moddasi -(Cu^{2+}) 0,005 M li eritmasiga N_2H_4*BH_3 ning 0,015 M li eritmasi quyidagi nisbatda aralashtiriladi: s_{PAC} = 0,1 g/dl. s_{PAK}: $s_{pluronik}$ = 1: 1.

Natijada 10 nm o‘lchamdagi barqaror mis kukuni hosil bo‘ladi. Olingan mis kukuni o‘lchami kichik ammo tozalik darajasi biroz pastroq va sirt faol moddanining narxi boshqa moddalarga nisbatan qimmatroq.

Maqolada [9] mis nanozarralari mis sulfat pentagidratidan yangi usul yordamida qaytarildi. Nanozarrachalarning oksidlanishining oldini olish uchun olein kislota ekstraktor va sirt faol moddasi sifatida ishlatiladi. Jarayon parametrlarining (Cu^{2+} ning NaH_2PO_2 ga nisbati, pH qiymatlari va harorat) morfologiya va dispersiyaga ta'siri o‘rganiladi. Skanerli elektron mikroskopiya va transmissiya elektron mikroskopiyasi mis nanozarralari sharsimon va taxminan 30 nm o‘lchamga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Ixtiro [10] kukunli metallurgiyaga, xususan, mis kukunini ishlab chiqarish usullariga tegishli. Ixtironing maqsadi plastinka shaklidagi kukunni 70% dan ortiq ishlab chiqarishni ta'minlash, kukun sifatini yaxshilash va jarayonni soddalashtirishdir. Mis sulfat eritmasi natriy gipofosfit eritmasi va jelatin eritmasi bilan aralashtiriladi. Mis sulfatning natriy gipofosfitgacha bo‘lgan miqdori mis sulfat (0,2-0,6) mol/l konsentratsiyasida 1: (0,4-1,0) ni tashkil qiladi. Eritmalarning aralashmasi 85°C ga qadar isitiladi va bu haroratda saqlanadi. Cho‘kma filtrlanadi, suv bilan yuviladi, keyin aseton bilan yuviladi va atrof-muhit haroratida doimiy og‘irlikda havoda quritiladi. 4-10 mkm o‘lchamdagi tekis olti burchakli zarralardan tashkil topgan, 98,6% misni o‘z ichiga olgan 82% unumdorlik bilan kukun olinadi, mis oksidi aralashmalari mavjudligi aniqlanmadi. Jarayonning kamchiligi misni eritmadan ajratib olinish darajasi past va mis kukunida qo‘shimchalar ko‘pligi hisoblanadi

Metall kukuni olish usulini tanlashda oxirgi mahsulotga qo‘yiladigan talablarni, mahsulot tannarxiga ta’sir qiluvchi jarayonlarning (ishchi kuchi sarfining miqdori, energiya sarfi, xomashyoning narxi va boshqalar) iqtisodiy bahosini tahlil qilish asos qilib olinadi.

Kukunlar zarrachalarining o‘lchamlariga qarab 1-jadvalda keltirilgan shartli guruhlarga bo‘linadi [11].

Mis kukunlarini ishlab chiqarishning elektrokimyoviy usuli. Bu usulda mis kukunlari katta masshtabda olinadi. Mis kukunini elektroliz usulida olishda bunkersimon vannalardan foydalaniladi. Vannaga anodlar va katodlar joylashtiriladi. Anod M-0 markali mis metalidan quyilgan, katod esa titanli sterjen

ISSN 3030-3907

bo‘ladi. Elektrolit harorati 95°C da ushlab turiladi. Anod qoldig‘i yuvilib qayta quyishga jo‘natiladi. Keyingi bosqich ***passivlashtirish*** (kukunning oksidlanishini oldini olish) organik moddalar yordamida amalga oshiriladi [12]. Mazkur usulda mis nanozarralarini ishlab chiqarish murakkab texnologiya talab qiladi. Elektr energiya sarfi yuqori hamda elektrolitdan misni to‘liq ajratib olish imkoni mavjud emas.

