ISNN 3030-3907

2025/10
VOLUME 2

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

ISSUE/10 VOLUME 2

ISSN 3030 -3907

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

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

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

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

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

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

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	Hybrid model of microclimate control using partial differential equations and optimization methods *Varlamova Lyudmila Petrovna* *Rahimova Mohira Muzaffar qizi*	9
2	Functional opportunities of distance learning *Mustafoyeva Sarvinoz Xolmurodovna*	18
3	Kasr tartibli noravshan intellektual rostlagichni diagnostik ko‘rsatgichlari *Sodiqov Baxtiyor Qahhor o‘g‘li*	24
4	Dynamics of the machine unit of a device for mixing liquids *Djuraev Anvar* *Dustova Mehriniso* *Qobilova Madina* *Yarashov Shokhrukh*	32
5	Kuchlarning muvozanat shartlarini o‘rganishda sinuslar teoremasidan foydalanish usullarini o‘rganish *Jiyanboyeva Muattar*	41
6	Ikki qatlamli o‘zaro dinamik bog‘langan gaz konlari filtratsiya jarayonini matematik modellashtirish *Nazirova Elmira Shodmonovna* *Mahmudova Mohiniso Mizrof qizi* *Eshqarayeva Narxol G‘uzarovna* *Xujamurotova Mashxura G‘ayrat* qizi	48
7	Vodorod-havo aralashmasini ratsional shakillantirish bilan dizellarining ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini oshirish Ismatov Jumaniyoz Fayzullayevich *Qurbonov Xurshid Azamatovich*	61
8	Metall kukunlarini elektrokontakt usuli yordamida detallar yuzasida pishirib qoplash texnologiyalari *Karimov Sh.Sh* *Mamirov Sh.Sh.* *Nurullayev R.T.*	68
9	Burg‘ilash suyuqligini yutuvchi skvajinalarda mustahkamlash uchun kengayuvchi quvurlarni qo‘llashning ilmiy asoslari *Normayev Qobilbek Husanovich* *Ravshanova Muslima Olimjonovna* *Ashirova Mehribon Rustam qizi*	76
10	Tebinbulak konining minerallashuvi va uning temir xomashyo bazasidagi iqtisodiy ahamiyati Urunov B.N. *Shadiyev M.I* *Shadiyev M.I* *Yusupov U.X.* *Ubaydullaeva A.A.* *A’zamov I.A*	84
11	Analysis of methods for improving the operation modes of a single-phase induction motor S.S.A’zamov *Jorakulov Bobur*	92
12	Tabiiy charmning deformatsion xususiyatlarini tahlil qilish va ustki kiyim ishlab chiqarishda qo‘llash imkoniyatlari *Muxammadova Zebiniso Olimovna*	98
13	Inson qo‘li kuchi imkoniyatlarini o‘rganish va ularning nogiron haydovchilar uchun avtomobilni qo‘lda boshqarish moslamalarini loyihalashdagi ahamiyati *Qayumov Baxrom Abdullajonovich* *Yoqubov Yoqubjon Odil o‘g‘li* *Voxobov Rustamjon Abdumannob o‘g‘li*	102

ISSN 3030-3907

14	Xitozan modifikatsiyalangan metakril sopolimerlari bilan biodiezel aralashmalarining fizik-kimyoviy xossalari *Saidov J.E.* *Boltayev B.B*	108
15	Lexical meanings and translations of english scientific-technical terms Mustafoyeva Sarvinoz Xolmurodovna *Beknazarov Hasan Soyibnazarovich*	122
16	Modifikatsiyalangan bitumni qo‘llashning tadqiqot usullari va jihozlari *Beknazarov Hasan Soyibnazarovich* *Turayev Fayzulla Tojiyevich*	129
17	Polimer mahsulotlarida deformatsiya va qoldiq kuchlanishlarni aniqlash *Yusubov Abdulaziz Abdulajonovich* *Yo‘ldashev Hayrullo Hasanboy o‘g‘li*	135
18	Qoliplarni sovutishni optimallashtirishning tabiiy uslublari *Yusubov Abdulaziz Abdulajonovich* *Yo‘ldashev Hayrullo Hasanboy o‘g‘li*	141
19	Қия қозиқчалари бўлган барабан диаметрини аниқлаш бўйича хисоб схемаси ва математик модели *Аббазов Илхом Запирович* *Новрузов Собиржон Отақул ўғли* *Унғаров Жаҳонгирбек Йўлдош ўғли*	147
20	Состояние фрикционного взаимодействия хлопка-сырца с металлическими поверхностями. *М.М. Садикова*	154
21	Методы определения количества ионов хлорида в природной и питьевой воде *Хасанова Гулбахор Рахматуллаевна* *Боймуродов Эсан Суюнович*	158
22	Оптимизированные методы определения окисляемости природных и питьевых вод *Боймуродов Эсан Суюнович*	164
23	Yer resurslaridan samarali foydalanishda gnss, dron va gis tizimlarining roli. *G‘ofirov Muzaffar Jumayevich*	169
24	Almashingan benzimidazollar qatori tioamidlarini alkillash *Pirnazarova Nasiba Baymanovna* *Jumag‘ulova Saodat Ernafasovna* *Eshmo‘minov Sandjar Shermamat o‘g‘li*	175
25	Zamonaviy geodezik o‘lchov usullari va ularning amaliyotda qo‘llanilishi *G‘ofirov Muzaffar Jumayevich*	181
26	Boshlang‘ich sinf o‘quvchilarida media savodxonlikni oshirishda zamonaviy metodlarning qo‘llanilishi *Xo‘jaqulov Shavkat Samatovich*	186
27	Дезодорациялаш жараёни гидродинамикасини яхшилашда секцияларга ажратиш истиқболлари *Назиралиева Нигора*	197
28	Janubiy mirzacho‘l kanalida flushing gate texnologiyasi yordamida cho‘kindilarni gidravlik yuvish jarayonining samaradorligini baholash *I.A.Axmedxodjayeva* *H.N.Yo‘ldosheva* *A.X.Sattorov*	205
29	Nominal kuchlanishi 220 volt bo‘lgan bir fazali elektr iste’molchilarni kontaktsiz qurilmalar yordamida ishga tushirish. *R.A. Mustayev.*	213
30	Gepatit b virusining tabiiy vositalar bilan kurashi: “асихон” oziq-ovqat qo‘shimchasining kimyoviy tarkibi va klinik samarasini tahlil qilish *M.M.Mexmonxonov*	220
31	Qattiq fazali usulda rutin va dezoksipeganin birikmalari asosida komplekslar sintez qilish jarayonini qulaylashtirish *Xoshimov Farxod Fayzullayevich* *Oybek Karimovich Ergashev*	225

ISSN 3030-3907

32	Современные методы анализа химических показателей качества питьевой воды *Кодиров Низом Даминович*	237
33	“Somatik va infeksion kasalliklarda ruhiy buzilishlar” mavzusida “flipped classroom” metodini qo‘llagan holda dars o‘tish texnologiyasi *Shodiyeva Feruza Beshimovna*	244
34	“Tafakkur va ong patologiyasi” mavzusini o‘qitishda “psychiatry movie club” metodining samaradorligini baholash *Shukurlayeva Mashxura Farxodovna*	250
35	Trafikni tasniflashning rivojlanish tendensiyalari va shifrlangan trafik muammolari *Hamdamov Utkir Raxmatullayevich* *Tojiyeva Feruza Qobiljon qizi*	256
36	Kon hududlarida yig‘ilgan texnogen suvlarni ohak bilan qayta ishlash *Djabbarova Barno Ibragimovna*	268
37	Amperometric titration of noble metals with solutions of nitrogen-sulphur-containing reagents in non-aqueous and mixed media *Jurayeva Shokhista Dilmuradovna*	272
38	Biosignallarda shovqinlarni filtrlashning zamonaviy algoritmlari va ularning tibbiy tashxisda qo‘llanishi *Ibragimova Dilshoda Anvar qizi*	278
39	Jarayonlar sifatini ta’minlash metodologiyasi, vositalari va ko‘rsatilayotgan xizmatlarning sifatini ta’minlash kontseptsiyasini ishlab chiqish *Shertoylokova Gavxaroy Numonjon qizi*	287
40	Оценка сырьевого потенциала природных и техногенных материалов для гидравлических вяжущих на основе комплексного физико-химического анализа *Нажимова Сарбиназ Карамatдиновна* *Абылова Амина Жанабаевна* *Ниязымбетова Салтанат Аллияровна*	299
41	Chizma tasvir fanini o‘qitish jarayonida talabalarining kreativ fikrlash qobiliyatini rivojlantirish metodikasi (dizayn yo‘nalishi misolida) *Bomurodova Madina Vohidjon qizi*	311
42	To‘quv dastgohlarida iplarning tarangligi va deformatsiyasi tahlili *Muslimbek Abdujabborov* *Rakhim Karimov* *Dilbar Alieva*	317
43	Oliy ta’lim muassasalarida “biologik polimerlar va bioregulyatorlar kimyosi: uglevodlar, oqsillar, nuklein kislotalar va lipidlar” mavzusini o‘qitishda chemdraw dasturidan foydalanishning samaradorligi *Sevinchova Dilobar Nemat qizi*	330
44	Karbamid, formaldegid va difenilkarbazon tarkibli sorbentga mis (ii) ionining sorbsiya izotermasi *Yulchiyeva Marg‘uba G‘afurjonovna*	336
45	Shaharlarda aholıga transport xızmatı ko‘rsatıshda jamoat transportınıng o‘rnı va undan foydalanıshnıng bugungı kundagı holatı *Almamatov Mardon Isomitdin o‘g‘li*	347
46	Oziq-ovqat bo‘yoqlari: turlari, foydalanishi va salomatlikka ta’siri *Muxtorova Gulnozaxon Mirzohidjon qizi* *Xolmurodov Bobur Bahrom o‘g‘li*	353
47	Production of slow-release npk fertilizers from local raw material *Sharipov Nodirbek Qodirali o‘g‘li* *Normatov G‘ayrat Alijonovich*	358
48	Metallarni fosfatlashda hosil bo’lgan chiqindi suvlarni metallardan tozalash *Sultonov B.E* *Isxakova G.A.*	364
49	Биохимические основы патологий энергетического обмена *Исмоилова Дилноза Зубайд кизи*	371
50	Изучение методов синтеза экологически чистого пластификатора для пвх композиций *А.М. Нарзуллаева*	379

ISSN 3030-3907

51	Современные подходы к обеспечению качества и безопасности лекарственных средств при хранении *Кодиров Низом Даминович*	388
52	Метод определения и регулирования остаточных напряжений в телах неоднородной структуры для упрощения процесса механической обработки разнородных сварных соединений *Толипов Ахроржон Назиржон угли* *Юнусалий Юлдашалиевич Хусанов*	395
53	Kanop (hibiscus cannabinus l) o‘simligidan sifatli sanoatbop tola olish. *M.K.Urozov* *M.A.Fayziyeva* *U.Barotova*	404
54	Kvant vaqt o‘lchovlari asosida mikro va makro miqyosdagi fizik jarayonlar orasidagi bog‘liqlikni tadqiq etish *Sodiqova Zilola Yahyoqul qizi*	409
55	Radar va doppler texnologiyalari asosida irrigatsiya kanallarida suv oqimi tezligini aniqlashning zamonaviy usullari *Maqsud Otaxonov* *Farruh Babajonov* *Davronjon Allayorov* *Durdona Abdurahimova* *Ilhomjon Zokirov*	419
56	Resolving security issues in the internet of things and digital society *Kabulova Zulaykho* *Irgasheva Durdona*	429
57	Maxsus xususiyatlarga ega bo‘lgan modifikatorlar va ularni bitumlarda qo‘llash usullari *Beknazarov Xasan Soyibnazarovich* *Turyev Fayzulla Tojiyevich*	445

ISSN 3030-3907

ISSN 3030-3907

HYBRID MODEL OF MICROCLIMATE CONTROL USING PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS AND OPTIMIZATION METHODS

Varlamova Lyudmila Petrovna
Doctor of Technical Sciences, professor National University of Uzbekistan,
E-mail: dimirel@gmail.com
Rahimova Mohira Muzaffar qizi
Master's student in the field of "Information Systems and Technologies" at the National University of Uzbekistan
E-mail: rahimovamohira730@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada ta’lim muassasalarida mikroiqlimni boshqarish uchun gibrid yondashuv taklif etilgan bo‘lib, unda xususiy hosilali tenglamalar (XHT) asosidagi modellashtirish, optimallashtirish usullari va IoT texnologiyalariga asoslangan prediktiv boshqaruv birlashtirilgan [1]. PDE havo oqimi, harorat va CO_2 dinamikasini yuqori aniqlikda tasvirlaydi, IoT esa real vaqt monitoringi va moslashuvchanlikni ta’minlaydi [1]. Metodologiya issiqlik balansi tenglamalari va PMV indeksini XHT-cheklangan optimallashtirish va MBB doirasiga integratsiya qiladi [1]. ESP32, DHT22 va MH-Z19 sensorlariga asoslangan pilot IoT tizimi barqaror qulaylikni ta’minlab, an’anaviy termostatga nisbatan 15% energiya tejash imkonini berdi [1]. Natijalar XHT modellarini IoT bilan integratsiya qilish HVAC samaradorligini, boshqaruv aniqligini va ichki muhit sifatini oshirishini tasdiqlaydi [1].

Kalit so‘zlar: ta’lim muassasalari, HVAC tizimlari, xususiy hosilali tenglamalar (XHT), optimallashtirish, modelga asoslangan bashoratli boshqaruv (MBB), energiya tejamkorligi, IoT.

Аннотация. В статье представлен гибридный подход к управлению микроклиматом в учебных помещениях, объединяющий моделирование на основе уравнений в частных производных (PDE)**,** оптимизационные методы и IoT-технологии предиктивного управления [1]. PDE обеспечивают высокую точность описания потоков воздуха, температуры и динамики CO_2, в то время как IoT обеспечивает мониторинг в реальном времени и адаптивность [1]. Методология интегрирует уравнения теплового баланса и индекс PMV в задачу PDE-оптимизации с использованием MPC [1]. Пилотная IoT-система на базе ESP32, DHT22 и MH-Z19 обеспечила стабильный комфорт и до 15% экономии энергии по сравнению с термостатным управлением [1]. Результаты подтверждают, что интеграция моделей PDE с IoT повышает эффективность HVAC, точность регулирования и качество внутренней среды [1].

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: образовательные помещения, системы HVAC, уравнения в частных производных (УЧП), оптимизация, модельно-предиктивное управление (МПУ), энергосбережение, IoT.

Abstract. This article presents a hybrid approach to microclimate control in educational spaces by combining partial differential equations (PDE)-based modeling**,** optimization methods**,** and IoT-enabled predictive control [1]. PDEs describe airflow, temperature, and CO_2 dynamics with high accuracy, while IoT provides real-time monitoring and adaptability [1]. The methodology integrates thermal balance equations and the PMV index into a PDE-constrained optimization and MPC framework [1]. A pilot IoT system with ESP32, DHT22, and MH-Z19 sensors achieved stable comfort and up to 15% energy savings compared to thermostat-based regulation [1]. The results confirm that integrating PDE models with IoT enhances HVAC efficiency, control precision, and indoor comfort [1].

Keywords: educational spaces, HVAC systems, partial differential equations (PDE), optimization, model predictive control (MPC), energy saving, IoT.

Introduction

Modern educational buildings require not only efficient energy consumption but also a high-quality indoor environment, which directly affects the health and academic performance of students [2]. Traditional HVAC systems are usually controlled centrally or by static rules and often ignore changes in room configuration, human activity, and local spatial characteristics [3–4].

In recent years, there has been growing interest in hybrid models of microclimate control that combine physical partial differential equations (PDE) with optimization methods [3]. This approach makes it possible to account for the spatial distribution of temperature, air velocity, and CO_2 concentration, which is especially important for classrooms with high occupant density [5].

The use of PDE models in HVAC systems provides the opportunity for precise description of airflow and heat transfer dynamics, while integration with optimal control methods (e.g., MPC or adjoint-based techniques) increases regulation efficiency [3–5]. Furthermore, the development of digital twin technologies and IoT introduces new possibilities for adaptive control, personalization of microclimate parameters, and energy savings [7–9].

However, applying PDE-based approaches is associated with high computational complexity and the need for numerical solution methods, which limits their real-time applicability [7]. Therefore, research into hybrid models that combine PDE, optimization methods, and intelligent algorithms represents a promising direction in the development of effective microclimate control systems for educational buildings.

ISSN 3030-3907

The indoor microclimate is described by equations that account for heat transfer, air convection, and pollutant concentration. In three-dimensional CFD models, the conservation equations of mass, momentum, and energy (the Navier–Stokes equations) are solved, allowing spatial distributions of air velocity and temperature to be obtained [7]. The main equations include the heat transfer and convection equations with sources of heat and CO_2, as well as the Navier–Stokes equations (linearized or turbulent models if required). In particular, CO_2 concentration is often modeled using the convection–diffusion equation with a source term representing human emissions: for example, [4] describe CO_2 as the solution of a convective PDE, where the source (CO_2 exhaled by people) is defined by the output of an aperiodic ODE.

Unlike distributed PDE models, zonal ODE models ("resistance–capacitance") represent a room as one or several well-mixed zones. Such models are simple and computationally fast (solved by ordinary ODEs), but they do not capture the spatial heterogeneity of temperature fields or local airflow patterns [3-4]. Weekly and colleagues note that CFD models provide the most accurate representation of airflow but require precise room geometry and significant computational resources [3]. Zonal models, on the other hand, only account for mass and energy balances over the volume in a simplified manner, without reflecting, for example, local air jets from ducts or uneven vertical temperature distribution [1]. Thus, distributed PDEs capture microclimate details (temperature gradients, local flows, etc.), whereas ODE models provide a coarser, averaged picture.

Modern microclimate models also take human dynamics into account. For example, CO_2 models may incorporate class schedules: it is well known that indoor CO_2 concentration is proportional to the number of occupants and ventilation efficiency. The literature discusses algorithms for estimating occupancy from CO_2 signals via coupled PDE–ODE models [2-10]. Moreover, the microclimate includes other factors (lighting, humidity, human activity), but in the context of climate control, temperature and CO_2 are often considered the main indicators of indoor air quality [2].

Methodology

1. Mathematical Model

The classroom is represented as a spatio-temporal domain Ω, within which the following fields are defined:

- $T(x,t)$ — temperature,
- $C(x,t)$ — CO_2 concentration,
- $u(x,t)$ — airflow.

The following equations are used:

ISSN 3030-3907

- **Convection–diffusion (for temperature and CO_2):**

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + u\nabla\phi = D_\phi \Delta\phi + S_\phi(x,t)$$

•**CFD modeling of airflow (simplified Navier–Stokes equations):** provides a detailed spatial distribution of the flow [3].

•**Optimization Problem Formulation**

Objective function:

$$J = \int_0^{T_f} (\alpha E(u,q) + \beta \int_\Omega \left[(T - T_{opt})^2 + (C - C_{opt})^2 \right] dx) dt$$

where:

- $E(u,q)$ — energy consumption,
- T_{opt}, C_{opt} — target comfort parameters,
- α, β — weighting coefficients.

Constraints: PDE system, boundary conditions, and control limitations. The solution is obtained via **PDE-constrained optimization** using **adjoint methods** [1,9].

Model Predictive Control (MPC)

MPC optimizes control over a prediction horizon, adapting to changing conditions. The effectiveness of this strategy in the design of HVAC control systems has been confirmed by numerous studies [9].

PDE-based approaches to HVAC control can be schematically divided into several stages:

•**Mathematical model construction.**

The governing equations are selected to describe the dynamics of temperature, airflow, and CO_2. Typically, heat transfer and convection equations are used for air (e.g., the Navier–Stokes equations under the assumption of laminar flow in large volumes), and the convection–diffusion equation is applied for CO_2 [6–7]. Heat and CO_2 sources (e.g., occupants, equipment) are introduced as additional terms in the equations. The model accounts for the geometry of the room and ventilation systems (for example, the wall sandwich structure, location of ventilation shafts, etc.)

•**PDE discretization.**

A sliding **space–time scheme** is applied. For the numerical solution of the equations, a computational grid is constructed (finite element or finite volume mesh). A balance between accuracy and computational complexity is required — the literature describes mesh refinement techniques in critical zones, where the

ISSN 3030-3907

number of cells may reach millions [5, 7]. Solving PDEs can be computationally expensive; [4] emphasize that high resolution is essential for accurately reproducing airflow and CO_2 concentration.

- **Formulation of the optimization problem.**

A quality functional is introduced, for example, the total energy consumption of the HVAC system, penalties for deviations of temperature and CO_2 from desired values (comfort, regulatory standards), and constraints on system operating modes. The optimization problem with PDE dynamic constraints is formulated as **PDE-constrained optimization** [3]. The objective function may include compressor energy, the cost of cooling/heating, and constraints on the allowable parameter ranges.

- **Solution of the optimization problem.**

The adjoint equation method is typically used to evaluate the gradients of the functional with respect to the control variables. An adjoin system of equations is introduced (analogous to backpropagation in neural networks), and after solving it, derivatives of JJJ with respect to the control parameters are obtained. This gradient-based approach enables the use of fast optimization methods (e.g., gradient descent, quadratic programming, etc.) [3–4].

- **Integration with control (MPC).**

The resulting optimization framework can be embedded into a model predictive control (MPC) scheme. At each time step, the model predicts the future behavior of the microclimate, while the optimizer determines the optimal action (e.g., damper positions, fan speeds). An important advantage of the PDE model is the ability to control not only global variables (such as overall room temperature) but also local parameters such as airflow velocity or direction at specific ventilation outlets [2, 4]. MPC with a PDE-based model can, for instance, adjust the speed of individual fans or the position of dampers to locally correct the climate — something difficult to achieve with homogeneous ODE-based models [2].

- **Digital twin**

As part of the methodology, many studies propose the use of digital twins — dynamic virtual replicas of buildings in which the physical model (PDE) is synchronized with sensor data and the control system [9]. A digital twin can dynamically update the state of the indoor environment (temperature, CO_2, etc.) based on IoT sensor inputs and perform real-time optimization [5, 8]. Such a system makes it possible to predict microclimate changes under various scenarios (e.g., schedule shifts, window openings) and to preselect optimal HVAC settings in advance.

Distributed PDE Approach and Future Perspectives

ISSN 3030-3907

The distributed PDE-based modeling approach has both advantages and limitations.

Advantages. PDE models provide a detailed description of the spatial and temporal dynamics of indoor climate, explicitly accounting for room geometry and localized sources of heat and CO_2 [3-6]. This enables zone-specific climate control and allows rapid response to local disturbances such as drafts or the temporary clustering of occupants. Moreover, hybrid PDE frameworks are easily extendable: additional equations (e.g., for humidity or particulate matter) or parameters (e.g., material thermal inertia) can be incorporated without altering the core structure.

Limitations. The main drawback lies in the high computational cost. Solving nonlinear PDEs (e.g., Navier–Stokes equations) at full spatial resolution for real-scale rooms requires large meshes with millions of cells and significant computational resources, which hinders real-time operation [3-7]. Furthermore, PDE-based models involve a large number of physical parameters (thermal conductivity coefficients, convection velocities, etc.) that must be carefully calibrated. As noted in [1], the use of full nonlinear models increases the applicability of the controller but entails substantial computational expenses and necessitates a "careful selection of parameters and algorithms."

Comparison with alternatives. Zonal ODE models are much simpler, easier to identify, and are already used in a number of MPC systems. However, they neglect localized effects: for example, strong airflows near a fan or a heat source in a corner cannot be captured by a single energy balance equation [3-9]. While ODE models save computational time, they compromise predictive accuracy. Rule-based control (RBC), the simplest approach (e.g., switching on/off ventilation depending on temperature), is convenient but typically results in lower energy efficiency and poor adaptability to changing conditions. In contrast, optimization-based approaches such as hybrid MPC have been shown to outperform RBC in terms of both comfort and energy performance, albeit at the cost of more complex infrastructure [12].

Future perspectives. A promising direction is the integration of PDE models with IoT and digital technologies. Sensor networks enable real-time model updating: a building's digital twin can receive temperature, CO_2, humidity, and occupancy data and dynamically adapt its state [13,14]. Such digital twins are capable of "learning" user preferences and environmental changes, thus enabling adaptive HVAC operation that ensures both energy savings and improved comfort [13, 15–16]. Recent studies [15–16] demonstrated that coupling digital twins with deep learning models (e.g., LSTM with attention mechanisms) allows personalized thermal comfort prediction and further enhances control efficiency.

ISSN 3030-3907

Another key aspect is the inclusion of class schedules and occupant behavior in the models. For instance, occupancy density data (from schedules or CO_2 sensors) can be integrated into the model to proactively adjust ventilation parameters. Research on educational buildings emphasizes the necessity of a multidisciplinary approach that combines physical models, AI algorithms, and user data. In particular, [10] recommend developing modular data frameworks, leveraging AI-based optimization, and incorporating BIM and IoT technologies for dynamic indoor climate management.

In summary, the integration of PDE models with digital twins and machine learning holds strong potential: PDEs provide the physical foundation, while IoT and ML enable adaptability and personalization. At the same time, it is crucial to address uncertainties and modeling errors stemming from external condition variability and parameter inaccuracies. As noted in [11-16], incorporating posterior uncertainty quantification into PDE frameworks can significantly improve the reliability of HVAC control.

Conclusion

The conducted study has shown that hybrid models of microclimate control based on partial differential equations (PDE) and optimization methods hold significant potential for improving energy efficiency and enhancing indoor environmental quality in educational spaces. Unlike traditional ODE-based models and rule-based algorithms, the PDE approach makes it possible to account for spatial heterogeneity of temperature, humidity, and CO_2 concentration, as well as building geometry and occupant dynamics.

The integration of PDE modeling with optimization methods (such as MPC and adjoint-based approaches) opens opportunities for the development of intelligent HVAC systems capable of predicting microclimate changes and adaptively controlling ventilation, heating, and cooling. In this context, digital twins and IoT systems play an essential role by enabling real-time model updating and personalized comfort management.

Nevertheless, the practical implementation of PDE–optimization schemes faces several challenges: high computational complexity, the need for precise parameter calibration, and requirements for sensor network infrastructure. These challenges can be addressed through advances in numerical methods, the use of cloud computing, and the application of machine learning algorithms to accelerate computations.

Thus, the hybrid PDE–optimization model of microclimate control represents a promising direction that combines physical accuracy, adaptability, and intelligent algorithms. Its development will not only reduce energy consumption

ISSN 3030-3907

but also create a healthier and more comfortable educational environment, directly influencing student productivity and well-being.

REFERENCES

1. Варламова Л.П, Рахимова М.М *Интеграция IOT-технологий в системе управления микроклиматом на основе математического моделирования,* Образование и наука в XXI веке, 2025 pp. 368-377

2. Backlund K., Lundqvist P., Molinari M. *Showcasing a digital twin for higher educational buildings – Towards human centricity.* Frontiers in Built Environment, 2024.

3. He R., González H. *Zoned HVAC Control via PDE-Constrained Optimization.* Proceedings of the American Control Conference (ACC), 2016. arXiv:1504.04680.

4. He R., González H. *Gradient-Based Estimation of Air Flow and Geometry Configurations in a Building Using Fluid Dynamic Adjoint Equations.* Proceedings of the American Control Conference (ACC), 2016. arXiv:1605.05339.

5. Bian Y., Fu X., Gupta R. K., Shi Y. *et al. Ventilation and Temperature Control for Energy-efficient and Healthy Buildings: A Differentiable PDE Approach.* arXiv:2403.08996, 2024.

6. Weekly K., Bekiaris-Liberis N., Jin M., Bayen A. M. *Modeling and estimation of the humans' effect on the CO_2 dynamics inside a conference room.* IEEE Transactions on Control Systems Technology, vol. 23, no. 5, 2015.

7. Ifa S., Driss Z. *Numerical simulation and experimental validation of the ventilation system performance in a heated room.* Air Quality, Atmosphere & Health, vol. 14, no. 2, 2021, pp. 171–179.

8. Backlund K., Lundqvist P., Molinari M. *Showcasing a digital twin for higher educational buildings – Towards human centricity.* Frontiers in Built Environment, 2024.

9. Wu S., Zhou P., Xiong Y., Ma C., Wu D., Lu W. *Strategies for driving the future of educational building design in terms of indoor thermal environments: A comprehensive review of methods and optimization.* Buildings, vol. 15, 816, 2025.

10. He R., González H. *Comfort-Aware Building Climate Control Using Distributed-Parameter Models*, arXiv, 2017

11. Jin M., Bekiaris-Liberis N., Weekly K., Bayen A. M. *Occupancy estimation via CO_2 concentration dynamics: a PDE-ODE model and observer design. IEEE Trans. Control Systems Technology*, 2017. (bayen.berkeley.edu)

12. Afram A., Janabi-Sharifi F. *Review of modeling methods for HVAC systems.* Applied Thermal Engineering, 67, 2014.

13. Tao F., Zhang H., Liu A., Nee A. *Digital twin in industry: State-of-the-art.* IEEE Trans. Industrial Informatics, 15(4), 2019.

ISSN 3030-3907

14. González H., Jin M., Bayen A. M. *Building-wide HVAC control with sensor networks and distributed optimization.* EECS Berkeley Reports, 2016.
15. AlMadhor A., Chen X., AlFalahy N. *Personalized thermal comfort prediction using digital twin and deep learning (LSTM-attention).* Scientific Reports, 15, 2025.
16. Tao F., Qi Q., Wang L., Nee A. *Digital Twins and Cyber–Physical Systems toward Smart Manufacturing and Personalized Healthcare.* Engineering, 5(4), 2019.

ISSN 3030-3907

FUNCTIONAL OPPORTUNITIES OF DISTANCE LEARNING

Mustafoyeva Sarvinoz Xolmurodovna,
Samarkand state Medical University assistant teacher, The Department of Languages

Annotation: In today's global world with the help of modern technology, English language has become the most common and dominant language spoken and used both at the national and international levels. It has been playing a major role in many sectors as medicine, engineering, politics, economics, international relations and of course higher education, the most important area where English is needed.The term distance education represents approaches that focus on opening access to education and training, freeing learners from the constraints of time and place. It offers flexible learning opportunities to individual and group learners.

Keywords: Gadjets, network, virtual communication, education, teaching, online classes, interactive, webinar, zoom, distance learning, intensive, e-learning, online resourses, broadcasts and etc.

Аннотация: В современном глобальном мире, с помощью современных технологий, английский язык стал самым распространённым и доминирующим языком, используемым как на национальном, так и на международном уровнях. Он играет важную роль во многих сферах — таких как медицина, инженерия, политика, экономика, международные отношения и, конечно же, высшее образование — самая важная область, где необходим английский язык. Термин «дистанционное образование» обозначает подходы, направленные на расширение доступа к обучению и подготовке, освобождая учащихся от ограничений времени и места. Оно предлагает гибкие возможности обучения как для индивидуальных, так и для групповых слушателей.

Ключевые слова: Гаджеты, сеть, виртуальное общение, образование, обучение, онлайн-занятия, интерактивное обучение, вебинар, Zoom, дистанционное обучение, интенсивный курс, электронное обучение, онлайн-ресурсы, трансляции и т.д.

Annotatsiya: Bugungi globallashgan dunyoda zamonaviy texnologiyalar yordamida ingliz tili eng keng tarqalgan va ustun tilga aylangan bo‘lib, u milliy va xalqaro darajada qo‘llanilmoqda. Ingliz tili tibbiyot, muhandislik, siyosat, iqtisodiyot, xalqaro munosabatlar hamda, albatta, oliy ta’lim kabi ko‘plab sohalarda muhim rol o‘ynaydi. “Masofaviy ta’lim” atamasi vaqt va makon cheklovlaridan ozod qilib, ta’lim va o‘qitishga kirish imkoniyatini kengaytirishga qaratilgan yondashuvlarni ifodalaydi. U individual va guruhli o‘quvchilar uchun moslashuvchan o‘qish imkoniyatlarini taqdim etadi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: Gadjetlar, tarmoq, virtual muloqot, ta’lim, o‘qitish, onlayn darslar, interaktiv, vebinar, Zoom, masofaviy ta’lim, intensiv, elektron ta’lim, onlayn resurslar, translyatsiyalar va hokazo.

Introduction

Distance education is a branch of education that focuses on teaching methods and technology with the goal of providing instruction to students who are not physically present in a traditional educational building, such as a classroom. According to a definition it is “A procedure to develop and provide access to learning when the source of information and the learners are separated by time and location, or both”.

This type of learning has its origins to the establishment of postal systems in the nineteenth century, and it has been practiced in the United Kingdom at least since Isaac Pitman taught shorthand via letter in the 1840s.

The term distance education represents approaches that focus on opening access to education and training, freeing learners from the constraints of time and place. It offers flexible learning opportunities to individual and group learners. This is the most rapidly growing segment of education. The potential impact of distance learning on all education has been emphasised by the development of Internet-based technologies, particularly the World Wide Web. It can be described as learning involving implementation of information, computing and communications technology applications in more than one location . The basic definition of distance learning considers that the teacher and the students are separate in the spatial dimension and that this distance is filled by using technological resources. Distance learning is a contributing force to social and economic development. It is fast becoming an essential part of the mainstream of educational systems in both developed and developing countries.

Modern distance learning initially relied on the development of postal services in the 19th century. The first Open university, establishing in 1969 in the UK, was initially relied on radio and television broadcasts for giving new information.

Since the first type of distance learning and an open university much has been improved. Today, by virtue of new technologies fast development and constant cost fall in processing, storing and transmitting data, many private and public, non-profit and for-profit institutions worldwide offer distance education from the most basic instruction trough the highest level of degree.

There are ten reasons, according to Draves, to use distant education instead of traditional learning methods. The following reasons are given:

1. The student has the option of learning at his or her own "best" time.
2. The student determines the learning pace.

ISSN 3030-3907

3. Learning happens more quickly. Personal interactions with the teacher and other pupils are more likely to occur.
5. There are more topics and themes to access while working online.
6. Classroom participants may gain a stronger sense of variety by connecting with students from all around the world.
7. Online resources provide pupils with access to leading authorities and specialists.
8. It has been discovered that distance learning is less expensive and more accessible.
9.There are a plethora of information resources available online.
10.Virtual communities emerge from online classes.

Many authors have highlighted the necessity for constructivism/student-centered and collaborative methods to be used in distant education courses. There are two sides of online educational process: a teacher, who shares his knowledge online and facilitates the process and students, who accept all given information and enrich their knowledge and skills. There are some characteristics of both students and teachers side.

Distance Education Student Characteristics include voluntarily seeking further education, highly motivated and self-disciplined skill, older and more mature way of organization of study, willing to initiate calls to instructors for assistance, possessing a more serious attitude toward coursework, an holder of a college degree" and active participation in learning. Distance education meets the needs of students who are unable to attend classes due to other commitments (job, family), is more economical (does away with travel or residence hall expenses), and holding a philosophy that learning is active, not passive.

Nowadays electronic distance learning systems should be as an effective addition to traditional teaching methods considered. Separately, it is worth noting the positive impact of distance learning in cases where it complements traditional learning. Already in many developed countries, distance learning is a real competitor to traditional teaching learning. Before analyzing the benefits and drawbacks of webinars, we should define the following concepts as distance learning, an E-learning and webinar technologies.

So distance learning is a modern method of learning being in a far distance, using computer systems. E-learning is a computer-assisted distance learning system. In essence, this is a more perfect version of the self-instruction book familiar to everyone. Electronic distance learning provides an opportunity to independently determine and vary the speed and sequence of learning, makes it possible to access training materials at a convenient time for the employee.

ISSN 3030-3907

A webinar is an online seminar that takes place in real time. As a result, the webinar serves to transmit knowledge and virtually bring individuals from all over the world together.

To participate in a webinar about a topic that interests you, you must first register. You will receive a web address to a page where you can access the webinar during it after registering. You do not require any extra software as a participant. All interactions are done through a web browser, and you must attach headphones or a speaker system to your computer to hear sound. A mobile phone (smartphone) and broadband Internet connectivity are sufficient when using a mobile application to observe a webinar.

The webinar offers the following options to its participants:

- watch slide presentations;
- see the presenter in real time;

– real-time audio communication through computer (mobile phone);

– recording and subsequent playback of an online seminar;

– text chat for information exchange and communication between a presenter and participants;

– an electronic board on which the presenter and listeners can leave their comments;

– conducting voting and polls, in which the host presents several options to choose from and each participant marks the option that he considers the most appropriate;

– conducting text chat for the exchange of information between the presenter and participants and for communication between participants;

– conducting voting and polls, in which the host presents several options to choose from and each participant marks the option that he considers the most appropriate. On the monitor, the survey results are displayed.

Let's take a look at the advantages and downsides of using modern platforms for organizing webinars from a pedagogical standpoint.

Webinar.ru and Mirapolis Virtual Room are the most popular for educational purposes in educational institutions today. All modern webinar platforms, on the whole, provide the same fundamental tools: a desktop demo, some running apps, presentations, movies, conducting surveys, creating group and private chats, seeing the speaker, videoconferencing, monitoring the presence of participants, and a drawing board. Invitations, participation via mobile devices, comprehensive webinar reporting, and the option to embed registration forms are all advanced capabilities.

What are the benefits of using a webinar as part of your educational process [58]?

ISSN 3030-3907

To begin with, the speaker and his listeners can hold an online meeting while they are at different modern locations. In addition, the teacher can host a webinar from his or her own house. The absence of travel expenditures to the venue (not to mention traffic congestion, which may cause offline seminar participants to be delayed, late, and lose a layer of key information) and time savings are the second and third significant advantages. The ability to review and access materials is the third benefit. Also, if we consider a webinar as one of the ways to engage with distance learning students, it's worth noting that the impersonality of students is eliminated, and there's a real-time element of contact.

It is known that distance education is a field of education that focuses on teaching methods and technology with the aim of delivering teaching, often on an individual basis, to students who are not physically present in a traditional educational setting such as a classroom. The term distance education represents approaches that focus on opening access to education and training, freeing learners from the constraints of time and place.

Modern distance learning initially relied on the development of postal services in the 19th century. The first Open university, establishing in 1969 in the UK, was initially relied on radio and television broadcasts for giving new information.

Since the first type of distance learning and an open university much has been improved. Today, by virtue of new technologies fast development and constant cost fall in processing, storing and transmitting data, many private and public, non-profit and for-profit institutions worldwide offer distance education from the most basic instruction trough the highest level of degree.

A great many authors have supported the need of distance education courses to be structured using constructivism/student-centered and collaborative models.

There are two sides of online educational process: a teacher, who shares his knowledge online and facilitates the process and students, who accept all given information and enrich their knowledge and skills.

THE LIST OF USED LITERATURE

1. Berezhnova E.V. University lecture and its role in improving the quality of master's theses// Pedagogical education in Russia. 2015, № 1. P. 16–21.
2. Broussard Allred S. and Smallidge P. J. (2010). An educational evaluation of web-based forestry education. Journal of Extension, 48(6), Article 6FEA2.
3. Beyth-Marom R., Chajut E., Roccas S. & Sagiv L. (2003) Internet-assisted versus traditional distance learning environments: factors affecting students' preferences, Compiters & Education, 41, p. 65 – 76.

ISSN 3030-3907

4. Carr-Chellman A. A., Dyer D., & Breman J. (2000). Burrowing through the network wires: Does distance detract from collaborative authentic learning? Journal of Distance Learning, 15(1), p. 39.
5. Casarotti M., Filliponi L., Pieti L. & Sartori R. (2002) Educational interaction in distance learning: Analysis of one-way video and two-way audio system. PsychNology Journal, 1(1), 28 – 38.
6. Christensen E.W., Anakwe U. P. & Kessler E.H. (2001). Receptivity to distance learning: The effect of technology, reputation, constrains, and learning preferences. Journal of Research on Computing in Education, 33(3), 263-279.
7. Cinar M. & Torenli N. (2010) Redesign online courses with students' expectations: a case study with a new infrastructure, Social and Behavioural Science, 9, p. 2013 – 2016
8. Daniel J. S. (1998). Mega-Universities and Knowledge Media: Technology Strategies for Higher Education. London, UK: Kogan Page Limited, 15
9. Dwyer F., & Li N. (2000). Distance education complexities: Questions to be answered. International Journal of Instructional Media, 27(1), 25-28.
10. Easton S. S. (2003). Clarifying the instructor's role in online distance learning. Communication Education, 52(2), 87-105.

ISSN 3030-3907

KASR TARTIBLI NORAVSHAN INTELLEKTUAL ROSTLAGICHNI DIAGNOSTIK KO‘RSATGICHLARI.

Sodiqov Baxtiyor Qahhor o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
E-mail: sodbaxtiyor@yandex.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada kasr tartibli noravshan PID rostlagichlarning diagnostik ko‘rsatkichlari tahlil qilingan. Tadqiqotning asosiy maqsadi – turli integral mezonlar yordamida (ITAE, IAE, ISTE, ITSE) intellektual rostlagichlarning ishlash sifatini aniqlash va ularni klassik PID hamda oddiy kasr tartibli PID rostlagich bilan taqqoslashdir. Model MATLAB/Simulink muhitida qurilib, tizimning vaqt bo‘yicha javoblari, o‘tkinchi jarayonlar va barqarorlashish holatlari baholandi. ITAE (Mutloq xatolikning vaqtga bog‘liq integrali) tizimning o‘tkinchi xatolarini vaqt og‘irlikli baholaydi, IAE (mutloq xatolikning integrali) umumiy xatolik darajasini ko‘rsatadi, ISTE (Mutloq xatolikning kvadrati integrali) vaqtga sezuvchan barqarorlikni aniqlaydi, ITSE (xatolikning kvadratini vaqtga bog‘liq integrali esa o‘tkinchi jarayon yaxshilanishini ifodalaydi. Natijalar kasr tartibli noravshan PID rostlagichning aniqligi, barqarorligi va adaptiv javob tezligining yuqoriligi bilan ajralib turishini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Rostlagich, kasr tartibli amallar, diagnostic ko‘rsatgichlar, mutloq xatolik, integral ko‘rsatgichlar.

Аннотация. В данной статье проведён анализ диагностических показателей дробного нечеткого ПИД-регулятора. Основная цель исследования заключается в определении качества работы интеллектуальных регуляторов с использованием различных интегральных критериев (ITAE, IAE, ISTE, ITSE) и сравнении их с классическим ПИД-регулятором и обычным дробным ПИД-регулятором. Модель была разработана в среде MATLAB/Simulink, где оценивались временные характеристики системы, переходные процессы и состояния устойчивости. ITAE (интеграл абсолютной ошибки, взвешенной по времени) оценивает переходные ошибки с учетом влияния времени; IAE (интеграл абсолютной ошибки) показывает общий уровень ошибки; ISTE (интеграл квадрата ошибки во времени) определяет чувствительность системы к устойчивости; ITSE (интеграл квадрата ошибки, взвешенной по времени) характеризует улучшение переходного процесса. Результаты показали, что дробный нечеткий ПИД-регулятор отличается более высокой точностью, устойчивостью и скоростью адаптивного отклика.

Ключевые слова: Регулятор, дробные операции, диагностические показатели, абсолютная ошибка, интегральные критерии.

Abstract. This article analyzes the diagnostic indicators of fractional-order fuzzy PID controllers. The main objective of the study is to evaluate the performance

ISSN 3030-3907

quality of intelligent controllers using various integral criteria (ITAE, IAE, ISTE, ITSE) and to compare them with the classical PID and the conventional fractional-order PID controllers. The model was developed in the MATLAB/Simulink environment, where the system's time responses, transient processes, and steady-state behaviors were evaluated. ITAE (Integral of Time-weighted Absolute Error) assesses transient errors with respect to time, IAE (Integral of Absolute Error) shows the overall error magnitude, ISTE (Integral of Squared Time Error) determines the time-sensitive stability of the system, while ITSE (Integral of Time-weighted Squared Error) reflects the improvement of the transient process. The results demonstrated that the fractional-order fuzzy PID controller is distinguished by its higher accuracy, stability, and adaptive response speed.

Keywords: Controller, fractional operations, diagnostic indicators, absolute error, integral criteria.