1-jadval

Mis kukuni zarrachalarining o‘lchamlari

№	Nomlanishi	nm	mkm	mm
1	Nano	< 10	< 0,01	< 0,00001
2	Ultra	10 – 100	0,01–0,1	0,00001 – 0,0001
3	Yuqori dispersli	100 – 10000	0,1–10	0,0001 – 0,01
4	Mayda	10000 – 40000	10–40	0,01 – 0,04
5	O‘rtacha	40000 – 250000	40–250	0,04 – 0,25
6	Yirik	250000 – 1000000	250–1000	0,25 – 1

Mis kukunlarini oksidlardan qaytaruvchilar ta’sirida olish. $CuSO_4$ 25% li eritmasi 29°C gacha qizdiriladi va 5% li NaOH eritmasi qo‘shilib, shu haroratda ushlab turiladi (mol nasbati 1:2.4), so‘ngra harorat 32°C gacha ko‘tarilib, pH=5,8 ga yetkaziladi. Olingan cho‘kma 110^0C da quritilib, aylanma quvurli pechlarda vodorod yoki grafit yordamida qaytarib olinadi.

$$CuO + H_2 = Cu + H_2O$$

Qaytarish 550-650°C da vodorod yoki konvertatsiya qilingan tabiiy gaz bilan amalga oshiriladi. Mis kukunini qattiq (grafit) qaytaruvchi moddalar bilan birgalikda qaytarish yoyli pechlarda amalga oshiriladi. Massa quritiladi, yanchiladi, grafit bilan aralashtiriladi va 600°C da qaytariladi [8,13]. Termik usulda energiya ko‘p miqdorda sarf bo‘ladi. Olingan mis kukuni tarkibiga keraksiz qattiq qoldiq (uglerod)larning aralashib qolishini kuzatish mumkin. Gazli muhitda qaytarishda esa gazlarni saqlashda, qo‘llashda alohida sharoit talab etiladi.

Yuqoridagi ma’lumotlarni tahlil qilinib, kukun holidagi mis metallini ishlab chiqarishda eng samarador usul - kimyoviy cho‘ktirish (sementatsiya) usuli tanlandi. Kimyoviy usulning afzalliklari iqtisodiy samarodor, ekologik toza va eng asosiysi bu usul texnologik chiqindilarsiz ishlash imkonini beradi.

Tajriba uchun mis kuporos ishlab chiqarishda hosil bo‘ladigan texnologik eritma va mis kuporos olindi.

Texologik eritma tarkibi 2-jadvalda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

2-jadval

Texologik eritmaning kimyoviy tarkibi, mg/l

Tahlil qilingan mahsulot	kimyoviy tarkib, mg/l							
	N_2SO_4	Cu	Zn	Fe	Ni	Co	Sb	As
Texologik eritma	8250	66380	687	512	23394	2,24	860	286

Tajriba dastlab texnologik eritmada olib borildi. Fe bo‘lagi bilan 60 daqiqa davomida aralashtirgich yordamida aralashtirildi. So‘ngra eritmalar xona haroratiga qadar sovitildi. Eritmalar tindirilib, dekantatsiya qilindi. Texnologik eritma tarkibidagi qo‘shimcha metallar miqdori yuqori bo‘lganligi sababli misdan boshqa metallarning ham cho‘kishi kuzatildi. Bu esa cho‘kmaga qo‘shimcha ishlov berishni talab etdi. Cho‘kmaga qo‘shimcha ishlov berishda xlorid kislotasining 5% li eritmasidan foydalanildi. Kislota mis zarralarining aktivlanishiga sabab bo‘ldi va mis kukunlarining havo kislorodi ta’sirida oksidlanishi kuzatildi. Tajriba natijasida olingan mis kukunining kimyoviy tahlili 1-rasmda ko‘rsatilgan.

Navbatdagi tajribada mis kuporosidan ($CuSO_4*5H_2O$) foydalanib, xona haroratida (20-25°C) misning konsentratsiyasi 75 g/l bo‘lgan eritmalar tayyorlandi. Eritmalardan misni kukun holatida cho‘ktirish 30-100°C harorat oralig‘ida olib borildi. Fe bo‘lagi bilan 30, 60, 90 daqiqa davomida aralashtirgich yordamida aralashtirildi. Jarayonda quyidagicha o‘rin olish reaksiyasi sodir bo‘ladi:

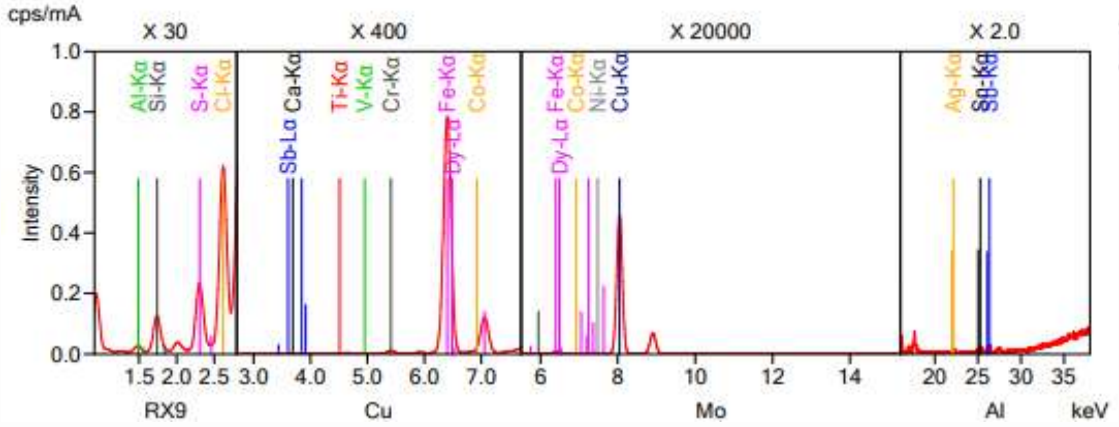
$$Fe^0+Cu^{2+}=Fe^{2+}+Cu^0$$

ISSN 3030-3907

Analyzed result(FP method)

No.	Component	Result	Unit	Stat. Err.	LLD	LLQ
1	Cl	0.100	mass%	0.0006	0.0002	0.0005
2	Al	0.125	mass%	0.0035	0.0025	0.0076
3	Si	0.194	mass%	0.0024	0.0008	0.0023
4	S	0.0751	mass%	0.0007	0.0002	0.0005
5	Ca	0.0395	mass%	0.0017	0.0031	0.0093
6	Ti	0.0085	mass%	0.0006	0.0013	0.0038
7	V	0.0035	mass%	0.0003	0.0007	0.0021
8	Cr	0.0304	mass%	0.0005	0.0005	0.0015
9	Fe	1.19	mass%	0.0078	0.0073	0.0219
10	Co	(0.0100)	mass%	0.0015	0.0044	0.0131
11	Ni	(0.0120)	mass%	0.0023	0.0065	0.0194
12	Cu	98.1	mass%	0.0264	0.0004	0.0013
13	Ag	0.0046	mass%	0.0007	0.0007	0.0021
14	Sn	0.0113	mass%	0.0009	0.0009	0.0028
15	Sb	0.0130	mass%	0.0011	0.0010	0.0031
16	Dy	(0.0357)	mass%	0.0043	0.0124	0.0372

Spectrum



1-rasm. Texnologik eritmadan olingan mis kukunining kimyoviy tarkibi

So‘ngra eritmalar xona haroratiga qadar sovitildi. Eritmalar tindirilib, dekantatsiya qilindi. Olingan cho‘kmalar havosiz sharoitda filtrlandi. Hosil bo‘lgan misli cho‘kma atseton (CH_3OCH_3) bilan aralashtirilib, yuvildi. Olingan natijalar tahlil qilinganida mis metalini ajralish darajasi harorat va vaqtga bog‘liq holatda 55,56 %-99,64 % ni tashkil etdi. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, optimal harorat 90°C va vaqt 90 daqiqani tashkil etdi hamda misning ajralish darajasi 99,15 % (100°C da 99, 64 %)ni tashkil qildi. Ya’ni 90°C dan yuqori haroratda suvning bug‘ fazaga o‘tish holati ko‘payadi, bu esa o‘z navbatida temir sulfat kristallarini mis kukuni tarkibiga qo‘shilib, mahsulot sifati pasayishiga olib keladi. Jarayonda hosil bo‘lgan chiqindilar temir sulfat ($FeSO_4$) eritmasi (temir kuporos olishga) va atseton eritmasi (CH_3OCH_3) jarayonga qaytariladi. Mis kuporosidan ($CuSO_4*5H_2O$) foydalanib tayyorlangan eritmani qayta ishlashning tajriba natijalari 1- rasm va 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Misni eritmadan cho‘kish darajasining vaqt va haroratga bog‘liqligi, (%)

Harorat, °C	Davomiylik , min			
	°C / min	30	60	90
	30	55,56	59,87	63,43

ISSN 3030-3907

40	57,60	62,29	70,80
50	61,84	68,30	79,23
60	66,43	78,78	88,68
70	76,70	84,65	94,12
80	83,91	87,75	96,37
90	86,86	95,90	99,15
100	91,28	97,68	99,64