Kirish

So‘nggi yillarda boshqaruv tizimlari nazariyasida kasr tartibli va noravshan mantiq asosidagi intellektual rostlagichlarni qo‘llashga bo‘lgan qiziqish ortib bormoqda. An’anaviy PID rostlagichlar ko‘plab sanoat jarayonlarida samarali ishlatilayotgan bo‘lsa-da, ularning noaniqliklar, nochiziqlilik va tashqi buzilishlarga nisbatan moslashuvchanligi cheklangan. Shu sababli, kasr tartibli hisoblash va noravshan mantiq tamoyillarini birlashtirgan kasr tartibli noravshan PID rostlagichlar nazariyasi shakllanmoqda. Ushbu yondashuv tizim dinamikasini yanada aniqroq modellashtirish, moslashuvchanlikni oshirish hamda optimal boshqaruv sifatini ta’minlash imkonini beradi. Mazkur tadqiqotda kasr tartibli noravshan PID rostlagichlarning diagnostik ko‘rsatkichlari ITAE, IAE, ISTE va ITSE integral mezonlari yordamida tahlil qilinadi. Bu mezonlar tizimning o‘tkinchi jarayonlari, rostlash vaqti hamda umumiy aniqlik darajasini baholashga xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari intellektual rostlagichlarning aniqlik, barqarorlik va adaptiv javob tezligi bo‘yicha ustunligini asoslab beradi hamda ularni real sanoat boshqaruv tizimlariga tatbiq etish istiqbolini ochib beradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Kasr tartibli rostlagichlarga doir zamonaviy adabiyotlarni tahlil qilib, A. Maurya, M.Bongulvar va hammualliflari tomonidan yozilgan “Tuning of fractional order PID controller for higher order process based on ITAE minimization” nomli maqolada yuqori tartibli jarayonlar uchun kasr tartibli PID rostlagichning optimal sozlanishi ITAE mezoniga asoslanib tahlil qilingan. Mualliflar genetik algoritm yordamida kasr tartibli PID parametrlarini optimallashtirib, tizimning o‘tkinchi jarayon va barqarorlashish xatoliklarini kamaytirish orqali boshqaruv sifatini sezilarli yaxshilashga erishgan. [1]

ISSN 3030-3907

Yana bir diqqatga sazovor tadqiqot I. Batiha va hamkorlari tomonidan yozilgan “Design Fractional-order PID Controllers for Single-Joint Robot Arm Model” nomli maqolada taqdim etilgan bo‘lib maqolada yuqori tartibli tizimlar uchun kasr tartibli PID rostlagichni optimallashtirish usuli taklif etilgan. Mualliflar ITAE mezonini tanlab, boshqaruv sifatini baholashda asosiy ko‘rsatkich sifatida qo‘llashgan. Intellektual rostlagichning parametrlarini tanlash va xatolikni minimallashtirish uchun genetik algoritm (GA) ishlatilgan. GA yordamida ITAE qiymati kamaytirilgan va optimal rostlagich parametrlariga erishilgan. Simulyatsiya natijalari taklif etilgan usulning samaradorligini, ya’ni tizimning o‘tkinchi jarayonini silliqlashtirish, xatolikni kamaytirish va barqarorlikni oshirish imkonini berganini ko‘rsatadi. Bu yondashuv kasr tartibli boshqaruv tizimlarida an’anaviy PID dan ustun natijalarni beradi. [2]

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu maqolada ushbu ilmiy natijalari amaliy sharoitda qo‘llashga moslashtirilgan metodologiya taklif qilinadi. Maqolada differensial tenglamalar yordamida matematik model tuzish, ma’lumotlarni qayta ishlash, imitatsion modellashtirish va zamonaviy avtomatik boshqarish nazariyasining sinovdan o‘tgan usullari kabi tadqiqot metodlaridan foydalaniladi. Matematik modellash jarayonining natijalarini Matlab dasturiy muhitida simulyatsiya qilib tekshiriladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Hozirgi zamon avtomatik boshqaruv tizimlarida, xususan intellektual kasr tartibli rostlagichlar yaratilish jarayonida, ularning samaradorligini baholash va amaliy obyektlarga mosligini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Buning uchun turli ishlash sifat ko‘rsatkichlaridan foydalanish talab etiladi. Ayniqsa, vaqtga bog‘liq mutloq xatolik integrali (ITAE), vaqt bilan og‘irliklangan kvadratik xatolik integrali (ITSE - Integral of Time-weighted Squared Error), mutloq xatolik integrali (IAE - Integral of Absolute Error) hamda kvadratik xatolik integrali (ISE - Integral Squared Error) kabi mezonlar eng ishonchli va samarali statistik baholash ko‘rsatkichlari sifatida keng qo‘llaniladi. Ushbu mezonlar tizimning aniqligi, barqarorligi va o‘tkinchi jarayon sifatini kompleks baholash imkonini beradi. [3-5].

Kasr tartibli noravshan PID rostlagich uchun birinchi muhim ko‘rsatkich bu - mutloq xatolikning integrali (IAE) xatolik signalining butun vaqt oralig‘ida mutlaq qiymatlarini integrallash orqali hisoblanadi. Uning formulasi esa quyidagicha:

$$IAE = \int_0^\infty |e(t)|dt \qquad (1)$$

Ikkinchi muhim ko‘rsatgich bu - vaqtga bog‘liq mutloq xatolikning integrali (ITAE), vaqt bo‘yicha mutlaq xatolik ko‘rsatkichi bo‘lib, vaqt o‘tgan sayin

ISSN 3030-3907

xatolikning ahamiyati ortishini hisobga oladi. Bunda vaqt bilan ko‘paytirilgan mutlaq xatolik integrallanadi Ushbu ko‘rsatgich formulasi esa quyidagicha:

$$ITAE = \int_0^\infty t \cdot |e(t)| dt \quad (2)$$

Uchinchi muhim ko‘rsatgich bu - vaqtga bog‘liq bo‘lgan kvadratik xatolik integrali (ITSE) esa vaqt bilan bog‘liq xatolik kvadrati integrali bo‘lib, ayniqsa katta xatoliklar uchun sezgirlikni oshiradi.[6-7] U xatolik qiymatini kvadrat shaklida baholagani uchun, rostlagichning katta xatoliklar paytida qanday javob berishini aniqlashda muhim vositadir..

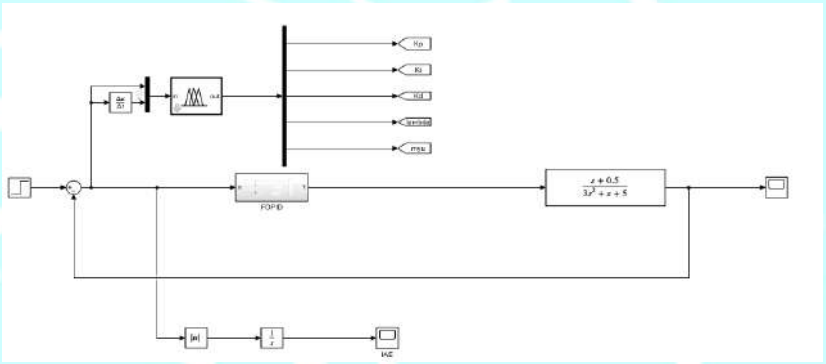
$$ITSE = \int_0^\infty t \cdot e^2(t) dt \quad (3)$$

Avtomatik boshqaruv tizimlarining ishlash sifatini aniqlashda muhim mezonlardan biri — kvadratik xatolik integrali (ISE) hisoblanadi. Ushbu ko‘rsatkich tizimning umumiy samaradorligini baholashda keng qo‘llaniladi va u xatolik signalining kvadrat qiymatini vaqt o‘qida integrallash natijasida aniqlanadi. Shu tariqa, ISE mezoni tizimning aniqlik darajasi va barqarorlik xususiyatlarini matematik jihatdan ifodalash imkonini beradi. Uning formulasi:

$$ISE = \int_0^\infty e^2(t) dt \quad (4)$$

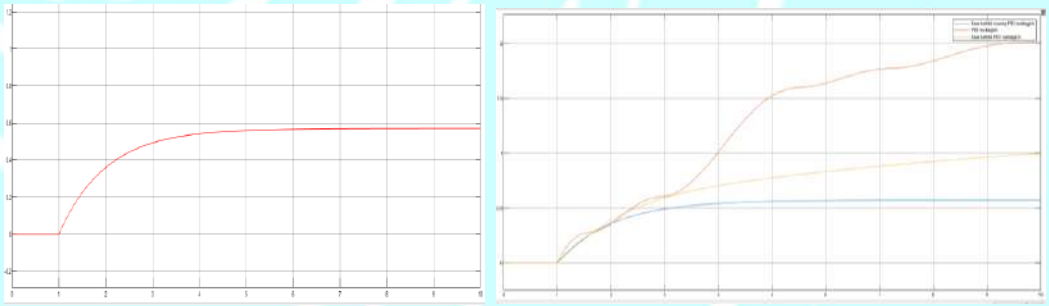
Bu yerda e(t) – tizimning xatoligi. Ushbu ko‘rsatkichlar, ayniqsa ilmiy tadqiqotlarda, intellektual rostlagichlarning samaradorligini boshqa turdagi boshqaruv algoritmlari bilan nazariy va eksperimental jihatdan solishtirish imkonini beradi. Statistik mezonlarga asoslangan baholash natijalari yuqori darajada ishonchli, takrorlanuvchan hamda matematik asosga ega bo‘ladi. Bu esa olib borilgan tadqiqotlarning ilmiy ahamiyatini oshiradi va ularni amaliy boshqaruv tizimlariga joriy etish imkoniyatlarini kengaytiradi. Keyingi bosqichda ishlab chiqilgan rostlagichning yuqorida bayon etilgan diagnostik ko‘rsatkichlari aniqlanadi va ularning samaradorligi baholanadi. To‘rtta asosiy sifat mezoni MATLAB dasturining Simulink muhitida aniqlanadi. Dastlab, mutloq xatolikning integrali (IAE — Integral of Absolute Error) ko‘rsatkichini hisoblash amalga oshiriladi. Buning uchun Simulink paketida modul funksiyasini bajaruvchi ABS bloki va vaqt bo‘yicha integrallovchi Integrator bloklaridan foydalaniladi. Shu asosda tizimning umumiy xatolik darajasi matematik tarzda baholanadi.

ISSN 3030-3907



1 – rasm. Taklif etilgan intellektual rostlagichning IAE ko‘rsatgichini aniqlash sxemasi.

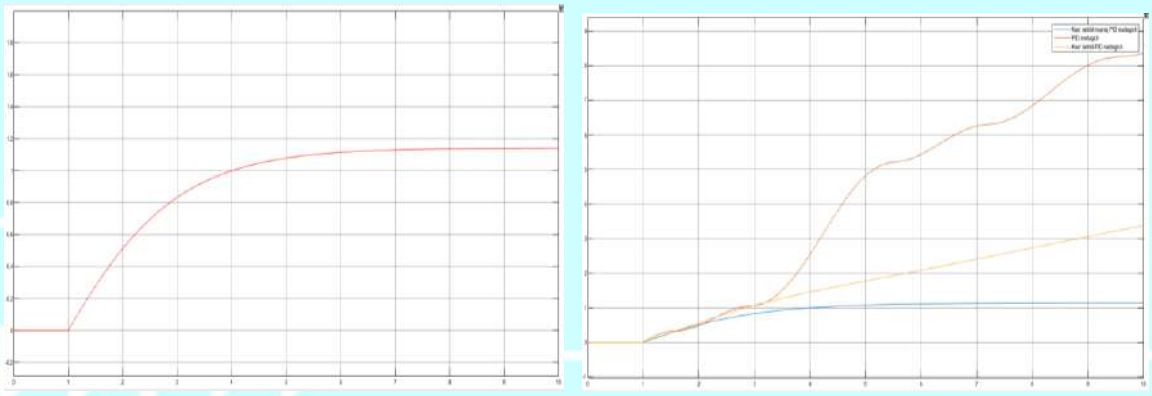
Mutloq xatolikning integrali deb nomlangan ko‘rsatgich quyidagicha natijani ko‘rsatdi.



a) **b)**

2. – rasm. Taklif etilgan intellektual rostlagichning mutloq xatolik integrali ko‘rsatgichining grafigi (a) va uning boshqa rostlagichlarning ushbu indikatori bilan solishtirilgani (b)

Ikkinchi bosqichda tizimning vaqtga bog‘liq mutloq xatolik integrali (ITAE — Integral of Time-weighted Absolute Error) ko‘rsatkichi MATLAB/Simulink muhitida aniqlanadi. Ushbu indikatorni hisoblash jarayonida ABS, Product, Clock va Integrator funksional bloklaridan foydalaniladi. Xatolik signali tarmog‘i Clock blokidan olinayotgan vaqt signali bilan Product bloki orqali ko‘paytiriladi. So‘ngra hosil bo‘lgan signal Integrator bloki yordamida integrallab chiqiladi. Shu tarzda tizimning vaqt bo‘yicha og‘irliklangan xatolik qiymati aniqlanadi. Olingan natijalar 3-rasmda grafik ko‘rinishda keltirilgan bo‘lib, ular tizimning o‘tkinchi jarayonidagi xatoliklarning vaqtga bog‘liqligini tahlil qilish imkonini beradi.

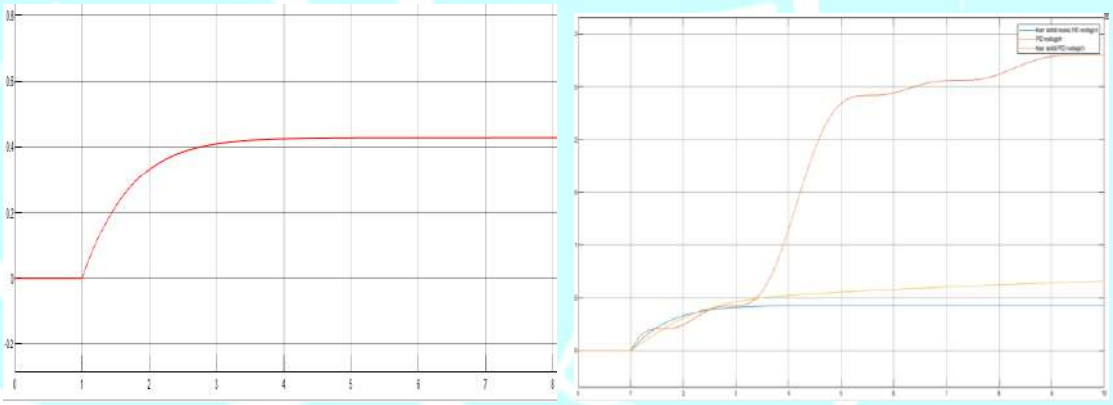


a) **b)**

ISSN 3030-3907

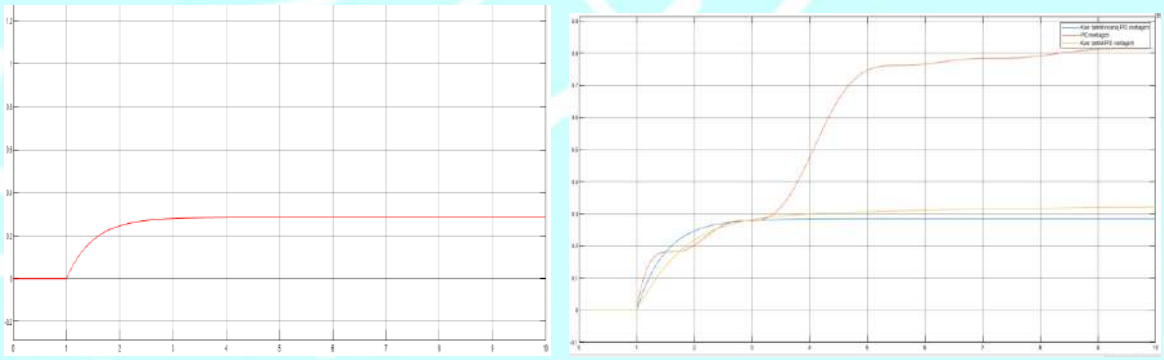
3 – rasm. Taklif etilgan intellektual rostlagichning vaqt bo‘yicha mutloq xatolik integrali ko‘rsatgichining grafigi (a) va uning boshqa rostlagichlarning ushbu indikatori bilan solishtirilgani (b)

Endi uchinchi va to‘rtinchi ishlash ko‘rsatgichlarini ya’ni vaqt bo‘yicha kvardatik xatolik integrali va kvadratik xatolik integrali ko‘rsatgichlarini ham MATLAB dasturida aniqlaymiz.



a) **b)**

4 – rasm. Taklif etilgan intellektual rostlagichning vaqt bo‘yicha kvadratik xatolik integrali ko‘rsatgichining grafigi (a) va uning boshqa rostlagichlarning ushbu indikatori bilan solishtirilgani (b)



a) **b)**

5 – rasm. Taklif etilgan intellektual rostlagichning kvadratik xatolik integrali ko‘rsatgichining grafigi (a) va uning boshqa rostlagichlarning ushbu indikatori bilan solishtirilgani (b)

Intellektual rostlagich ishlash ko‘rsatgichlarining taqqoslanish natijalari pastdagi jadvalda keltirilgan.

2.1 – jadval.

Rostlagich turi	***IAE***	***ISE***	***ITAE***	***ITSE***
Oddiy PID rostlagich	15.3	8.7	25.6	12.1
Kasr tartibli PID rostlagich	10.2	5.5	17.8	8.4
Kasr tartibli noravshan PID rostlagich	5.3	3.9	9.2	4.7

Yuqoridagi jadval tahlili shuni ko‘rsatadiki, IAE, ISE, ITAE va ITSE ko‘rsatkichlari simulyatsiya boshlangan ondan to yakuniy vaqtgacha bo‘lgan davr oralig‘ida xatoliklarning integral yig‘indisini ifodalaydi. Natijalardan ko‘rinib

ISSN 3030-3907

turibdiki, kasr tartibli noravshan PID rostlagich boshqa turlarga nisbatan eng kichik xatolik qiymatlariga ega. Bu holat rostlagichning tizimdagi og‘ishlarni tezda aniqlab, optimal boshqaruv ta’sirini shakllantirish qobiliyatini namoyon etadi. Ayniqsa, ITAE va ITSE qiymatlarining pastligi tizimning o‘tkinchi jarayonni kam energiya sarfi bilan barqaror holatga olib kelishini anglatadi. Noravshan mantiqqa asoslangan ushbu rostlagich an’anaviy qat’iy koeffitsiyentlardan farqli ravishda, jarayon holatiga mos ravishda o‘z parametrlarini moslashtiradi. Bu esa murakkab, kechikmali yoki gibrid dinamikaga ega tizimlarni samarali boshqarish imkonini beradi. Shuningdek, kasr tartibli integrator va differensiatorlarning qo‘llanilishi tizim modelining aniqligini oshiradi hamda tebranishlarga nisbatan barqarorligini kuchaytiradi.

XULOSA

Tadqiqot natijalari kasr tartibli noravshan PID rostlagichlarning samaradorligini an’anaviy boshqaruv usullari bilan solishtirganda yuqori ekanligini ko‘rsatdi. IAE, ISE, ITAE va ITSE integral ko‘rsatkichlari bo‘yicha olingan natijalar kasr tartibli noravshan PID rostlagich tizim xatoliklarini tezroq kamaytirishini va barqaror holatga qisqa vaqt ichida yetishini isbotladi. Noravshan mantiq asosidagi adaptiv tuzilma tizimning o‘zgaruvchan parametrlariga moslashadi, kasr tartibli integrator va differensiatorlar esa modelning aniqligi hamda tebranishlarga nisbatan barqarorlikni ta’minlaydi. Shu sababli, kasr tartibli noravshan PID rostlagich rostlagich murakkab dinamik tizimlar uchun istiqbolli boshqaruv yechimidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Maurya, A. K., Bongulwar, M. R., & Patre, B. M. (2015, December). Tuning of fractional order PID controller for higher order process based on ITAE minimization. In 2015 Annual IEEE India Conference (INDICON) (pp. 1-5). IEEE.
2. Batiha, I. M., Njadat, S. A., Batyha, R. M., Zraiqat, A., Dababneh, A., & Momani, S. (2022). Design fractional-order PID controllers for single-joint robot arm model. Int. J. Adv. Soft Comput. Appl, 14(2), 96-114.
3. Huang, R., Zavala, V. M., & Biegler, L. T. (2009). Advanced step nonlinear model predictive control for air separation units. Journal of Process Control, 19(4), 678-685.
4. Dias, L. S., Pattison, R. C., Tsay, C., Baldea, M., & Ierapetritou, M. G. (2018). A simulation-based optimization framework for integrating scheduling and model predictive control, and its application to air separation units. Computers & Chemical Engineering, 113, 139-151.
5. Cao, Y., Swartz, C. L., & Baldea, M. (2011, June). Design for dynamic performance: Application to an air separation unit. In Proceedings of the 2011

ISSN 3030-3907

American Control Conference (pp. 2683-2688). IEEE. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document /5990942

6. Botirov, T. V., & Sodiqov, B. Q. (2023). Use of intellectual regulators in the production of polyvinyl chloride. Journal of Advances in Engineering Technology, (4), 31-35.

7. Vassilyev, S. N., Kudinov, Y. I., Pashchenko, F. F., Durgaryan, I. S., Kelina, A. Y., Kudinov, I. Y., & Pashchenko, A. F. (2020). Intelligent control systems and fuzzy controllers. II. trained fuzzy controllers, fuzzy PID controllers. Automation and remote control, 81(5), 922-934.

ISSN 3030-3907

UDC 626.01

DYNAMICS OF THE MACHINE UNIT OF A DEVICE FOR MIXING LIQUIDS

Djuraev Anvar
Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan
Dustova Mehriniso
Navoi Innovation University, Navoi, Uzbekistan
E-mail: a.s.dustov@gmail.com
Qobilova Madina
Navoi State Mining and Technology University, Navoi, Uzbekistan
Yarashov Shokhrukh
Navoi Innovation University, Navoi, Uzbekistan

Аннотация: Мақолада фазовий кривошип-шатун узатмали аралаштиргич қурилма ҳақида сўз боради. Бу қурилманинг ишчи органи, яъни парраги резервуар ичида айланма ҳаракат билан биргаликда ўзгарувчан илгариланма қайтма ҳаракатни амалга оширишга мўлжалланган. Бунинг натижасида, мазкур қурилмада парракнинг айланма ҳаракат қилаётган ҳолатидан бирданига уни пастга ва юқорига симметрик ўзгарувчан илгариланма қайта ҳаракат билан айланма ҳаракат қилиши, суюқ муҳитни аралаштиришга сарфланадиган энергия сарфи камайишига ва қурилманинг ишлаш муддатини оширишга олиб келади.

Калит сўзлар: механик аралаштиргич қурилма, фазовий кривошип-шатун узатма, паррак, айланма ҳаракат, ўзгарувчан илгариланма қайта ҳаракат.

Аннотация: В статье рассматривается устройство смесителя с пространственной кривошипно-шатунной передачей. Рабочий орган этого устройства, то есть лопасть, наряду с вращательным движением предназначен для выполнения переменного возвратно-поступательного движения внутри резервуара. В результате в этом устройстве резкое перемещение лопасти из вращающегося положения с симметричным переменным движением вперед и назад приводит к снижению энергозатрат на перемешивание жидкой среды и увеличению срока службы устройства.

Ключевые слова: механическое перемешивающее устройство, удлинение стержня пространственной кривизны, лопасть, вращательное движение, переменное поступательное движение.

Annotation: The article discusses the device of a mixer with a spatial crank drive. The working body of this device, that is, the blade, along with the rotational movement is designed to perform a variable reciprocating movement inside the tank. As a result, in this device, a sharp movement of the blade from a rotating position with symmetrical alternating motion forward and backward leads to a

ISSN 3030-3907

decrease in energy consumption for mixing a liquid medium and an increase in the service life of the device.

Key words: mechanical mixing device, spatial elongation of the crankshaft, blade, rotary motion, alternating translational motion.

Introduction

Mixing is one of the most common processes in various industries and agriculture, and devices with mixing devices are the most common type of equipment used to carry out various physical and chemical processes. As a rule, most existing mixers operate in a stationary mode, and the working element of the mixer consists of a rotating blade with a constant angular velocity. The rotating blades of the mixer act on the mixed medium (liquid + solid particles), the liquid moves, the intensity of mixing increases above the working element of the mixer and decreases as it moves away from it, but there are areas of the tank in which the liquid velocity is too low or equal to zero, in which the mixing process does not occur.

As a result, the homogeneity of the prepared mixture is lost, the time for preparing the mixture in the required concentration increases, and a lot of energy is consumed. In addition, after a certain time, the speed of the mixed medium coincides with the speed of the working element, the relative movement between them disappears, as a result of which the liquid moves rhythmically, separating the particles that make up the mixture, sedimentation is observed. The operating mode used in mixing liquids, which is stationary, has been carefully studied by local and foreign scientists [1].

Currently, mixing devices are widely used in various industries. For example, in agricultural production, mixing is used to prepare fertilizers and feed mixtures; in the construction industry to obtain various materials and solutions; in food technology to prepare oils, confectionery and dairy products, products from chopped meat and fish semi-finished products, chopped boiled vegetables; in the petrochemical industry to obtain various petroleum products (fuel oil, oils, gasoline, etc.); in the mechanical engineering industry, mixing devices are used to manufacture various process fluids. The mixing process is also used to prevent sedimentation and for uniform heat distribution during food storage. [2,3].

In general, the mixing process can be divided into two types - mixing of liquid and solid media. The main processes for which apparatus with mixers are used are usually carried out in a liquid medium .

There are various methods of energy supply to the medium being processed: mechanical, circulation, jet, pulsating-jet, bubbling, gas-lift and magnetic-vortex. In industry, the most common is the mechanical method of mixing liquid media, which is carried out in reactors with mixing devices. This is explained by the high

ISSN 3030-3907

efficiency of such machines. Therefore, mechanical mixing devices are currently the most common [4].

Depending on the nature of the processes occurring in the reactor, various design versions of the apparatus are used. Steel, aluminum, titanium and their alloys are used as body materials. The inner surface of the apparatus, designed to work with acidic, alkaline or acid-alkaline environments, is enameled. The bottom and cover of the apparatus can be flat and elliptical. An electric motor connected to the stirrer shaft by direct and reduced transmission is usually used as a drive. To enhance the circulation of the liquid, the apparatus can be equipped with baffles. The mixing device can be equipped with heat exchange devices (coil or jacket) [5,6].

In addition to classic rotary mixing devices, there are many non-standard designs of devices. They can be divided into three types:

1) devices with complex spatial movement of working elements and planetary mixing devices;

2) vibratory mixing devices with reciprocating movement of working elements;

3) mixing devices with reciprocating rotational movement of working elements. [7].

EXPERIMENTAL AND METHODS

In addition to the well-known classification, the authors of this article have filed an application for the proposed invention of a mixing device with a drive in the form of a spatial crank mechanism (Fig.1).

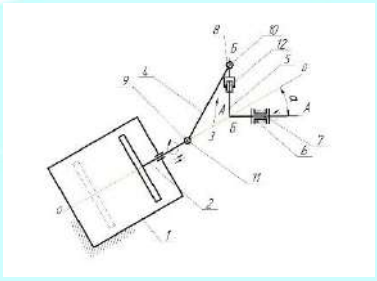


Fig.1. The mass output from the volume of the extracted brine
1. Reactor. 2. Shaft with working element. 3. Drive. 4. Connecting rod. 5. Crank.

Let's start the study by studying the movement of the fork around the loop. If we place the shaft of the mechanism at an angle a in the XOY plane relative to the O-O axis and turn the plug from the initial position, it will turn to some angle θ around the hook. In the vertical position of the mechanism (=0), if we move the shaft along the XOY plane to an angle α from the O-O axis, the plug turns around the loop to an angle θ, that is, the lever (3), and the loop (2) is at an angle α with the fork shaft (1) lie on different planes. In this case, the oscillating turn of the fork is equal to the angle θ, that is, θ = a.

ISSN 3030-3907

In the horizontal position of the mechanism (=90), the lever (3), hook (2) and fork shaft (1) lie in the XOY plane(Fig.2). Therefore, the oscillating angle θ of the plug is equal to zero, that is, θ=0.

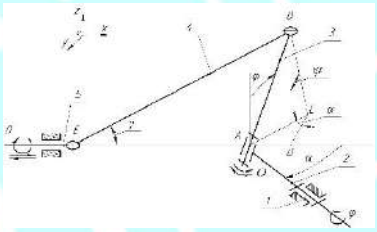


Fig 2. State of movement of the mixing device relative to the 0-0 axis

We use the following condition to find the connection between the angle of the fork's oscillating turn θ and the angle α. It is known that in the upright position of the mechanism (=90) θ = a or $\frac{\sin\theta}{\sin\alpha}$=1

If we turn the fork shaft from a vertical position to an angle, its initial position is found as follows

R·cos φ=R yoki cos φ=1

Here, the length of the R-loop is compared to the expressions (1) and (2) above, and we find the angle θ.

$$\theta = arcsin(sin\alpha \cdot cos\varphi)$$

$$L_{EP} = \sqrt{L_{EQ}^2 + L_{PQ}^2} = R \cdot \sqrt{1 - sin^2\alpha \cdot sin^2\varphi}$$

$$cos\psi = \frac{L_{EQ}}{L_{EP}} = \frac{cos\varphi}{\sqrt{1 - sin^2\alpha \cdot sin^2\varphi}}$$

$$\psi = arccos\frac{cos\varphi}{\sqrt{1 - sin^2\alpha \cdot sin^2\varphi}}$$

$$cos\gamma = \frac{L_{DK}}{L_{DE}} = \frac{L_{DN} + L_{NK}}{L_{DE}} = \frac{L_{TF} + L_{FP}}{L_{DE}} = \frac{1 + sin\alpha \cdot sin\varphi}{2}$$

Here $L_{EQ} = R \cdot cos\alpha$ is the organizer of the loop along the Z axis

Here $L_{PQ} = R \cdot cos\alpha \cdot sin\varphi$ - organizer of the loop along the Y axis

$$L_{GM} = L_{DT} = 2 \cdot R \cdot \left[\sin\left(arccos\frac{1 + sin\alpha \cdot sin\varphi}{2}\right) - \sqrt{1 - sin^2\alpha \cdot sin^2\varphi}\right]$$

$$\gamma = arccos\frac{1 + sin\alpha \cdot sin\varphi}{2}$$

$$S = R\ sin\alpha \cdot sin\varphi$$

Here: S- is the variable movement path of the bladed shaft; R- is the length of the curve; a - deviation of the crankshaft axis from the 0-0 axis; φ is the turning angle of the curved shaftUnlike existing designs of mixing devices, due to the fact that the mixer tank is installed with an inclination relative to the horizontal axis of the drive, the mixer simultaneously performs a rotational movement around the 0-0 axis and a reciprocating movement along the same axis. The mixing device

ISSN 3030-3907

consists of a reactor 1, a bladed working shaft 2 and a drive 3. The drive 3 includes a connecting rod 4 and a crank 5. The connecting rod 4 and the crank 5 are connected to each other by a hinge 8. The bladed working shaft 2 is connected by a hinge 9 to the end of the connecting rod 4. The axes 10, 11 of the hinges 8, 9 of the connecting rod 4 with the crank 5 and the bladed working shaft 2 are parallel to each other and at the same time perpendicular to the axis A-A of the shaft of the crank 5. The shaft of the crank 5 is connected to the housing 6 by means of a hinge 7. The hinge 8 connecting the crank 5 with the connecting rod 4 are connected to each other by an additional hinge 12 mounted on the upper part of the crank 5. The axis of the additional hinge 12 is located along the axis B-B of the crank 5. The housings of the hinges 8, 12 are made as a single unit[8-10].

The device operates as follows. When the A-A axis of the crank shaft 5 coincides with the 0-0 axis ($\alpha = 0^{\circ}$), the rotational movement of the crank 5 around the 0-0 axis of the crank shaft 5 is transmitted by the crank 5 through the connecting rod 3 to the bladed working shaft 2.As a result, the bladed working shaft 2 inside the reactor performs only rotational motion.

When the axis A-A of the crank shaft 5 is deflected from the axis 0-0 by an angle α with a numerical value greater than 0° to 90°, the crank 5, rotating around the axis A-A of the crank shaft 5, due to the hinge 9, simultaneously performs rotational motion around the axis 0-0 and rectilinear reciprocating motion along the same axis. This occurs due to the rotational-oscillatory motion of the crank 4 around the axis B-B along the body of the additional hinge 12. Subsequently, the rotation of the crank 5 around the axis 0-0 and the rectilinear reciprocating motion along the same axis perceived by the connecting rod 4 are transmitted to the bladed working shaft 2. As a result, the bladed working shaft 2 simultaneously performs a rotational motion around the 0-0 axis and a rectilinear reciprocating motion along the same axis. In this case, to regulate the magnitude of the rectilinear reciprocating motion of the bladed working shaft (2), it is necessary to change the value of the angle α by a value greater than 0° to 90° [11].

The use of a simplified drive design allows for increased efficiency in mixing liquids by introducing both rotary and adjustable linear reciprocating motion into the mechanism. In addition, a patent was obtained for a device for mixing liquids (Fig.3) [12].

ISSN 3030-3907

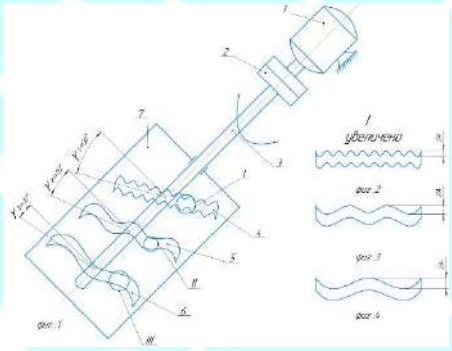


Fig 3. A device for mixing materials in a liquid environment
1. Drive. 2. Coupling. 3 Working shaft. 4. I blades. 5. II blades. 6. III blades. 7. Reservoir

The device consists of an electric drive 1, a clutch 2, a working shaft 3, disks rigidly mounted at an angle on it, blades 4,5,6 with a wavy surface. Blades 4,5,6 are located in a reservoir 7 with a liquid not mixed with the components.

The vertical movement of the working shaft 3 with blades 4,5,6 is obtained from the electric power supply 1 through the coupling 2. In this case, the upper blade is installed at a large angle a1 = 30˚ at the working values with the blades the rotor rotates and the rotor rotates, so the vertical rotors. In this case, the small volumes on the surface of the blades 4 allow them to operate at high frequency on the fluid components, effectively mixing them.

Important mixing of liquid and their components of liquid, to some extent is transmitted and deep into the tank 7. In this case, the middle blade 5 changes the angle of inclination α2 = 20˚ additionally moves the components A2 of the liquid. In this case, the amplitude of the undulations allows mixing the components of the liquid with a large size. Further, this effect is enhanced by the greater amplitude of the undulations of the surface of the disk blade 6.

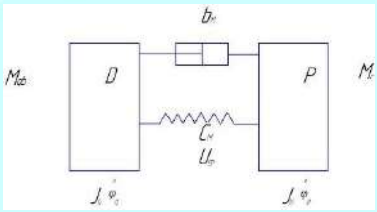


Fig 4. Calculation scheme of the machine unit

$$M_c = M_1 + M_{01}\,sin\,\omega\,t + M_{02}\,sin\,\omega\,t + M_{03}\,sin\,\omega\,t$$

The use of a simplified drive design allows for increased efficiency of liquid mixing by using inclined disc blades with wavy surfaces and simplifying the drive device [13].

The design of the spatial curve-rod gear mixer device allows the improved blade to rotate from the rotating position to the downward and upward symmetrical alternating advance and reverse movement, reducing the energy consumption for mixing the liquid medium and increasing the life of the device. Due to this, it was

ISSN 3030-3907

recommended to use the improved construction, which increases the product quality by 1.25% and efficiency by 2.5-3%, for production [14].

Graphical representation of the experimental results, determination of its mathematical expression allows to better understand the physical nature of the process under study. We used the Mathcad package for graphic representation of the experimental results and determination of the algebraic expression of the functional dependence of the positions of the input and output links of the mechanism on time.

RESULTS AND DISCUSSION

When calculating the economic efficiency achieved as a result of the industrial introduction of a mixing device designed to increase the intensity of mixing of liquid media, the increase in the effect of the mechanical mixing device on the liquid medium and the reduction of the time of the mixing process are taken into account.

In improving the design of the mixer of materials in a liquid environment, the following are proposed:

1. In this device, from the rotating state of the blade, it suddenly moves downwards and upwards by a symmetrical alternating advance, which reduces the energy consumption spent on mixing the liquid medium and increases the service life of the device.

2. The proposed mixing device is called ``Spatial Crankshaft Geared Mixer Device". As a result of the conducted researches, it has been scientifically and practically justified that by improving the construction of the mixing device, the liquid is mixed with high quality and intensively, and the efficiency and productivity of the device have increased. It also prevents sediment formation. Optimum parameters ensuring production efficiency have been determined

3. An efficient design of the proposed mixing device is developed. The noise level of the mixing device is quite low. According to the existing mixing device, the noise level of the recommended device was reduced by 4-8 dB, i.e. by 1.5 times.

4. The design of the spatial curve-rod gear mixer device allows the improved blade to rotate from the rotating position to the downward and upward symmetrical alternating advance and reverse movement, reducing the energy consumption for mixing the liquid medium and increasing the life of the device. Due to this, it was recommended to use the improved construction, which increases the product quality by 1.25% and efficiency by 2.5-3%, for production [15].

CONCLUSION

In the article, several devices were analyzed for the improvement of the design of the mixer of materials in the liquid medium and the dynamic analysis of the machine assembly with the working body mechanism, the implementation of

ISSN 3030-3907

experimental testing in the production conditions of the newly created mixing device, and the dynamic analysis of the machine assembly with the working body mechanism. mixed devices can be widely used in agriculture and mining. Different mixing techniques and methods are used to separate ores from inclusions. Advanced robust mixing equipment is used in mining, agriculture, manufacturing and many other industries.

REFERENCES

1. Bakhtiyor Mardonov, Zayniddin Oripov, Rashid Muminov, JamshedRavshanov, and NodirbekJo‘rayev. Effect of dispersed particles of aluminum oxide on the degree of defects of the crystalline structure of the chromium coating. / E3S Web of Conferences 417, 06001 (2023) GEOTECH-2023 https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341706001

2. Yarullin M.G., Mingazov M.R. Kinematics of characteristic points of working links of the spatial 4R-mechanism as an activator of mixing processes // Bulletin of Izhevsk State Technical University. 2014. No. 3 (63). P. 34-38.

3. Hamroyev Sh.G. Kinematics of the working bodies of the mechanism of the hinge coupling at different values of the number of input link speeds // Academic Research in Educational Sciences (ARES). – Uzbekistan, 2022. – Volume 3. – Issue 7.– rr. 152-167 (SJIF: 5,7).

4. Klementyeva, I.N., Kuziev, D.A. Extracting-and-loading dragline with innovative design bucket/Mining Informational and Analytical Bulletin, 2019, 2019(7), pp. 149–157. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-07-0-149-157

5. Toshov B.R., Khamzaev A.A., Khamroev Sh.G. Kinematics of the articulated coupling used in a mechanical mixer // Young scientist: international scientific journal. - Moscow, 2017. - No. 1. - P. 89-95.

6. R.O. Muminov, A.N. Ruzibaev, N.N. Juraev, J.R. Ravshanov, D.A. Kuziev. DEVELOPMENT OF MEASURES TO ENHANCE THE ROTATION AND FEED MECHANISM OF A DRILL RIG 2024 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • ugol’ – russian Coal Journal, 2024, № 1, pp. 94-99 DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2024-1-94-99

7. Khamroev Sh.G. Mixing liquids with a changing diameter of a mechanical mixer // Exact science. - Kemerovo, 2019. - P. 33-38.

8. Toshov B.R., Hamroyev Sh.G. Suyuqliklarni aralashtirishda sharnirli mufta zvenolarining harakat qonunini aniqlash // Young scientist. – Moscow, 2020. – No. 38. – pp. 219-225.

9. Shukurov R.U., Ruzibaev A.N., Shukurov N.R., Umarov A.I. Increasing the capability of cutting elements of excavators under operation of NMMC // Journal "European science", Publishing House "Problems of Science" - Russian Federation, 2020.-№ 3¬, - P. 20-22.

ISSN 3030-3907

10. D.D.Zhuraev, A.Zh.Zhuraev.,Sh.A.Umarov., Zh.Kh.Manglieva., N.M.Obitov. Z.N.Eshboeva. Determination of angle and speed of interaction of cotton seed rush with the multifaceted screen drum of the separator. X ITERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT AGRITECH –X 2024 https:conf.domnit.ru/en/conferences/agritech10-20224/ 3 may 2024.

11. Toshov B.R., Khamroev Sh.G. Применение шарнирной муфты для очистки дна реактора // «Zamonaviy ta'lim tizimini rivojlantirish va unga qaratilgan kreativ g'oyalar, takliflar va yechimlar» mavzusidagi 16sonli respublika ilmiy-amaliy on-line konferensiya.– Farg'ona, 2021. – C. 92-98.

12. MuminovR, Yakhshiev Sh, JamshidRavshanov, ZayniddinOripov, NodirbekJuraev, and MahbubaMaxmudova. // Development of technical solutions for modernization of the rotary feed mechanism of a quarry drilling rig / E3S Web of Conferences 486,AGRITECH-IX 2023 05007 (2024) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448605007

13. Obitov N.M., Ruzibaev A.N. Heat Treatment of Non-Hardened Aluminum Alloys. The Third International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering. AIP Conference Proceedings 2612, 040004 (2023); Published Online: 15 March 2023; https://aip.scitation.org/toc/apc/2612/1

14. Hamroyev Sh.G. Application of a hinged coupling for cleaning the reactor bottom // Innovations in technology and science education scientific journal. – Uzbekistan, 2022. – Volume 1. – Issue 1. – P. 207-216.

ISSN 3030-3907

KUCHLARNING MUVOZANAT SHARTLARINI O‘RGANISHDA SINUSLAR TEOREMASIDAN FOYDALANISH USULLARINI O‘RGANISH

Jiyanboyeva Muattar

Sirdaryo viloyati Guliston shahar 7-maktab Fizika fani oqituvchisi.

E-mail: jiyanboyevamuattar@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada statika masalalarini yechishda sinuslar teoremasidan foydalanishning afzalliklari yoritilgan. Uchta kuch muvozanatiga doir masalalarni yechishda sinuslar teoremasidan foydalanish masala yechimini osonlashtiradi. Maqolada uchta kuch muvozanatiga doir masalalarning yechimini topish usullarini o‘quvchi uchun tushunarli tarzda yetkazish metodikasi tushuntirib o‘tilgan. Bu esa o‘z navbatida chizmali masalalarda o‘quvchi duch keladigan qiyinchiliklarni bartaraf etish uchun xizmat qiladi.

Maqolada uchta kuch muvozanatini o‘rganishda sinuslar teoremasidan foydalanish maqsadga muvofiqligi masalalarning namunaviy yechimlari orqali asoslab berilgan.

Shunungdek, maqolaning kirish qismida masalalar yechimini izlashda zarur bo‘ladigan nazariy ma’lumotlar batafsil bayon etilgan.

Kalit so‘zlar: Sinus, muvozanat (tinch holat), statika, kuch momenti, sinuslar teoremasi, absolyut qattiq jism, burchak, gradus.

Abstract. This article discusses the advantages of using the theorem of sines in solving statics problems. Using the theorem of sines in solving three-force balance problems makes the problem easier to solve. The article explains the methodology for presenting the methods for solving three-force balance problems in a way that is understandable to the reader. This, in turn, serves to eliminate the difficulties that the reader may encounter in graphical problems.

The article justifies the feasibility of using the theorem of sines in studying the balance of three forces through sample solutions to problems.

Additionally, the introduction to the article provides a detailed description of the theoretical information necessary to find solutions to the problems.

Keywords: Sine, equilibrium (rest), statics, moment of force, law of sines, absolute rigid body, angle, degree.

Аннотация. В данной статье рассматриваются преимущества использования теоремы синусов при решении задач статики. Применение теоремы синусов при решении задач на равновесие трёх сил упрощает решение. В статье излагается методика изложения методов решения задач на равновесие трёх сил в доступной для понимания читателю форме. Это, в свою очередь, позволяет избежать трудностей, с которыми читатель может столкнуться при решении графических задач.

ISSN 3030-3907

В статье на примере решения задач обосновывается целесообразность использования теоремы синусов при изучении равновесия трех сил.

Кроме того, во введении к статье дается подробное описание теоретической информации, необходимой для поиска решений проблем.

Ключевые слова: Синус, равновесие (покой), статика, момент силы, закон синусов, абсолютно твердое тело, угол, градус.