Olingan tahlillar quyidagi xulosalarni beradi:

- kimyoviy qaytarish usulida reagentlar narxining qimmatligi kukun holidagi mahsulot tannarxining oshib ketishiga sabab bo‘ladi. Bu usulda mis kukunlarini ishlab chiqarish quvvati kam, lekin juda mayda nanozarralar olish imkonini beradi;

- termik usulda energiya ko‘p miqdorda sarf bo‘ladi. Olingan mis kukuni tarkibiga keraksiz qattiq qoldiq (uglerod)larning aralashib qolishini kuzatish mumkin;

- gazli muhitda qaytarishda esa gazlarni saqlashda, qo‘llashda alohida sharoit talab qilinishini ko‘rishimiz mumkin;

- kimyoviy cho‘ktirish usuli bilan olib borilgan tajribalarda 98,1 % tozalikda mis kukunlari olindi. Kimyoviy usulda mis metalini kukun holida olish texnologiyasi iqtisodiy samarador, texnogen chiqindilarsiz, qo‘llanishda murakkablikni talab qilmaydi. Yuqoridagi tajribada qo‘llanilgan reaktivlar toza, ishlash jarayonidagi hisoblar aniqlikda olib borilgan. Olingan mahsulot ishonchli metod va zamonaviy qurilmada (rentgenoflurotsent) tekshirildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Либенсон Г.А., Лопатин В.Ю., Комарницкий Г.В. Процессы порошковой металлургии: учеб. для вузов: МИСИС, 2002. - 320 с.

2. Г.Т Орозматова., А.С. Сатывалдиев - Изучение возможности получения наноразмерной меди методом химического восстановления.

3. N. Dadgostar, S. Ferdous, D. Henneke. - Colloidal synthesis of copper nanoparticles in a two-phase liquid– liquid system. Materials Letters. 2010. Vol.64. No.1. P.45-48

4. Q.L. Zhang, Z.-M. Yang, B.-J. Ding, X.-Z. Lan, Y.-J. Guo. Preparation of copper nanoparticles by chemical reduction method using potassium borohydride. Transactions of Nonferrous Metals Society of China. 2010. Vol.20. No.1. P.240-244.

5. H. Hashemipour, M.E. Zadeh, R. Pourakbari, P. Rahimi. Investigation on synthesis and size control of copper nanoparticle via electrochemical and chemical reduction method. International Journal of the Physical Sciences. 2011. Vol.6. No.18. P.4331-4336.

ISSN 3030-3907

6. M. Vaseem, K.M. Lee, D.Y. Kim, Y.-B. Hahn. Parametric study of cost-effective synthesis of crystalline copper nanoparticles and their crystallographic characterization. Materials Chemistry and Physics. 2011. Vol.125. No.3. P.334-341.
7. Дудникова Ю.Н., Сотникова Л.В. Синтез и стабилизация нанопорошков меди, полученных химическим способом. Химия твердого тела: монокристаллы, наноматериалы, нанотехнологии. IX Международная научная конференция. Кисловодск – Ставрополь: СевКавГТУ. 2009. 427с.
8. Остаева Г.Ю., Селищева Е.Д., Паутов В.Д., Паписов И.М. Псевдоматричный синтез наночастиц меди в растворе смеси полиакриловой кислоты и плюроника. Высокомолекулярные соединения. 2008. Т.50. №6. С.1102-1106.
9. (Ven Jin, Jie L, Shijun Liu, Qi-yuan Chen - Preparation of copper nanoparticles in a water/oleic acid mixed solvent via two-step reduction method. DOI:10.1016/j.colsurfa.2010.10.00
10. C.L. Kitchens, M.C. McLeod, C.B. Roberts. Chloride ion effects on synthesis and directed assembly of copper nanoparticles in liquid and compressed alkane microemulsions. Langmuir. 2005. Vol.21. No.11. P.5166-5173.
11. Осокин Е.Н., Арттемьева О.А. Процессы порошковой металлургии. Курс лекций. Красноярск-2008. – 421 с.
12. Овечкин Б.Б., Матренин С.В. Процессы порошковой металлургии // Метод. указ. по выполн. лаб. работ по курсу “Порошковые композиционные материалы и изделия” для студентов направления Томск, 2016. – 32 с.

ISSN 3030-3907