Kirish.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 19-martdagi PQ-5032-sonli “Fizika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorida ta’lim muassasalarida fizika fanini o‘qitish sifatini oshirish, ta’lim jarayoniga zamonaviy o‘qitish uslublarini joriy qilish, iqtidorli o‘quvchilarni saralash, mehnat bozoriga raqobatbardosh mutaxassislarni tayyorlash, ilmiy tadqiqot va innovatsiyalarni rivojlantirishga qaratilgan kompleks chora-tadbirlar dasturi belgilab berilgan [1]. Akademik litseylar fizika kursi o‘quv dasturida fizika faning barcha bo‘limlari nazariy, amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlari orqali o‘quvchilarga yekaziladi. Fizika fanining o‘ziga xos xususiyatidan kelib chiqib, berilgan nazariy bilimar asosan amaliy darslarda mustahkamlanadi. Ayniqsa, mexanika bo‘limiga oid mavzularni o‘rganishda o‘quvchi matematika va geometriya fanlaridan chuqur bilimga ega bo‘lish talab etiladi. Xususan, statika bo‘limiga doir masalalar aksriyat hollarda chizma-grafik ko‘rinishda beriladi va o‘quvchidan matematik va geometrik formula va qonuniyatlarga murojaat qilishi tabiiy holdir.

Mazkur maqola uch kuch muvozanatiga doir masalalarni sinuslar teoremasiga keltirib yechish usullari yoritilgan. Statika bo`limida aksariyat masalalar chizmali-grafik ko‘rinishda berilgan va bunda masalalar yechimiga erishish uchun sinuslar va kosinuslar teoremasi usullarini qo‘llash muhim ahamiyatga egaligi yoritilgan [2].

Mavzuga oid masalalarning tahlili. Fizikadan masalalar yechish jarayonida o‘quvchlarning mantiqiy fikrlashlari kengayadi va ijodiy qobiliyati rivojlanadi. Olingan nazariy bilimlarni amaliy qollash ko‘nikmalari shakllanibboradi. Fizikadan beriladigan masalalar murakkablik darajasiga ko‘ra turlicha tavsiflanadi. Yechilish usullariga ko‘ra esa sifat, eksperimental, grafik va ijodiy masalalarga bo‘linadi.

Statika bo‘limiga doir masalalar ko‘pincha chizma-grafik ko‘rinishda beriladi va oquvchilarga ularni yechimlarini olishda muayan qiyinchiliklar tug‘diradi. Bunday mazmundagi uchta kuch muvozanatiga doir berilgan masalalar namunaviy yechimlari bo`yichi qo`llanilgan usllar tahlil E.M. Nikitin tomonidan ko‘rsatib o‘tilgan [3].

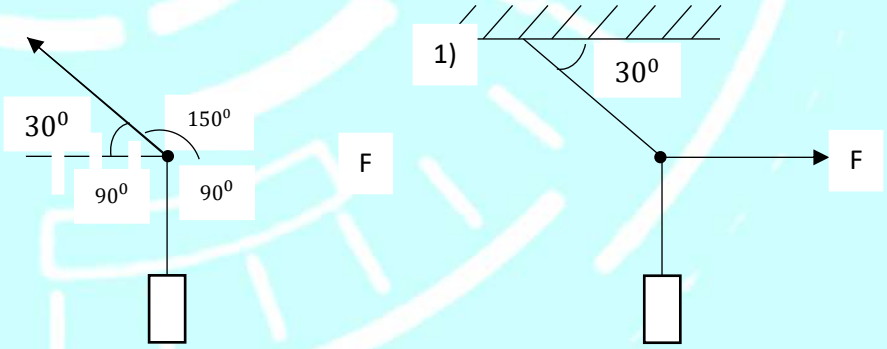
ISSN 3030-3907

Ma’lumki, uchta kuch muvozanatiga doir masalalarni yechishda sinuslar teoremasidan foydalanish masala yechimini osonlashtiradi. Sinuslar teoremasini qo‘llagan holda yechimga erishiladigan masalalar akademik litseylar uchun mo‘ljallangan qator darsliklarda mavjud [4-8].

Tadqiqot metodologiyasi. Uchta kuch muvozanatiga doir masala yechishda quyidagilarni bilishimiz lozim bo‘ladi:

- berilgan masala shartini bir necha marta o‘qib chiqish;
- masalaning shartini tushunish, tasavur qilish, mulohaza qilish va tahlil qilish;
- kuchlarning qo‘yilish nuqtasini aniqlash;
- kuchlar orasidagi burchaklarni aniqlash;
- kuchlarning ta’sir chizig‘ini bilish va chizish;
- sinuslar teoremasini qo‘llagan holda masalani yechish.

1-masala. Rasmda berilgan ma’lumotlardan foydalanib quyidagilarni toping! $P = 120\sqrt{3}$



Bu masalada uchta kuchning kesishish nuqtasiga o‘tkazilgan vertikal va gorizontal chiziqlar orqali kuchlar orasidagi va har bir kuch qarshisidagi burchaklarni topamiz [6].

1. Taranglik kuchi gorizontal bilan tashkil qilgan burchagi 30^0 va 150^0
2. Og‘irlik kuchi gorizontal bilan tashkil qilgan burchagi 90^0 va 90^0
3. F kuch gorizontal yo‘nalgan taranglik kuchi bilan 150^0 og‘irlik kuchi bilan 90^0 burchakni tashkil qiladi.
4. F kuch qarshisidagi burchak 120^0, Og‘irlik kuchi qarshisidagi burchak 150^0, Taranglik kuchi qarshisidagi burchak 90^0 ekanligini aniqladik.
5. Masala shartida berilgan kuchlarni topish uchun sinuslar teoremasi formulasiga qo‘yamiz.
6. Formuladan proporsiya usulida F kuch bilan T taranglik kuchlarini topamiz burchaklar jadvalidan graduslarga mos qiymatlarni qo`yib hisoblaymiz [9].

F - ? T - ?

7) $T = > 90^0$

$F = > 120^0$

$P = > 150^0$

8) $\frac{F}{\sin 120^0} = \frac{P}{\sin 150^0}$

$\frac{T}{\sin 90^0} = \frac{P}{\sin 150^0}$

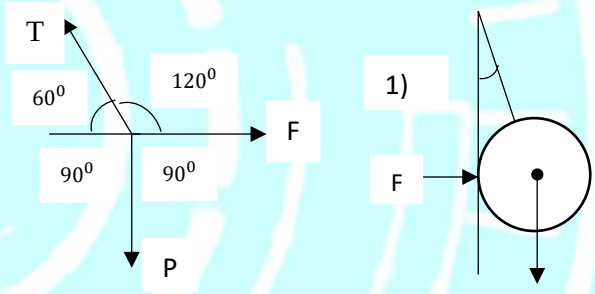
$\Rightarrow \begin{cases} F = \frac{\sin 120^0}{\sin 150^0} * P \\ T = \frac{\sin 90^0}{\sin 150^0} * P \end{cases}$

ISSN 3030-3907

$$F = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} * 120\sqrt{3} = 120 * \sqrt{3} * \sqrt{3} = 360 \text{ N}$$

$$T = \frac{1}{\frac{1}{2}} * 120\sqrt{3} = 240\sqrt{3} \text{ N}$$

2-masala. Rasmda berilgan ma'lumotlardan foydalanib, ipning taranglik kuchini hamda sharning devorga beradigan reaksiya kuchini toping! P = $60\sqrt{3}$ N.



Bu masalada uchta kuchning kesishish nuqtasiga o'tkazilgan vertikal va gorizontal chiziqlar o'tkazib kuchlar orasidagi va har bir kuch qarshisidagi burchaklarni topamiz [7,10].

1. Taranglik kuchi gorizontal bilan tashkil qilgan burchagi 60^0 va 120^0.
2. Og'irlik kuchi gorizont bilan tashkil qilgan burchagi 90^0 va 90^0.
3. Sharning devorga beradigan kuchi Nyutonning uchinchi qonuni ta'sir va aks ta'sir qonuniga asosan F kuch yoki reaksiya kuchi ham deyiladi. Kuch gorizontal yo'nalgan taranglik kuchi bilan 60^0 va 120^0 burchak, og'irlik kuchi bilan 90^0 burchakni tashkil qiladi.
4. F kuch qarshisidagi burchak 150^0, og'irlik kuchi qarshisidagi burchak 120^0, taranglik kuchi qarshisidagi burchak 90^0 ekanligini aniqladik.
5. Masala shartida berilgan kuchlarni topish uchun sinuslar teoremasi formulasiga qo'yamiz.
6. Formuladan proporsiya usulida F kuch bilan T taranglik kuchlarini topamiz va burchaklar jadvalidan graduslarga mos qiymatlarni qo'yib hisoblaymiz.

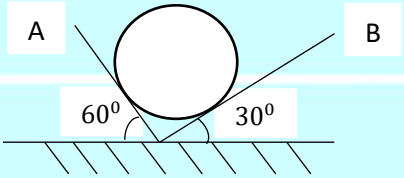
T = ?
F = ?

$$\left\{ 7)\ \frac{P}{\sin 120^0} = \frac{T}{\sin 90^0};\ \frac{P}{\sin 120^0} = \frac{F}{\sin 150^0} \right\} \Rightarrow \left\{ T = \frac{\sin 90^0}{\sin 120^0} * P = 120 \text{ N};\ F = \frac{\sin 150^0}{\sin 120^0} * P = 60 \text{ N} \right\}$$

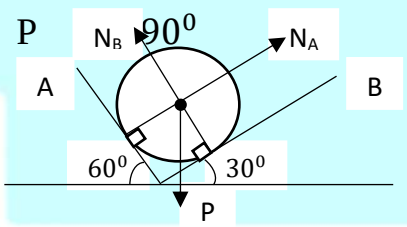
3-masala. Berilgan ma'lumotlardan foydalanib, og'irligi 10 N bo'lgan sharning devorlarga beradigan reaksiya kuchlarini toping [11].

Yechish:

1)



2)



$N_A \rightarrow 150^0$
$N_B \rightarrow 120^0$

ISSN 3030-3907

Bu masalada sharning devorlarga va devorlarning sharga ta’sir kuchlari va ularning kesishish nuqtasiga o‘tkazilgan vertikal va gorizontal chiziqlar orqali kuchlar orasidagi va har bir kuch qarshisidagi burchaklarni topamiz.

1. N_A va N_B reaksiya kuchlari sharlarning A va B devorlarga beradigan ta’sir kuchi yoki reaksiya kuchi deyiladi. Nuytonning uchinchi qonuniga asosan ta’sir aks ta’sir qonuni shar devorga qanday kuch bilan ta’sir qilsa, devor ham sharga shunday kuch bilan ta’sir qiladi.

2. Sharning devorlarga urinish nuqtasi perpendikulyar demak, N_A va N_B reaksiya kuchlari bilan devor orasidagi burchak 90^0.

3. Kuchning yo‘nalishi kuchning ta’sir chizig‘i yo‘nalishi bilan bir xil yo‘naladi.

4. Sharning devorlarga beradigan ta’sir kuch chiziqlari bilan sharning og‘irlik kuchi kesishadigan nuqtani topamiz.

3. N_A reaksiya kuchi qarshisidagi burchak 150^0, og‘irlik kuchi qarshisidagi burchak 90^0, N_B reaksiya kuchi qarshisidagi burchak 120^0 ekanligini aniqladik.

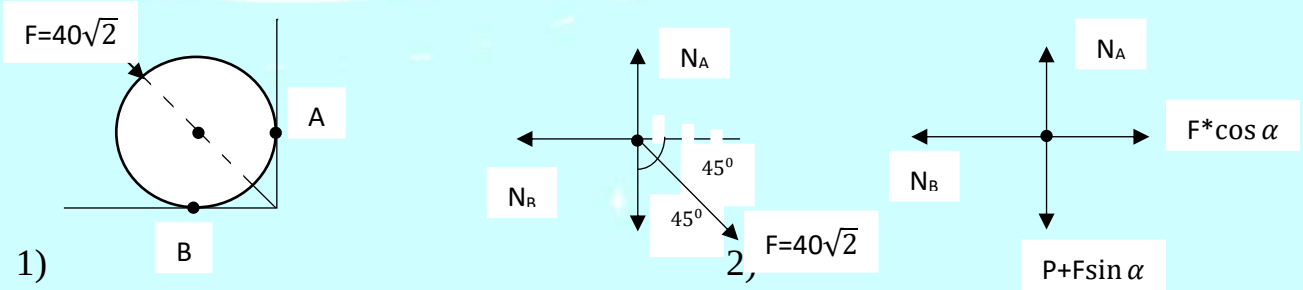
5. Masala shartida berilgan kuchlarni topish uchun sinuslar teoremasi formulasiga qo‘yamiz.

6. Formuladan proporsiya usulida N_A reaksiya kuchi va N_B reaksiya kuchini topamiz. Burchaklar jadvalidan graduslarga mos qiymatlarni qo‘yib hisoblaymiz.

3) $\begin{cases} \frac{P}{\sin 90^0} = \frac{NA}{\sin 150^0} & NA = \frac{\sin 150^0}{\sin 90^0} * P = \frac{\frac{1}{2}}{1} * P = \frac{P}{2} = 5\ N \\ \frac{P}{\sin 90^0} = \frac{NB}{\sin 120^0} & NB = \frac{\sin 120^0}{\sin 90^0} * P = \frac{\sqrt{3}}{2} * P = \frac{\sqrt{3}}{2} * P = 5\sqrt{3}\ N \end{cases}$

4-masala. Og‘irligi 30 N bo‘lgan sharga rasmda ko‘rsatilganidek kuch ta’sir etayotgan bo‘lsa, sharning devorlarga beradigan reaksiya kuchini toping [12].

Yechish:



Bu masalada sharning va sharga ta’sir qilayotgan kuchning devorlarga va devorlarning sharga ta’sir kuchlari va ularning kesishish nuqtasi va bu nuqtaga o‘tkazilgan vertikal va gorizontal chiziqlar orqali kuchlar orasidagi va har bir kuch qarshisidagi burchaklarni topamiz.

1. N_B reaksiya kuchi sharning B devorga beradigan ta’sir kuchi yoki reaksiya kuchi deyiladi. Nuytonning uchinchi qonuniga asosan ta’sir aks ta’sir qonuni shar devorga qanday kuch bilan ta’sir qilsa, devor ham sharga shunday kuch bilan ta’sir qiladi. Bu kuchning yo‘nalishi pastdan yuqoriga qarab yo‘nalgan.

ISSN 3030-3907

2. N_A reaksiya kuchi sharning A devoriga beradigan ta'sir kuchi yoki reaksiya kuchi deyiladi. Nuytonning uchinchi qonuniga asosan ta'sir aks ta'sir qonuni shar devorga qanday kuch bilan ta'sir qilsa, devor ham sharga shunday kuch bilan ta'sir qiladi. Bu kuchning yo'nalishi gorizontal, ya'ni pastdan yuqoriga qarab yo'nalgan.
3. Sharga ta'sir qiladigan kuchni gorizontal va vertikal tashkil etuvchi kuchlarga ajratamiz.
4. Yo'nalishlarga mos holda kuchlarning natijaviysini topib (qo'shib) qo'yamiz.
5. Jismlar sistemasi muvozanatda bo'lishi uchun kuchlarning algebrayik yig'indisi nolga teng bo'ladi.

$N_B = F^* \cos\alpha \longrightarrow N_B = 40\sqrt{2} * \frac{\sqrt{2}}{2} = 40\ N$

$N_A = P + F\sin\alpha \longrightarrow N_A = 30 + 40\sqrt{2} * \frac{\sqrt{2}}{2} = 70\ N$

Tahlil va natijalar. 1-masalani yechishda uchta kuch kesishuvchi nuqtani aniqlaymiz. Bu nuqta orqali vertikal va gorizontal chiziqlar o'tkazib, kuchlar orasidagi va har bir kuch qarshisidagi burchaklarni topamiz. Chizmadan ko'rinib turibdiki, taranglik kuchi gorizont bilan tashkil qilgan burchak 30 va 150^0. Og'irlik kuchining gorizont bilan tashkil qilgan burchagi 90^0 va 90^0. F kuch gorizontal yo'nalgan taranglik kuchi bilan 150^0 og'irlik kuchi bilan 90^0 tashkil qiladi. Masala yechimining keyingi bosqichida har bir kuch qarshisidagi burchakni topish muhim ahamiyatga ega. Bundan kelib chiqib, F kuch qarshisidagi burchak 120^0 og'irlik kuchi qarshisidagi burchak 150^0, taranglik kuchi qarshisidagi burchak 90^0 ekanligi aniqlandi. Masalaning yechimini topishda sinuslar teoremasi formulasiga qo'yamiz. Formuladan proporsiya usulida F kuch bilan T taranglik kuchlarini topamiz. Burchaklar jadvalidagi graduslarga mos qiymatlarni qo'yib hisoblaymiz.

2-masalada ham birinchi masaladagidek yechim jarayoni shunday olib boriladi, biroq o'quvchi e'tibor berishi kerak bo'lgan kuchning ta'sir chizig'ini bilishi va Nyutonning uchinchi qonuniga ko'ra ta'sir va aks ta'sir qonuniga asosan F kuch yoki reaksiya kuchi ham deyiladi. Ya'ni sharning devorga beradigan kuchi bilan devorning sharga beradigan kuchini bilish va tasavvur qilish muhim ahamiyatga ega. Shundan kelib chiqqan holda, F kuch (reaksiya kuchi) taranglik kuchi bilan 120^0 ga va og'irlik kuchi 90^0 ni tashkil qilganligini ko'rishimiz mumkin.

3-masalada sharning devorlarga va devorlarning sharga ta'sir kuchlari, ularning ta'siri, kesishish nuqtasini aniqlab olamiz. Birinchidan, N_A va N_B reaksiya kuchlari sharlarning A va B devorlarga beradigan ta'sir kuchi yoki reaksiya kuchi deyiladi. Nyutonning uchinchi qonuniga asosan ta'sir aks ta'sir qonunini shar devorga qanday kuch bilan ta'sir qilsa, devor ham sharga shunday kuch bilan ta'sir qiladi. Ikkinchdan, sharning devorlarga urilish nuqtasi perpendikulyarligidan N_A va N_B reaksiya kuchlari bilan devor orasidagi burchak 90^0 ekanligi kelib chiqadi.

ISSN 3030-3907

Uchinchidan, kuchning yo‘nalishi kuchning ta’sir chizig‘i yo‘nalishi bilan bir xil yo‘nalgan. Sharning devorlarga beradigan kuch chiziqlari yoki devorlarning sharga beradigan ta’sir kuch chiziqlari bilan sharning og‘irlik kuchi kesishadigan nuqtani topamiz. N_A reaksiya kuchi qarshisidagi burchak 150^0, og‘irlik kuchi qarshisidagi burchak 90^0, N_B reaksiya kuchi qarshisidagi burchak 120^0 ekanligi aniqlandi va hisob-kitoblar oldingi masalalardek yechiladi.

4-masalada 3-masaladan farqli ravishda shar A va B devor bilan bevosita ta’sirlashadi, undan tashqari sharning ustidan bosadigan F kuchning yo‘nalishini bilgan holda uning *y* va *x* o‘qlardagi proyeksiyalarini (qiymatlarini) topamiz. Shar muvozanatda bo‘lishi uchun kuchlarning *y* va *x* o‘qlardagi qiymatlarini tenglashtirib noma’lum kuchlarni topamiz. N_A reaksiya kuchi $P+FSin\alpha$ ga teng. N_B reaksiya kuchi esa $Fcos\alpha$ teng.

Xulosa va takliflar. Maqolada uchta kuch muvozanatini o‘rganishda sinuslar teoremasidan foydalanish afzalliklarini yoritishda quyidagi xulosalarga kelindi:

Murakkab holatdagi masalani ham kuchlarning ta’sir kuch chiziqlarini o‘tkazish orqali kuchlar orasidagi burchakni aniqlab, osongina sinuslar teoremasiga keltirib masala yechimini topish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. https://lex.uz/docs/5338558- Qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi.
2. O‘lmasova M.H. “Fizika mexanika va malekulyar fizikasi” 1-kitob..(Akademik litseylar uchun) Toshkent. O‘qituvchi-2007 y.
3. Nikitin E.M. texnikumlar uchun Nazariy mexanika Toshkent. O‘qituvchi, 1970.
4. Dusmuratov M.B. Oliy o‘quv –yurtlriga kiruvchilar uchun qo‘llanma 2016.
5. No‘monxo‘jayev A.S., Xudoyberganov A.M., Tursunmetov K.A., Fattaxov M.A., Nurmatov N.A., Normatov B. “Fizika” I qism, Akademik lisey uchun. – T.: “O‘qituvchi”, 2001. 352 b.
6. Tursunmetov K.A., Uzoqov A.A., Bo‘riyev I., Xudoyberganov A.M. Fizikadan masalar to‘plami. Toshkent. “O‘qituvchi”, 2005.
7. Rimkevich A.P. “Fizikadan masalalar to‘plami”. Toshkent. O‘qituvchi, 2012.
8. Ahmedjanov I. O., Bekjonov R. B. Fizika (oliy o‘quv yurtiga kiruvchilar uchun) Toshkent.-1998.
9. Tursunmetov K.A. va b.. Fizikani takrorlang. Ma’lumotnoma. – T.: “O‘qituvchi”, 2007-2012. 200 b.
10. Myakishev G. Ya., Buxovsev B. B.. Fizika. O‘rta maktabning 11-sinfi uchun darslik. – T.: O‘qituvchi, 1995.

ISSN 3030-3907

UDK 51:621.72+665.551.1(045)

IKKI QATLAMLI O‘ZARO DINAMIK BOG‘LANGAN GAZ KONLARI FILTRATSIYA JARAYONINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH

Nazirova Elmira Shodmonovna
Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, DcS, professor
E-mail: elmira_nazirova@mail.ru
Mahmudova Mohiniso Mizrof qizi
Tashkent University of information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi, Phd
E-mail: mahmudova_mohiniso@mail.ru
Eshqarayeva Narxol G‘uzarovna
Karshi State University, PhD, associate professor
E-mail: 1970narxol@gmail.com
Xujamurotova Mashxura G‘ayrat qizi
Karshi State University, doctoral student
E-mail: mashxuraxujamurotova@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada g‘ovak muhitlarda ikki qatlamli gaz nostatsionar filtratsiya jarayonining matematik modeli va hisoblash algoritmi keltirilgan. Modellashtirish jarayonida qatlam bosimi hamda o‘tkazuvchanlik koeffitsientlarining fazoviy va vaqtga bog‘liq o‘zgaruvchanligi inobatga olingan. Chegaraviy masalani sonli modellashtirishda chekli-ayirmalar usuli, kvazichiziqli usul va Gauss usullaridan foydalanilgan. Shuningdek, samarali sonli usullar va algoritmlar asosida dasturiy ta’minot ishlab chiqilgan. Shu bilan birga kompyuterda hisoblash tajribalarini o‘tkazish va olingan sonli natijalarni vizuallashtirish jarayonlari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Matematik model, algoritm, dastur, sonli usullar, ko‘p qatlamli, dinamik aloqa, sust o‘tkazuvchan qatlam, chekli ayirmalar usuli, Gauss usuli.

Abstract. This article presents a mathematical model and a computational algorithm describing the unsteady gas filtration process in a two-layer porous medium. In the modeling process, variations of the formation pressure and permeability coefficients with respect to both space and time are taken into account. To solve the boundary value problem numerically, the finite difference method, the quasi-linear approach, and the Gauss method are applied. In addition, software has been developed based on efficient numerical methods and algorithms, allowing for computer simulations and visualization of the obtained numerical results.

The outcomes of this research can be effectively used for the analysis and optimization of gas field development processes.

ISSN 3030-3907

Keywords: Mathematical model, algorithm, software, numerical methods, multilayer filtration, dynamic interaction, low-permeability layer, finite difference method, Gauss method.

Аннотация. В данной статье представлена математическая модель и вычислительный алгоритм, описывающие нестационарный процесс фильтрации газа в двухслойной пористой среде. При моделировании учитываются изменения пластового давления и коэффициентов проницаемости в пространстве и во времени. Для численного решения краевой задачи использованы методы конечных разностей, квазилинейный подход и метод Гаусса. Кроме того, на основе эффективных численных методов и алгоритмов разработано программное обеспечение, позволяющее проводить компьютерные эксперименты и визуализировать полученные численные результаты. Результаты исследования могут быть эффективно применены для анализа и оптимизации процессов разработки газовых месторождений.

Ключевые слова: математическая модель, алгоритм, программное обеспечение, численные методы, многослойная фильтрация, динамическая связь, слабопроницаемый слой, метод конечных разностей, метод Гаусса.

1. Kirish

Hozirgi kunda ko‘p qatlamli o‘zaro dinamik bog‘langan gaz konlari filtratsiya jarayonlarini matematik modellashtirish va gaz sanoatiga tatbiq etish dolzarb masalalardan hisoblanadi. Gaz sanoati xalq xo‘jaligining muhim tarmoqlaridan biri bo‘lib, tabiiy yonuvchi gazlar sanoat va kundalik hayotda keng qo‘llaniladi. Mamlakatning yoqilg‘i balansida tabiiy gazning ulushi tobora ortib bormoqda. Gazdan foydalanish texnologik jarayonlarning samaradorligini oshirish, mehnat unumdorligini yuksaltirish va moddiy ishlab chiqarish sohasida resurslardan samarali foydalanishni ta’minlashda muhim omil hisoblanadi. Gaz konlarini o‘zlashtirish va ulardan oqilona foydalanish murakkab filtratsion jarayon bo‘lib, uni real vaqtda tadqiq qilish juda katta mablag‘ va vaqt talab qiladi. Shu sababdan ushbu jarayonni matematik va sonli modellar asosida tadqiq qilish, kompyuterli modellashtirish va dasturiy mahsulotlar ishlab chiqib ilmiy tadqiq qilish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

G‘ovak muhitda gazning filtratsiya jarayoni, gaz parametrlarining turli qiymatlari hamda filtratsiya maydonining turli konfiguratsiyalari uchun kompyuterda bir qator hisoblash tajribalari olib borilmoqda "Ikkita o‘zaro dinamik bog‘langan gaz va neft konlaridagi qatlam tizimi uchun matematik model hamda uni echish usullari adabiyotlarda batafsil yoritilgan bo‘lib, ushbu maqolada keng foydalanilgan. Maqolada oddiy differensial tenglamalar tizimlari uchun Koshi masalalarini echishning chegaraviy masalalari, shuningdek, elliptik tipdagi

ISSN 3030-3907

tenglamalar sistemalari, parabolik va giperbolik tipdagi tenglamalar uchun boshlang‘ich va chegara shartlari bilan masalalarni echish, hamda elliptik tipdagi operatorlar uchun o‘zaro qiymat masalalari ko‘rib chiqilgan [1].

Maqolada ko‘rib chiqilayotgan har bir masalada yuzaga keladigan klassik tenglamalarni echishning raqamli usullarini qurishni ko‘rsatish, asosiy g‘oyalar va tushunchalarni berish, shuningdek, amaliyotda yuzaga keladigan muammolarni hal qilish uchun zarur bo‘lgan ba’zi tadqiqot ko‘nikmalarini berishdir. Monografiyada algoritmlarning konstruksiyalari va ayrim tadqiqotlari bayon etilgan, sonli usullarni qo‘llash shartlari shakllantirilgan va ularga qisqacha tavsif berilgan. Ammo matematik modelni qurish shartlarini (dastlabki ma’lumotlarni spetsifikatsiya xatosi, muammo echimlarining mavjudligi va o‘ziga xosligi va boshqalar) hisobga olmasdan hal qilish usullari haqida gapirish mumkin emas. Shu bilan birga, masalaning har bir mashina echimi matematik yoki fizik model tenglamalarining echimi emas, shuning uchun kitobda mashinalarda olingan hisoblash natijalarini tahlil qilishning ba’zi masalalari ko‘rib chiqilgan va echimning to‘g‘riligini tekshirish bo‘yicha ba’zi tavsiyalar berilgan.[2]

Maqolada mahsuldor qatlamlardan gaz qazib olishni ko‘paytirish va tadqiqot obyektining asosiy ko‘rsatkichlarini aniqlash maqsadida gaz konlarini o‘zlashtirishning dolzarb muammosi ko‘rib chiqilgan. Sust o‘tkazuvchan qatlamlarga ega bo‘lgan bir jinsli bo‘lmagan uch qatlamli g‘ovak muhitda gaz filtratsiyasi jarayonining matematik modeli va ularning dinamik aloqasi ko‘rib o‘tilgan. Ushbu murakkab jarayonni sonli modellashtirishda chekli ayirmalar usuli, kvazichiziqli usul va iteratsion usullardan foydalanilgan[4].

Maqolada neft -gaz tizimida ikki fazali filtratsiya jarayonini sonli modellashtirish masalalari ko‘rib chiqilgan, hamda masalani echishning sonli algoritmi va neft va gaz konlarini o‘zlashtirishning asosiy ko‘rsatkichlari bo‘yicha hisoblash tajribalari keltirilgan. Maqolda keltrilgan sonli algoritm turli chegara va boshlang‘ich shartlarga ega bo‘lgan bosim hamda to‘yinganlik sohalarini hisoblash uchun mos keladi. Shuningdek, ishlab chiqilgan matematik model ko‘rib chiqilayotgan jarayonlarni etarli darajada aniqlik bilan tavsiflaydi, bu esa neft va gaz konlarini o‘zlashtirishni tahlil qilishda va ko‘rsatkichlarni hisoblash uchun ishlatilishi mumkin[5-6]

Maqolada bir jinsli bo‘lmagan g‘ovak muhitda turli xil qatlam o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan neft filtratsiya jarayonining matematik modellashtirish masalasi ko‘rib o‘tilgan. Qo’yilgan masalani echish uchun chekli-ayirmalar usulidan foydalanilgan. Maqolada taklif etilgan dasturiy vosita neft konlarini o‘zlashtirish bo‘yicha asosiy ko‘rsatkichlarni hisoblash, shuningdek hisoblash tajribalari natijalarini grafik ko‘rinishda vizual tarzda aks ettirish va neft konlarini prognozlashda qo‘llanilishi mumkin[8-9].

ISSN 3030-3907

2. Matematik model

Ko‘p qatlamli gaz konlarini o‘zlashtirishda qatlamlar o‘rtasidagi dinamik o‘zaro ta’sirlarni hisobga olgan holda, oraliq qatlamlar sust o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan bir jinsli bo‘lmagan uch qatlamli g‘ovak muhitda gazning filtratsiya jarayoni va qatlamlar o‘rtasidagi dinamik bog‘liqlik ko‘rib chiqiladi.

Oraliq qatlamlarning o‘tkazuvchanligi sust bo‘lgani sababli, bu qatlamlarda suyuqlik harakati faqat vertikal yo‘nalishda sodir bo‘ladi. Shu tufayli bunday jarayonning matematik modeli ikkita bir o‘lchamli parabolik tipdagi o‘zaro bog‘langan differensial tenglamalardan iborat quyidagi tenglamalar tizimidan tashkil topadi.

$$\begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial x}\left[K_1(x)h_1(x)\dfrac{\partial P_1^2}{\partial x}\right] = 2a\mu m h_1(x)\dfrac{\partial P_1}{\partial t} - \dfrac{K_{П1}(x)}{h_{П1}(x)}(P_2^2 - P_1^2); \\ \dfrac{\partial}{\partial x}\left[K_2(x)h_2(x)\dfrac{\partial P_2^2}{\partial x}\right] = 2a\mu m h_2(x)\dfrac{\partial P_2}{\partial t} - \dfrac{K_{П1}(x)}{h_{П1}(x)}(P_2^2 - P_1^2) - Q; \\ K = K_0\left[1 - a_k\left(P_0 - P\right)\right]. \qquad 0 < x < L,\ t>0. \end{cases} \quad (1)$$

Masalaning boshlang‘ich va chegaraviy shartlari quydagicha:

$$P_1(x,t_0) = P_{1H}(x),\ P_2(x,t_0) = P_{2H}(x); \quad (2)$$

$$-K_1 h_1 \frac{\partial P_1}{\partial x}\bigg|_{x=0} = \alpha\lambda(P_A - P_1);\ K_1 h_1 \frac{\partial P_1}{\partial x}\bigg|_{x=L} = \alpha\lambda(P_B - P_1); \quad (3)$$

$$-K_2 h_2 \frac{\partial P_2}{\partial x}\bigg|_{x=0} = \alpha\lambda(P_A - P_2);\ K_2 h_2 \frac{\partial P_2}{\partial x}\bigg|_{x=L} = \alpha\lambda(P_B - P_2); \quad (4)$$

$$Q = \sum_{i_q}^{N_q} q_{i_q}\delta(x - x_{i_q});\ \ i_q = 1,...N_q; \quad (5)$$

Bu yerda:

δ – Dirak delta funksiyasi; n – chegara sohadagi normal; μ – gaz qovushqoqligi; P_A – chegaradagi bosim; P_1, P_2 – mos ravishda qatlamlardagi bosimlar; P_{1H}, P_{2H} – qatlamlar boshlang‘ich bosimi; K_1, K_2 – qatlamlar o‘tkazuvchanlik koeffitlar ; $K_{П1}, K_{П2}$ – sust o‘tkazuvchanlik qatlam koeffitsentlari; h_1, h_2 – qatlamlar quvvati; m – qatlamlar g‘ovaklik koeffitsenti; q_{i_q} – i_q chi debiti; a – gaz to‘yinganligi; L – qatlam uzunligi; N_q – quduqlar soni; λ – o‘lchamga keltiruvchi parametr.

$$\alpha = \begin{cases} 0, – \text{ chegara mahkamlangan;} \\ 1, – \text{ chegara mahkamlanmagan.} \end{cases}$$

Qo‘yilgan chegaraviy masalani sonli usulda echish uchun uni o‘lchamsiz holatga keltiramiz. Buning uchun (2.1) tenglamalar tizimida quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

ISSN 3030-3907

$$x^* = \frac{x}{L};\ \tau = \frac{K_x t P_x}{2am\mu L^2};\ K_1^* = \frac{K_1}{K_x};\ K_2^* = \frac{K_2}{K_x};\ K_{П1}^* = \frac{K_{П1}}{K_x};\ h_1^* = \frac{h_1}{h_x};$$
$$h_2^* = \frac{h_2}{h_x};\ h_{П1}^* = \frac{h_{П1}}{h_x};\ P_1^* = \frac{P_1}{P_x};\ P_1^* = \frac{P_1}{P_x};\ q^* = \frac{\mu L^2}{K_x h_x P_x} Q;\ \lambda^* = \frac{L}{K_x h_x}\lambda. \quad (6)$$

Bunda K_x, h_x, P_x mos ravishda qatlam o‘tkazuvchanligi, quvvati va bosimning ma’lum kattalikdagi qiymatlari:

$$K_x = \max(K_1,\ K_2,\ K_{П1});\ h_x = \max(h_1,\ h_2,\ h_{П1});\ P = \max(P_1,\ P_2). \quad (7)$$

Tenglamalar tizimida bu almashtirishlarni bajarib quyidagi o‘lchamsiz tenglamalar tizimiga kelamiz:

$$\begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial x}\left[K_1(x)h_1(x)\dfrac{\partial P_1^2}{\partial x}\right] = \dfrac{h_1 \partial P_1}{\partial \tau} - \dfrac{K_{П1}L^2}{h_{П1}h_x^2}(P_2^2 - P_1^2); \\ \dfrac{\partial}{\partial x}\left[K_2(x)h_2(x)\dfrac{\partial P_2^2}{\partial x}\right] = \dfrac{h_2 \partial P_2}{\partial \tau} - \dfrac{K_{П1}L^2}{h_{П1}h_x^2}(P_2^2 - P_1^2) - \delta q; \\ K = K_0\left[1 - a_k\left(P_0 - P\right)\right]. \qquad 0 < x < L,\ t>0. \end{cases} \quad (8)$$

Tenglamalar tizimida qulaylik uchun $T_1 = K_1 h_1$, $T_2 = K_2 h_2$, $\mathrm{R}_1 = \dfrac{K_{П1}L^2}{h_{П1}h_x^2}$ belgilashlarni kiritamiz.

O‘lchamsiz chegaraviy masalani chekli ayirmali usulini qo‘llab echamiz.

3. Sonli modellashtirish

Qo‘yilgan (8) o‘lchamsiz chegaraviy masalani echish uchun uning sonli modellashtiramiz, bunda chekli ayirmalar usulini qo‘llaymiz. Buning uchun x o‘qida G soha uchun $0 < t < T_0$ vaqt oraliqlarida quyidagi to‘rni quramiz:

$$\omega_{x,\tau} = \left\{ x_i = i\Delta x;\ \tau_l = l\Delta\tau;\ l=0,1,2,...,\mathrm{N}_\tau;\ \Delta\tau = \frac{T}{N_\tau} \right\}.$$

Bu erda $\Delta x -$ x o‘qi bo‘yicha qadam; $\omega_{x,\tau} -$ to‘r soha.

Ma’lumki parabolik tipdagi tenglamalar tizimini diskretlash usullaridan biri chekli ayirmali usuldir. Bu usulni chegaraviy masalaga qo‘llab (8) differensial tenglamalar tizimini quyidagi chekli ayirmali tenglamalar tizimiga keltiramiz:

$$\frac{T_{1i-0,5}P_{1i-1}^{2(l)} - (T_{1i-0,5} + T_{1i+0,5})P_{1i}^{2(l)} + T_{1i+0,5}P_{1i+1}^{2(l)}}{\Delta x^2} = h_{1i}\frac{P_{1i}^{l+1} - P_{1i}^{l+1}}{\Delta\tau} - R_1 P_{2i}^{2(l+1)} + R_1 P_{1i}^{2(l+1)};$$
$$\frac{T_{2i-0,5}P_{2i-1}^{2(l)} - (T_{2i-0,5} + T_{2i+0,5})P_{2i}^{2(l)} + T_{2i+0,5}P_{2i+1}^{2(l)}}{\Delta x^2} = h_{2i}\frac{P_{2i}^{l+1} - P_{2i}^{l+1}}{\Delta\tau} + R_1 P_{2i}^{2(l+1)} - R_1 P_{1i}^{2(l+1)} - \delta_i q_i.$$
$$K_i = K_0\left[1 - a_k\left(P_0 - P_i\right)\right].$$

Olingan chekli ayirmali tenglamalar tizimi bosim funksiyasiga nisbatan chiziqsiz bo‘lgani uchun uni to‘g‘ridan-to‘g‘ri yechish ancha murakkab, shu sabab tenglamalarga kvazichiziqli usulni qo‘llaymiz [5]. Kvazichiziqli usulga ko‘ra tenglamani nochiziq qismlarini quyidagicha yozish mumkin:

ISSN 3030-3907

$$\varphi(P) \cong \varphi(\tilde{P}) + (P - \tilde{P})\frac{\partial \varphi(\tilde{P})}{\partial P}. \qquad (9)$$

Bunda $\tilde{P}-$ funksiyasi P ning taqribiy qiymati bo‘lib, u iteratsion jarayonda aniqlanadi. Agar (9) formulani bosim funksiyasiga nisbatan yozadigan bo‘lsak, u holda quyidagi formulalarga ega bo‘lamiz:

$$P_{1i}^{2(l+1)} = 2\tilde{P}_{1i}^{(l+1)}P_{1i}^{(l+1)} - \tilde{P}_{1i}^{2(l+1)}; \qquad P_{2i}^{2(l+1)} = 2\tilde{P}_{2i}^{(l+1)}P_{2i}^{(l+1)} - \tilde{P}_{2i}^{2(l+1)}.$$

$$\frac{T_{1i-0,5}(2\tilde{P}_{1i-1}^{(l)}P_{1i-1}^{(l)} - \tilde{P}_{1i-1}^{2(l)}) - (T_{1i-0,5} + T_{1i+0,5})(2\tilde{P}_{1i}^{(l)}P_{1i}^{(l)} - \tilde{P}_{1i}^{2(l)}) + T_{1i+0,5}(2\tilde{P}_{1i+1}^{(l)}P_{1i+1}^{(l)} - \tilde{P}_{1i+1}^{2(l)})}{\Delta x^2} =$$

$$= h_{1i}\frac{P_{1i}^{l+1} - P_{1i}^{l+1}}{\Delta\tau} - R_1(2\tilde{P}_{2i}^{(l+1)}P_{2i}^{(l+1)} - \tilde{P}_{2i}^{2(l+1)}) + R_1(2\tilde{P}_{1i}^{(l+1)}P_{1i}^{(l+1)} - \tilde{P}_{1i}^{2(l+1)});$$

$$\frac{T_{2i-0,5}(2\tilde{P}_{2i-1}^{(l)}P_{2i-1}^{(l)} - \tilde{P}_{1i-1}^{2(l)}) - (T_{2i-0,5} + T_{2i+0,5})(2\tilde{P}_{2i}^{(l)}P_{2i}^{(l)} - \tilde{P}_{2i}^{2(l)}) + T_{2i+0,5}(2\tilde{P}_{2i+1}^{(l)}P_{2i+1}^{(l)} - \tilde{P}_{2i+1}^{2(l)})}{\Delta x^2} =$$

$$= h_{2i}\frac{P_{2i}^{l+1} - P_{2i}^{l+1}}{\Delta\tau} + R_1(2\tilde{P}_{2i}^{(l+1)}P_{2i}^{(l+1)} - \tilde{P}_{2i}^{2(l+1)}) - R_1(2\tilde{P}_{1i}^{(l+1)}P_{1i}^{(l+1)} - \tilde{P}_{1i}^{2(l+1)}) - \delta_i q_i.$$

$$K_i = K_0\left[1 - a_k\left(P_0 - P_i\right)\right].$$

bu yerda $R_1 = \dfrac{K_{\Pi 1}L^2}{h_{\Pi 1}h_x^2}$.

Ushbu tenglamalar tizimida $P_{1i,j}^{(s)} = \tilde{P}_{1i,j}^{(l+1)}$, $P_{2i,j}^{(s)} = \tilde{P}_{2i,j}^{(l+1)}$ belgilashlarni kiritamiz va iteratsiya jarayonini quyidagi shartga qadar davom ettiramiz:

$$\left|P_{1i,j}^{(s)} - P_{1i,j}^{(s-1)}\right| < \varepsilon, \ \left|P_{2i,j}^{(s)} - P_{2i,j}^{(s-1)}\right| < \varepsilon.$$

Bu tenglamalar tizimida belgilashlarni kiritib, uni P_{1i}^{l+1}, P_{2i}^{l+1} noma’lumlarga nisbatan quyidagicha yozish mumkin (qulaylik uchun $(l+1)$ yuqori indeksni tushirib qoldiramiz, ya’ni P_{1i}^{l+1}, P_{2i}^{l+1} larni P_{1i}, P_{2i} ko‘rinishida yozamiz):

$$\begin{cases} \alpha_{1i}^{'}P_{1i} + \alpha_{2i}^{'}P_{2i} = \beta_{1i}^{'} \\ \alpha_{1i}^{''}P_{1i} + \alpha_{2i}^{''}P_{2i} = \beta_{1i}^{''} \end{cases}$$

Bu yerda :

$$\alpha_{1i}^{'} = h_{1i} + R_1\Delta\tau 2\tilde{P}_{1i}^{(l+1)}, a_{2i}^{'} = -R_1\Delta\tau 2\tilde{P}_{2i}^{(l+1)}$$

$$\beta_{1i}^{'} = h_{1i}P_{1i}^{l} - \Delta\tau R_1\tilde{P}_{2i}^{(l+1)} + \Delta\tau R_1\tilde{P}_{1i}^{(l+1)} + (\Delta\tau/\Delta x^2)*$$

$$*\left(\left[T_{1i-0,5}(2\tilde{P}_{1i-1}^{(l)}P_{1i-1}^{(l)} - \tilde{P}_{1i-1}^{2(l)}) - (T_{1i-0,5} + T_{1i+0,5})(2\tilde{P}_{1i}^{(l)}P_{1i}^{(l)} - \tilde{P}_{1i}^{2(l)}) + T_{1i+0,5}(2\tilde{P}_{1i+1}^{(l)}P_{1i+1}^{(l)} - \tilde{P}_{1i+1}^{2(l)})\right]\right);$$

$$\alpha_{1i}^{''} = -R_1\Delta\tau 2\tilde{P}_{1i}^{(l+1)}; \ a_{2i}^{''} = h_{1i} + R_1\Delta\tau 2\tilde{P}_{2i}^{(l+1)};$$

$$\beta_{2i}^{''} = h_{2i}P_{2i}^{l} - \Delta\tau R_1(\tilde{P}_{1i}^{2(l+1)} - \tilde{P}_{2i}^{2(l+1)}) + (\Delta\tau/\Delta x^2)*$$

$$*\left(\left[T_{1i-0,5}(2\tilde{P}_{1i-1}^{(l)}P_{1i-1}^{(l)} - \tilde{P}_{1i-1}^{2(l)}) - (T_{1i-0,5} + T_{1i+0,5})(2\tilde{P}_{1i}^{(l)}P_{1i}^{(l)} - \tilde{P}_{1i}^{2(l)}) + T_{1i+0,5}(2\tilde{P}_{1i+1}^{(l)}P_{1i+1}^{(l)} - \tilde{P}_{1i+1}^{2(l)})\right]\right) - \delta_i q_i.$$

Bu tenglamalar tizimini P_{1i}, P_{2i} ga nisbatan Gauss usulida echib, ichki nuqtalarda bosim funksiyasi quydagicha aniqlanadi:

ISSN 3030-3907

$$\begin{cases}\alpha_{1i}^{'}P_{1i}+\alpha_{2i}^{'}P_{2i}=\beta_{1i}^{'}\\ \alpha_{1i}^{''}P_{1i}+\alpha_{2i}^{''}P_{2i}=\beta_{2i}^{''}\end{cases}$$

$$P_{1i}=\frac{\beta_{1i}^{'}}{\alpha_{1i}^{'}}-\frac{\alpha_{2i}^{'}}{\alpha_{1i}^{'}}P_{2i};$$

$$\alpha_{1i}^{''}\left(\frac{\beta_{1i}^{'}}{\alpha_{1i}^{'}}-\frac{\alpha_{2i}^{'}}{\alpha_{1i}^{'}}P_{2i}\right)+\alpha_{2i}^{''}P_{2i}=\beta_{2i}^{''};\quad \alpha_{1i}^{''}\frac{\beta_{1i}^{'}}{\alpha_{1i}^{'}}-\alpha_{1i}^{''}\frac{\alpha_{2i}^{'}}{\alpha_{1i}^{'}}P_{2i}+\alpha_{2i}^{''}P_{2i}=\beta_{2i}^{''};$$

$$\alpha_{1i}^{''}\frac{\beta_{1i}^{'}}{\alpha_{1i}^{'}}-\beta_{2i}^{''}=\left(\alpha_{1i}^{''}\frac{\alpha_{2i}^{'}}{\alpha_{1i}^{'}}-\alpha_{2i}^{''}\right)P_{2i};$$

$$P_{2i}=\frac{\alpha_{1i}^{''}\frac{\beta_{1i}^{'}}{\alpha_{1i}^{'}}-\beta_{2i}^{''}}{\alpha_{1i}^{''}\frac{\alpha_{2i}^{'}}{\alpha_{1i}^{'}}-\alpha_{2i}^{''}};\quad P_{1i}=\frac{\beta_{1i}^{'}}{\alpha_{1i}^{'}}-\alpha_{2i}^{'}\left(\frac{\alpha_{1i}^{''}\frac{\beta_{1i}^{'}}{\alpha_{1i}^{'}}-\beta_{2i}^{''}}{\alpha_{1i}^{''}\frac{\alpha_{2i}^{'}}{\alpha_{1i}^{'}}-\alpha_{2i}^{''}}\right).$$

Bosim funksiyalarining chegaraviy nuqtadagi qiymatlarini topish uchun chegaraviy shartlarni chekli ayirmali tenglamalar ko‘rinishida yozamiz:

$$\begin{cases}(3k_{10}h_{10}-2\Delta x\alpha\lambda)P_{10}-4k_{11}h_{11}P_{11}+k_{12}h_{12}P_{12}=2\Delta x\alpha\lambda P_A;\\ (3h_{1n}k_{1n}-2\Delta x\alpha\lambda)P_{1n}-4k_{1n-1}h_{1n-1}P_{1n-1}+k_{1n-2}h_{1n-2}P_{1n-2}=-2\Delta x\alpha\lambda P_A;\end{cases}$$

$$\begin{cases}(3k_{20}h_{20}-2\Delta x\alpha\lambda)P_{20}-4k_{21}h_{21}P_{21}+k_{22}h_{22}P_{22}=2\Delta x\alpha\lambda P_A;\\ (3k_{2n}h_{2n}-2\Delta x\alpha\lambda)P_{2n}-4k_{2n-1}h_{2n-1}P_{2n-1}+k_{2n-2}h_{2n-2}P_{2n-2}=-2\Delta x\alpha\lambda P_A;\end{cases}$$

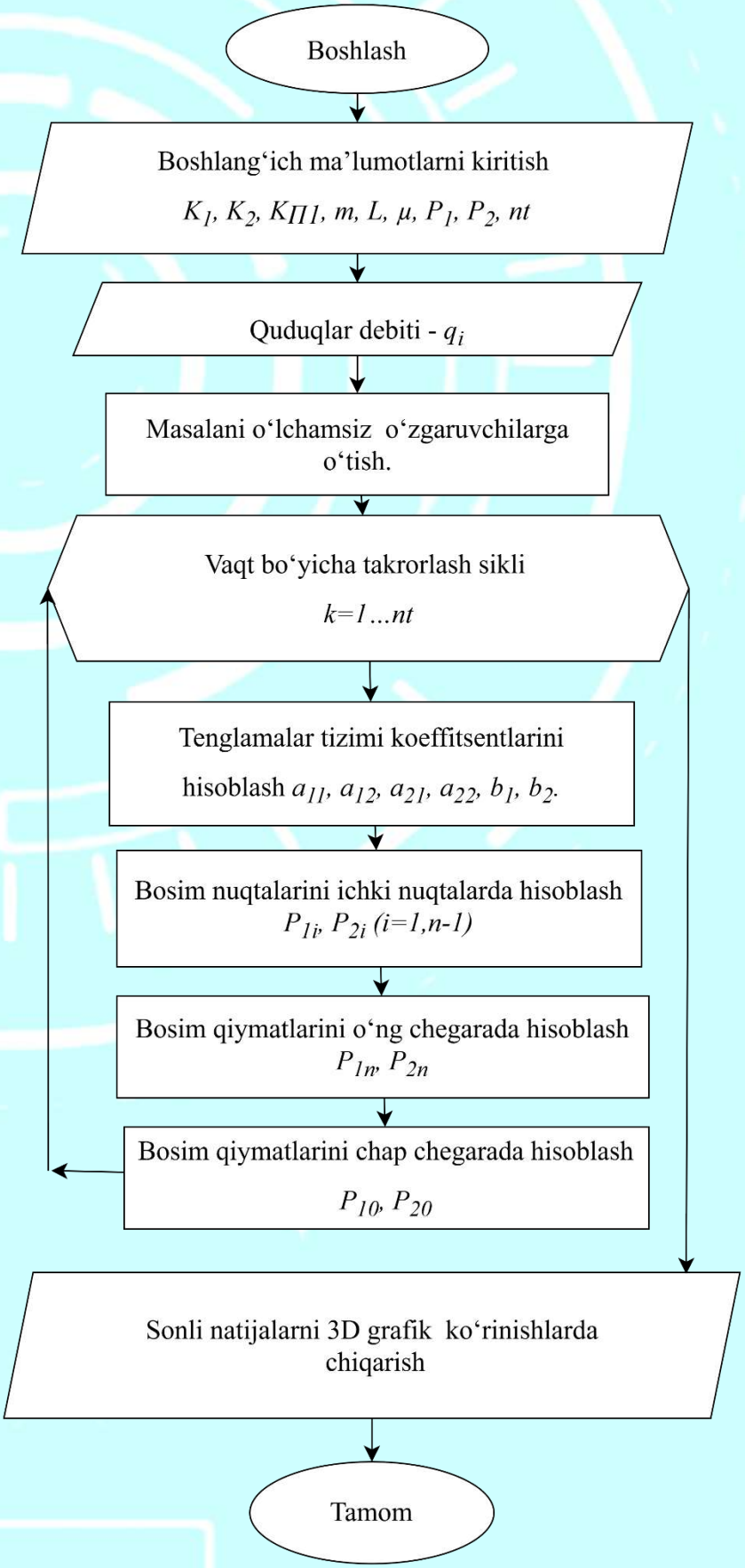
Bu yerdan

$$P_{10}=\frac{4k_{11}h_{11}P_{11}-k_{12}h_{12}P_{12}+2\Delta x\alpha\lambda P_A}{3k_{10}h_{10}-2\Delta x\alpha\lambda};\qquad P_{1n}=\frac{4k_{1n-1}h_{1n-1}P_{1n-1}-k_{1n-2}h_{1n-2}P_{1n-2}+2\Delta x\alpha\lambda P_A}{3k_{1n}h_{1n}-2\Delta x\alpha\lambda};$$

$$P_{20}=\frac{4k_{21}h_{21}P_{21}-k_{22}h_{22}P_{22}+2\Delta x\alpha\lambda P_A}{3k_{20}h_{20}-2\Delta x\alpha\lambda};\qquad P_{2n}=\frac{4k_{2n-1}h_{2n-1}P_{2n-1}-k_{2n-2}h_{2n-2}P_{2n-2}+2\Delta x\alpha\lambda P_A}{3k_{2n}h_{2n}-2\Delta x\alpha\lambda}.$$

Bosim funksiyalarining chegaraviy nuqtadagi qiymatlari har bir vaqt oralig‘ida aniqlab boriladi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. O‘zaro dinamik bog‘langan g‘ovak muhitlarda gaz filtratsiya chegaraviy masalasini echish algoritmi blok-sxema chizmasi.

4. Hisoblash algoritmi quyidagicha amalga oshiriladi:

ISSN 3030-3907

1. Boshlang‘ich ma’lumotlar qiymatlarini berish:

– vaqt bo‘yicha takrorlanishlar soni - nt

– o‘tkazuvchanlik koeffitsentlari qiymati – $K_1,\ K_2, K_{П1}$.

– g‘ovaklik koeffitsienti qiymati - m;

– qatlam uzunligi - L;

– neft qovushqoqlik koeffitsienti qiymati - μ;

– quduqlar debiti - q;

– neftning qatlamlardagi boshlang‘ich bosimi – $P_1,\ P_2$.

O‘zgaruvchilarni o‘lchamsiz qiymatlarga o‘tkazish;

3. Vaqt bo‘yicha takrorlash sikli $l = 1...nt$;

4. Tenglamalar tizimi koeffitsientlarini hisoblash $a_1^{'},\ a_1^{''},\ a_2^{'},\ a_2^{''},\ b_1^{'},\ b_2^{''}$

5. $P_{1i},\ P_{2i},\ (i = 1, n-1)$ qatlam bosim qiymatlarini $l+1$- vaqt oralig‘i uchun hisoblash.

6. $P_{10},\ P_{20},\ P_{1n},\ P_{2n}$ bosim qiymatlarini o‘ng va chap chegaralarda hisoblash.

Topilgan $l+1$vaqt oralig‘idagi echimlar keyingi $l+2$ qadam uchun boshlang‘ich bo‘ladi.

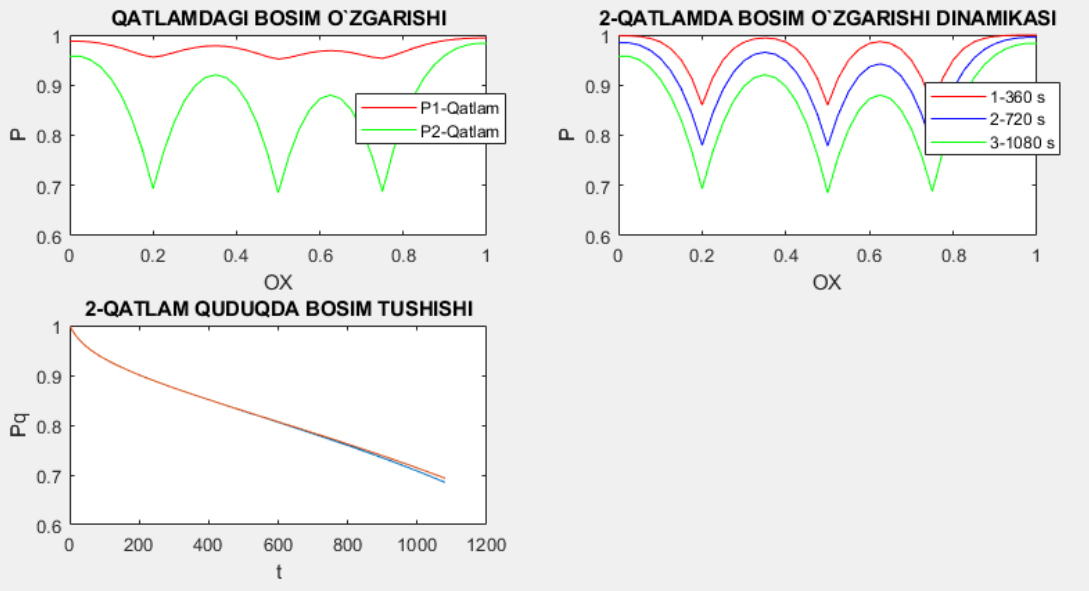
7. Sonli natijalarni jadval va grafik ko‘rinishlarida ekranga chiqarish.

8. Vaqt bo‘yicha takrorlanish sikli oxiri.

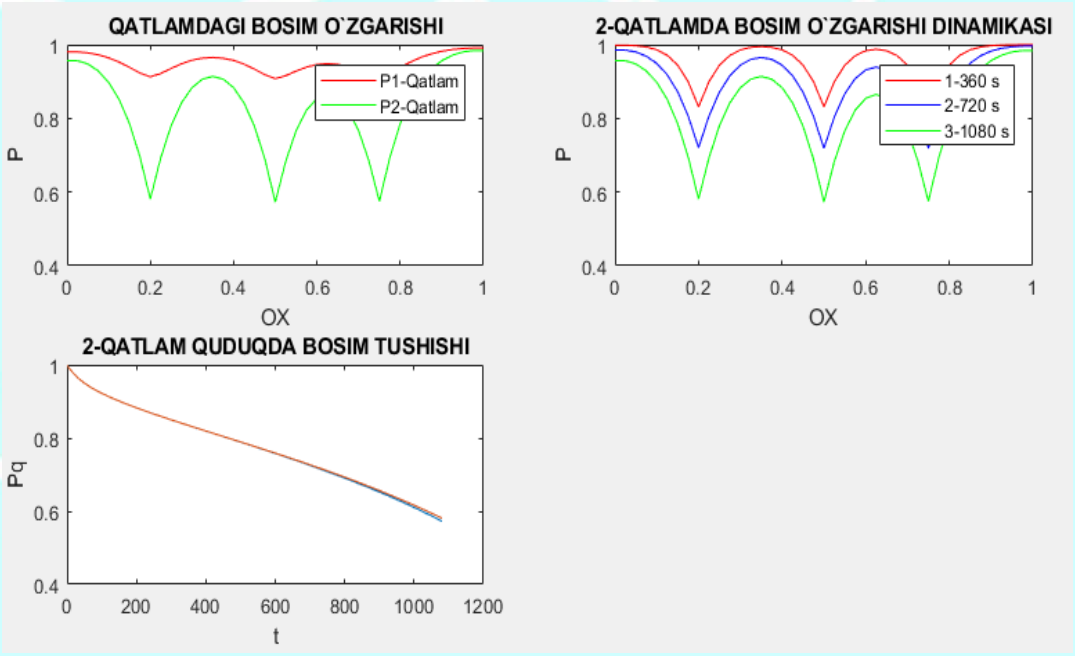
5. Hisoblash tajribalari

Sust o‘tkazuvchan qatlam bilan o‘zaro bog‘langan ikki qatlamli gaz filtratsiya tizimida g‘ovak muhitning ikkinchi qatlamidan gaz qazib olish jarayonida yuqori va pastki qatlamlarda bosim o‘zgarishiga bo‘lgan ta’sirni o‘rganish maqsadida kompyuterda hisoblash tajribalari o‘tkazilib, tahlil qilingan. Hisoblash tajribalari aniq dastlabki kiritiladigan parametrlar bilan amalga oshirilgan: har ikkala qatlamning uzunligi L_x = *10000 m;* gaz qatlamlarining boshlang‘ich bosimi P_1=*300 kg/sm*^{2}, P_2=*300 kg/sm*^{2}*;* gazning qovushqoqlik koeffitsienti μ=*0.001*; g‘ovaklik koeffitsienti m=0.1; ikkinchi gaz qatlamida quduqlar bir xil debitga teng, ya’ni Q=*500000m*^{3}*/sut*. Gaz qatlamlarida bosimning tarqalishi bo‘yicha hisoblash tajribalari 360, 720 va 1080 kun davomida o‘tkazilgan. Hisoblash tajribalari natijalari asosan qatlamlar o‘tkazuvchanlik koeffitsientlarining turli qiymatlarida hamda quduqlar debiti bo‘yicha olingan bo‘lib ular asosida tahlillar qilingan.

ISSN 3030-3907

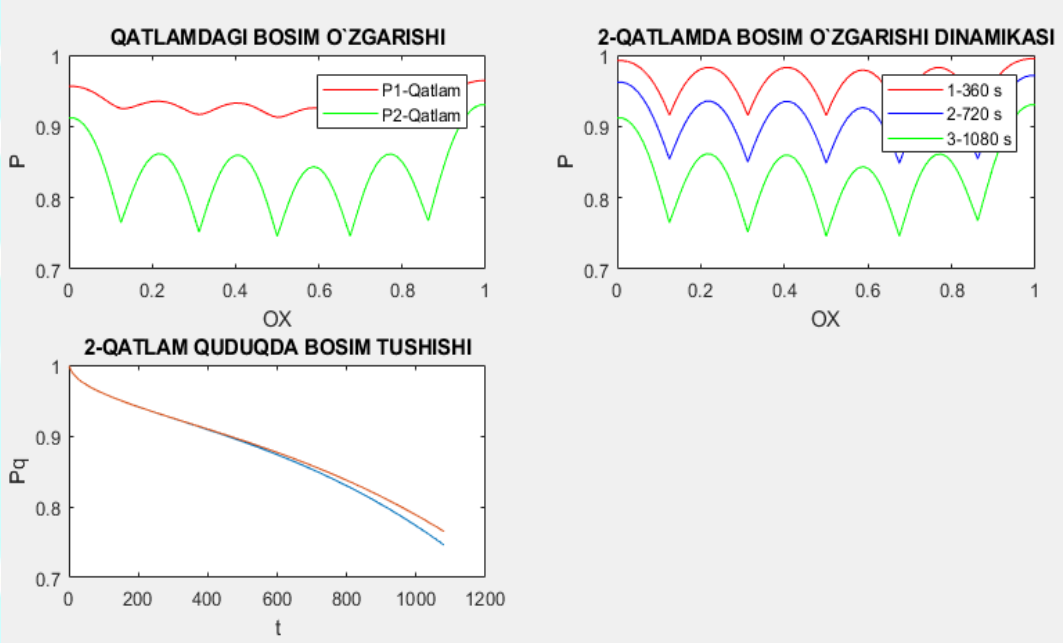


2-rasm. Qatlamlarda bosim tarqalish dinamikasi va tushishi. *n=41, t=1080 sutka* (*K_{10}=0.2; K_{20}=0.1; $K_{П1}$=0.0002; μ=0.0009, $Q_{1,2,3}$=500000m^3/sut*)

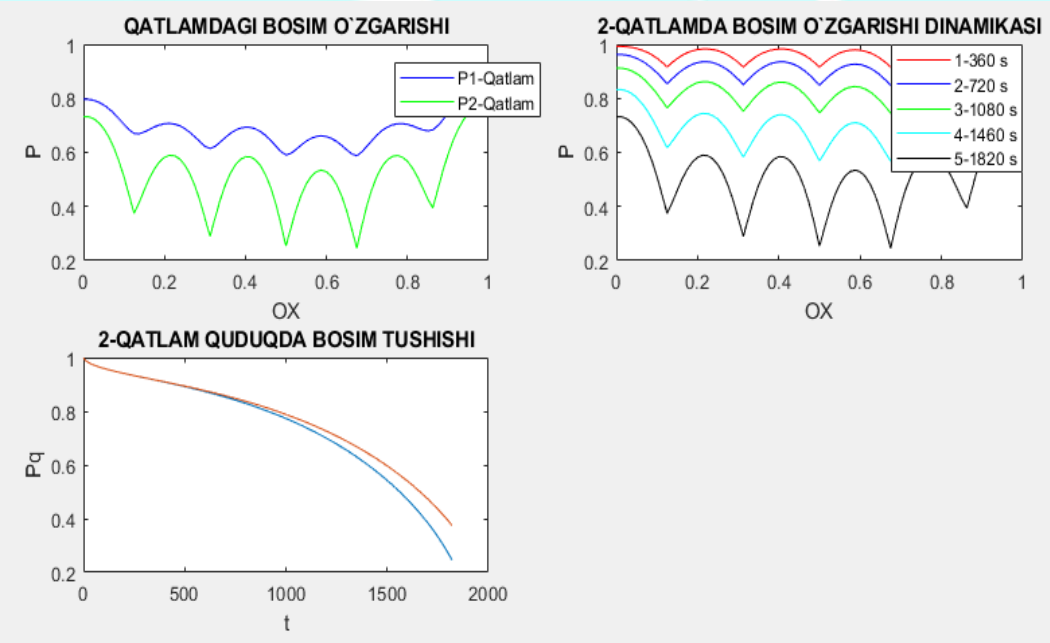


3-rasm. Qatlamlarda bosim tarqalish dinamikasi va tushishi. *n=41, t=1080 sutka* (*K_{10}=0.2; K_{20}=0.1; $K_{П1}$=0.0003; μ=0.001, $Q_{1,2,3}$=500000m^3/sut*)

ISSN 3030-3907



4-rasm. Qatlamlarda bosim tarqalish dinamikasi va tushishi. *n=81, t=1080 sutka* (*K_{10}=0.2; K_{20}=0.1; $K_{П1}$=0.00009; μ=0.001, $Q_{1,2,3,4,5}$=300000m^3/sut*)



4-rasm. Qatlamlarda bosim tarqalish dinamikasi va tushishi. *n=81, t=1820 sutka* (*K_{10}=0.2; K_{20}=0.1; $K_{П1}$=0.00009; μ=0.001, $Q_{1,2,3,4,5}$=300000m^3/sut*)

6. Xulosa

Ikki qatlamli o‘zaro dinamik aloqadagi g‘ovak muhitlarda gaz filtratsiya chegaraviy masalasi echishda hisoblash tajribalari shuni ko‘rsatdiki, sust o‘tkazuvchan qatlam o‘tkazuvchanlik parametrining qiymati qancha kichik bo‘lsa, yuqori qatlamda bosim tushishi juda kam bo‘ladi va bu tushish faqat ikkinchi qatlamdagi quduq joylashgan joylarga ta’siri bo‘ladi. Kompyuter modellashtirish va hisoblash tajribalarining o‘tkazilishi qatlam parametrlarining har xil parametrlarida ko‘p qatlamli gaz konlarini o‘zlashtirishda uning asosiy ko‘rsatkichlarini aniqlashga imkon beradi. Olingan sonli natijalar esa dinamik

ISSN 3030-3907

aloqaga ega bo‘lgan ko‘p qatlamli neft-gaz konlarining rivojlanishini tahlil qilish uchun foydalidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. И.И. Молчанов “Машинные методы решения прикладных задач дифференцалные уравнения” Киев 1988. - 343 с.
2. С.Н. Закиров, Б.Б. Лапук “Проектирование и разработка газовых месторождений”. - М.: Наука, 1974. – 376 с.
3. E.Nazirova, M. Mahmudova, A.Nematov. “Ikkinchi tartibli parabolik tipli tenglamalarga qo‘yilgan chegaraviy masalani yechish algoritmi va sonli natijani vizuallashtirish dasturi” «Muhammad al-Xorazmiy avlodlari» ilmiy- amaliy va axborot-tahliliy jurnali, 3(17)/2021. -Б. 21-25
4. E.Nazirova, A.Nematov, M.Mahmudova, X.Karabayeva“ Algoritm and program for solving the gas filtration problem in dynamically interconnected porous media”// J.: “Bulletin of TUIT: Management and Communication Technologies”. Vol-3(13), 2022. –5p.
5. Э.Назирова, А.Нематов, М.Шукурова. “Численное моделирование задачи двухфазной филтратсии в системе нефт издается раз в год-газ”. Проблемы вычислителной и прикладной математики. №6(45) 2022.
6. E.Nazirova, A. Nematov, M. Shukurova “Numerical simulation of the problem of two-phase filtration in the oil-gas sestim”. Har. Yedu.a.sci.rev. 0362-8027 Vol.3. Issue 1 Pages 1-17.
7. М.Б Ходжимуродова. 2018 “Свойства решений задачи Коши для вырожденных нелинейных перекрестных систем с конвективным переносоми поглощением Алгебра, комплексный анализ и теория плюрипотенциала”. УСУЗСАМП 2017. 264 183 190 ҳттпс://доиорг/10.1007/978-3-030-01144-4_15 Гоогле Счолар
8. E.Nazirova, A. Nematov, R.Sadikov 2021 “On numerical method for modeling oil filtration problems in piecevise-inhomogeneous porous medium”. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757- 899X/1032/1/012018
9. E.Nazirova, A.Nematov, R.Sadikov, I.Nabiyev 2021 “One-Dimensional Mathematical Model and a Numerical Solution Accounting Sedimentation of Clay Particles in Process of Oil Filtering in Porous Medium”. https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3- 030-68449-5_35
10. Н.Равшанов, Э.Назирова, А. Нематов, “Моделирование процессов филтратсии жид костей и газа в пористых средах”. // Ташкент – 2021. – С. 2017.10_14
11. E.Nazirova, A.Nematov Numerical models and algorithms solution of gas filtration problems in porous medium. // Chisinau-2068, Republic of Moldova, Yeurope – Vol. 70, No. 35 – P. 70.

ISSN 3030-3907

12. E.Nazirova, A.Nematov, R.Sadikov, Sh.Ismailov “Visualization of the Results of Computing Yexperiments for Monitoring and Analysis of Filtration Processes In A Non-General Layer of Oil Fields” –2021. – P. 1- 4. – URL: https://ieeexplore.ieee.org/document/9670239.
13. Н.Равшанов, Э.Назирова “Численное решение двумерных задач филтратсии нефти в двухпластовых пористых средах”. // Современные технологии в нефтегазовом деле; Ма териалы Международной научно-технической конференции – Изд. УГНТУ – 2018. – Том 1 – С. 152-155.

ISSN 3030-3907

VODOROD-HAVO ARALASHMASINI RATSIONAL SHAKILLANTIRISH BILAN DIZELLARINING EKSPLUATATSION KO‘RSATKICHLARINI OSHIRISH

Ismatov Jumaniyoz Fayzullayevich
Candidate of technical sciences, associate professor. Tashkent State Technical University named after of Islom Karimov. Uzbekistan, Tashkent
Email: jumaniyoz132@mail.ru
Qurbonov Xurshid Azamatovich
Applicant, Tashkent State Transport University, Uzbekistan, Tashkent
Email: xurshid.qurbonov7177@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu maqolada tizim tahlilidan foydalangan holda ichki yonuv dizel dvigatellaridan foydalanishning dolzarb masalalari yoritilgan. Dizel dvigatelli transport vositalari yoqilg‘i-havo aralashmasiga vodoroddan qo‘shimcha sifatida foydalanib majburiy yonishi, gaz va elektr stantsiyalari bilan taqqoslaganda yanada ishonchli, tejamkor, ekologik toza va turli xil iqlim sharoitlariga moslashtirilgan sharoitlar ko‘rib chiqiladi. Dizel yoqilg‘isiga vodorod qo‘shilishi yonish davrlarini to‘g‘ri tashkil etish va boshqarish chiqindi gazlar tarkibidagi zararli tarkibiy qismlarni kamaytirishga, dvigatel shovqinini kamaytirishga va ichki yonuv dvigatelining samaradorligini oshirishga yordam beradi.

Kalit so‘zlar: dizel dvigatel, tizimlarni tahlil qilish, atrof-muhit xavfsizligi, yonish jarayoni, vodoroddan qo‘shimcha foydalanish, yonish davrlari, vodorodning kuyikishlarga ta’siri.

Annotation: This article covers current issues of using internal combustion diesel engines using System Analysis. Forced combustion of diesel-powered vehicles using hydrogen as an additive to the fuel-air mixture, more reliable, economical, environmentally friendly and adapted conditions in comparison with gas and power plants are considered. The addition of hydrogen to diesel fuel helps to properly organize and control combustion cycles, reduce harmful components in the composition of exhaust gases, reduce engine noise and increase the efficiency of the internal combustion engine.

Keywords: diesel engine, systems analysis, environmental safety, combustion process, additional use of hydrogen, combustion cycles, effects of hydrogen on burns.

Аннотация: В данной статье рассматриваются актуальные вопросы применения дизельных двигателей внутреннего сгорания с использованием системного анализа. Рассматриваются более надежные, экономичные, экологически чистые и адаптированные к различным климатическим условиям условия принудительного сгорания дизельных транспортных

ISSN 3030-3907

средств с использованием водорода в качестве добавки к топливно-воздушной смеси, по сравнению с газовыми и электрическими установками. Добавление водорода к дизельному топливу правильная организация и управление циклами сгорания помогают уменьшить вредные компоненты в выхлопных газах, снизить шум двигателя и повысить эффективность работы двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: дизельный двигатель, системный анализ, экологическая безопасность, процесс горения, дополнительное использование водорода, циклы горения, влияние водорода на ожоги.

Kirish.

Hozirgi vaqtda dizel dvigatellari yuqori samaradorligi, ishonchliligi, ishlab chiqarish qobiliyati va tejamkorligi tufayli qishloq xo‘jaligida, transportda va sanoatda keng qo‘llaniladi. Shunga qaramay, dizel yoqilg‘isi parkining ko‘payishi atrof-muhitning ifloslanishi va neftni dvigatel yoqilg‘isi sifatida iste‘mol qilinishi asosiy kamchilik deb ko‘riladi.

Yoqilg‘idan foydalanish muammolarini yumshatish uchun bir nechta yechimlar mavjud, ammo ularning aksariyati ko‘p yillik rivojlanish va qo‘shimcha infratuzilmani talab qiladi.

Yoqilg‘ining fizik-kimyoviy xususiyatlari teng bo‘lsa, ichki yonuv dvigatelining chiqindi gazlaridagi toksik moddalarning tarkibi va aralashma darajasiga bevosita ta’sir qiluvchi omil bu, an’anaviy uglevodorod yoqilg‘ilari bilan taqqoslaganda yonish jarayonini tashkil etish nuqtai nazaridan hal qiluvchi parametrlar normal tarqalish tezligi va olovni o‘chirish masofasi[2], energiya hamda alangalanish konsentratsiyasi chegaralari darajasiga vodorod noyob fizik-kimyoviy xususiyatlari bilan ajralib turadi.

Nashrlarni tahlil qilish.

Vodorodning an’anaviy uglevodorod yoqilg‘ilariga nisbatan asosiy xususiyatlari 1 va 2-jadvalda keltirilgan. Taqdim etilgan ma’lumotlarga asoslanib, uglevodorod yoqilg‘isiga nisbatan vodorod eng yuqori energiya massasi ko‘rsatkichlari bilan tavsiflanganligini ko‘rish mumkin.

1-jadval

Yoqilg‘ining asosiy fizik-kimyoviy xususiyatlari

Ko‘rsatkichlar	Dizel	Propan	Butan	Metan	Benzin	Vodorod
H_u MJ/kg	42,5	46,35	45,75	50	44	120
ρ, кг/м^3 dan t=0^0, p=1 gacha.	840	502	578	0,66	750	0,092
Setan soni	40-55	5	12	-	-	-
O‘z-o‘zidan alangalanish harorati, ^{0}C	280	507	431	650	415	570

ISSN 3030-3907

Oktan soni	-	111,5	95	130	92	90-95
I_0, kg/kg	14,4	15,8	15,6	17,4	14,96	34,8
H_u/I_0, MJ/kg	2,95	2,93	2,93	2,87	2,94	3,44
Qaynash nuqtasi (chegaralari) ^{0}C	180-370	-42	-0,6	-162	35190	-252,8
Portlash chegaralari (havodagi gazning %)	0,6-6,5	2,05-11,38	1,68-10,3	5-15	1,5-5,9	4-76
Ko‘rinadigan molekulyar massa, μ	180-200	44,097	58,124	16,0	110-120	2
Uglerodning massa ulushi	0,86	0,817	0,827	0,75	0,855	0
Vodorodning massa ulushi	0,14	0,183	0,173	0,25	0,145	1
Kislorodning massa ulushi	0	0	0	0	0	0

Molekulyar vodorodning eng past yonish issiqligi (suv bug‘ini hosil qilish bilan) 241,9 MJ/mol ni tashkil qiladi, bu 120 MJ/kg ga to‘g‘ri keladi. Shunday qilib, vodorod an’anaviy uglevodorod yoqilg‘ilaridan taxminan 2,5÷3 baravar katta. Biroq, vodorodning juda past zichligi tufayli uning hajmli energiya xususiyatlari past[3].

2-Jadval

Vodorod va dizelning asosiy fizik-kimyoviy xossalari

Ko‘rsatkichlar	Vodorod	Dizel
Yonish xususiyatlari		
Issiqlik ishlab chiqarish MJ/kg	3,39	2,75
Kalorimetrik harorat, K	2508	2316
Oddiy olov tezligi, m/s	2,59	0,34
Yonishni qayta taqsimlash: - aralashmaning tarkibi	0,14…10,1	0,59…1,99
bo‘yicha, α	4…75	5…15
- havodagi volumetrik ulush bo‘yicha, %	858	815
O‘z-o‘zidan alangalanish harorati, K	0	5
Diffuzion olovning qora ko‘rsatkichi		
Energetik xususiyatlari		
Past yonish issiqligi, MJ/kg	120,0	50,1
Yoqilg‘i yonishining issiqlik ta’siri, MJ/kg	116,1	50,0
50 %lik yonishning termal ta’siri, MJ/kg	116,0	48,8
Suyuq yoqilg‘ining energiya sig‘imi, MJ/m^3	8220	20594
50 % lik energiya quvvati, MJ/m^3	9060	21301
Stoxiometrik koeffitsient	34,38	17,21

ISSN 3030-3907

Stoxiometrik havo miqdori kg/kg	2,7	0,4
Havoda maksimal yonish harorati, K	2503	2340

H_2-CH_4 aralashmasi uchun diffuziya koeffitsiyenti 273K uchun $62,5 \cdot 10^{-6}$ m^2/s, 298 K uchun $72,6 \cdot 10^{-6}$ m^2/s ni tashkil qiladi.

Umuman olganda, HHO yoki vodorod ideal nisbatda yoqilg‘i va oksidlovchi ekanligini hisobga olsak barcha chiqindi gazlarni qoldiqsiz yoqib yuboradi, faqat suv bug‘ini(kislorod emas) qoldiradi[4].

Maqsad va muammoning bayoni.

Dvigatelga vodorodni to‘g‘ridan-to‘g‘ri silindrga, ushbu maqsadlar uchun maxsus ishlab chiqilgan elektron boshqariladigan valfli nozullar orqali yetkazib berishni ta’minlaydi, asosiy yonilg‘i tizimi orqali yuborilgan yoqilg‘ining bir qismini o‘z-o‘zidan yonish orqali ishchi aralashmani yoqadi. Dizel-vodorod dvigatelining eksperimental tadqiqotlari taklif qilingan yoqilg‘i ta’minoti tizimining ishlashini va dizel yoqilg‘isiga massa bo‘yicha 5% dan 45% gacha vodorod qo‘shilishi bilan ish jarayonini tashkil etish imkoniyatini beradi.

Harorat va bosimga sezilarli darajada bog‘liq bo‘lgan normal yonish tezligining yuqori qiymatlari fizik-kimyoviy yonish jarayonlarining davomiyligini qisqartirishga imkon beradi, dvigatelning chiqindi gazlarida CH_x ning maqbul aralashma bilan NO_x chiqindilarining kontsentratsiyasiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Yoqilg‘i yonish jarayonining davomiyligini qisqartirish bilan fizik-kimyoviy jarayonlarning kuchayishi dvigatelning samaradorligini oshiradi. Vodorod-havo aralashmalarida olovning normal tarqalish tezligining maksimal qiymatlari turli baholarga ko‘ra 24-270 sm/s ni tashkil qiladi va haroratga juda ham bog‘liq bo‘ladi (4-jadval). Vodorodning o‘z-o‘zidan yonish harorati aralashmaning tarkibiga bog‘liq va stoxiometrik tarkibi uchun 500-510 °C ni tashkil qiladi [9].

Aralashmadagi vodorod kontsentratsiyasining o‘zgarishi (CH_4+H_2) issiqlik chiqarish xususiyatlarining o‘zgarishiga olib keladi; xususan, Vodorod tarkibining ko‘payishi yonish davomiyligini keskin qisqartiradi.

Vodorod-havo aralashmasining yuqori yonish tezligi va dvigatel silindrlarida bosimning yuqori tezligi dvigatelning indikator samaradorligini oshirishga yordam beradi.

Vodoroddan foydalaniladigan ichki yonuv dvigatelining ish oqimi xususiyatlari vodorod – havo aralashmasining xususiyatlari – olov jabhasining yonishi va tarqalish chegaralari, olov harorati va energiyasi bilan belgilanadi. Bu xususiyatlarning barchasi vodorodda uglevodorod yoqilg‘isiga qaraganda yaxshiroqdir (5-jadval) [13].

Uglevodorodlarga qaraganda deyarli kattaroq olov tezligiga ega bo‘lgan vodorod o‘ziga xos “oldindan yonish” katalizatori vazifasini bajarib, ishchi aralashmani yoqib yuboradi va qisqa vaqt ichida to‘liq yonish, ko‘proq bosim va

ISSN 3030-3907

issiqlik energiyasini ta’minlaydi, bu esa momentning oshishiga yordam beradi [14]. Yoqilg‘ining to‘liq yonishi bilan chiqindi gazlardagi zararli moddalar chiqindilari kamayadi.

Vodorodning pastki tutashuv chegarasi neft yoqilg‘isidan bir necha baravar yuqori, bu esa neft yoqilg‘isida ishlaydigan ichki yonuv dvigatellariga nisbatan yuqori samaradorlikga erishish imkonini beradi.

Yoqilg‘i sarfini quyidagicha aniqlaymiz:

$$g_t = \frac{G_b + G_{H_2} \cdot G_H H_2 \,/\, G_{H_b}}{N_e} \qquad (8)$$

bu yerda G_b, G_{H_2} – mos ravishda dizel va vodorod iste’moli, g/soat; $G_H H_2$, G_{H_b} – mos ravishda vodorod va dizelning pastki yonish issiqliklari; N_e-dvigatelning samarali quvvati [15].

Natijalar.

Yoqilg‘ining fizik-kimyoviy xususiyatlari, boshqa barcha ko‘rsatkichlar teng bo‘lsa, ichki yonuv dvigatelining chiqindi gazlaridagi toksik moddalarning tarkibi va aralashma darajasiga bevosita ta’sir qiladi. An’anaviy uglevodorod yoqilg‘ilari bilan taqqoslaganda yonish jarayonini tashkil etish nuqtai nazaridan hal qiluvchi parametrlar normal tarqalish tezligi va olovni o‘chirish masofasi, energiya va harorat kontsentratsiyasi chegaralarini normallashtirish uchun vodorod bu jihatdan noyob fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega.

Vodorod boshqa moddalardan ajratishning bir necha usullari mavjud, biz eng keng tarqalganlarini sanab o‘tamiz:

1. Elektroliz, bu usul eng sodda va uyda amalga oshirilishi mumkin. Tuzni o‘z ichiga olgan suvli eritma orqali doimiy elektr toki o‘tkaziladi, uning ta’siri ostida reaktsiya sodir bo‘ladi, uni quyidagi tenglama bilan tavsiflash mumkin: $2NaCI+2HH_2 \rightarrow 2NaOH+CI_2+H_2\uparrow$. Bunday holda, oddiy oshxona tuzining eritmasi uchun misol keltirilgan, bu eng yaxshi variant emas, chunki chiqarilgan xlor zaharli modda bo‘lib ushbu usulda olingan Vodorod eng toza (taxminan 99,9%).

2. Suv bug‘ini 1000°C haroratgacha qizdirilgan ko‘mir koks ustiga o‘tkazish orqali quyidagi reaksiya sodir bo‘ladi: $H_2O + C \Leftrightarrow CO\uparrow + H_2\uparrow$.

3. Suv bug‘lari bilan konversiya orqali metandan qazib olish (reaksiya uchun zarur shart – harorat 1000°C): $CH_4 + H_2O \Leftrightarrow CO + 3H_2$.

Ikkinchi variant – metan oksidlanishi: $2CH4 + O2 \Leftrightarrow 2CO + 4H_2$.

4. Yorilish (neftni qayta ishlash) jarayonida vodorod yon mahsulot sifatida chiqariladi.

Shu maqsadda vodorod ishlab chiqarish uchun sanoat qurilmalari ishlab chiqariladi. Odatda, bu membrana tipidagi elektrolizatorlar. Bunday qurilmaning soddalashtirilgan dizayni va ishlash printsipi 1-rasmda keltirilgan[14].

Xulosa

ISSN 3030-3907

Dizel yoqilg‘isida uglevodorod - havo aralashmasining yonish jarayonini amalga oshirish imkoniyatini dastlabki tahlil qilish amalga oshirildi. Dvigatelning yonish kamerasiga kiritilgan vodorod juda faol radikallar - yoqilg‘i-havo aralashmasining termokimyoviy konversiya reaktsiyalarining faol qo‘zg‘atuvchisi bo‘lgan H_2 atomlarini hosil qilish uchun dissotsilanishga moyil ekanligi haqida dastlabki taxminlar mavjud. Bu yoqilg‘i-havo aralashmasida erkin vodorodning mavjudligi dizel dvigatelining ish sikli jarayonlarini optimal boshqarish chegaralarini sezilarli darajada kengaytiradi deb ishonishga asos beradi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. J.F. Ismatov, S.M. Qodirov, X.A. Qurbonov “Dizel dvigatellariga kompozision yonilg‘i (dizel yonilg‘isiga vodorod qo‘shish) ko‘rsatkichlarining tahlili” Kompozitsion materiallar Ilmiytexnikaviy va amaliy jurnali №2/2023. 188-192 bet
2. J.F. Ismatov, S.M. Qodirov, X.A. Qurbonov “Dizellarga vodoroddan kampozit yoqilg‘i sifatida foydalanish orqali ekologik xususiyatlarini yaxshilash” Kompozitsion materiallar Ilmiytexnikaviy va amaliy jurnali №1/2024. 201 bet
3. J.F.Ismatov, X.A.Qurbonov. “Dizel dvigatellarida braun gazidan qo‘shimcha yonilg‘i sifatida foydalanish samaradorligi” Namangan davlat texnika universiteti «MEXANIKA VA TEXNOLOGIYA ILMIY JURNALI» Namangan № 2 (19), 2025. 153-bet
4. Авраменко А.Н., Левтеров А.М., Бганцев В.Н., Гладкова Н.Ю., Киреева В.Н. Перспективы применения микродобавок водорода для улучшения экологических показателей дизельного двигателя // Journal of Mechanical Engineering. 2019. Vol. 22. No. 2.
5. Базаров Б.И., Васидов А.Х., Аскаров И.Б., Ахматжанов Р.Н. Альтернативные энергетические источники и установки на транспорте. Учебник. - Ташкент: Изд-во ТГТрУ, 2022. -220 с.
6. Певнев Н.Г., Понамарчук В.В. Анализ свойств водорода с целью возможности его применения в качестве добавки к основному топливу // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сб. тр. конф. Оренбург, 2015. С. 304–309.
8. Левин Ю.В. Улучшение топливной экономичности и экологичности роторно-поршневого двигателя за счет добавок свободного водорода к основному топливу: дис. … к. т. н. Волгоград, 2016.
9. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов: Учебник для вузов / В.Н.Луканин, К.А.Морозов, А.С.Хачиян и др.; Под ред. В.Н.Луканина и М.Г.Шатрова – 3-е изд., перераб. и испр. – М.: Высшая школа, 2007. – 479 с: ил.
10. Раменский А.Ю., Шелищ П.Б., Нефедкин С.И. Применение водорода в качестве моторного топлива для автомобильных двигателей внутреннего

ISSN 3030-3907

сгорания. История, настоящее и перспективы // Альтернативная энергетика и экология. 2006. № 11. С. 63–70.

11. Олег Е.Аксютин, Александр Г.Ishков, Валерий Г.Хлопtsов, Вараздат А.Казаруан, “Концепция крупномасштабного развития инновационных систем производства и распределения метановодородного топлива как эффективного альтернативного энергоносителя” 2012

12. Fayziyev M.M., Miryunusov M.M., Orifjonov M.M., Bozorov B.I. Ichki yonuv dvigatellari. – T.: «Turon-iqbol», 2007. – 608 bet.

13. Асоян А.Р., Битюков С.И., Лебедев И.А., Асоян И.А. Использование водорода в качестве добавки к основному топливу в двигателях внутреннего сгорания // Проблемы технической эксплуатации и автосервиса подвижного состава автомобильного транспорта: сб. научн. трудов по материалам 77-й научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. М., 2019. С. 103–108.

ISSN 3030-3907

METALL KUKUNLARINI ELEKTROKONTAKT USULI YORDAMIDA DETALLAR YUZASIDA PISHIRIB QOPLASH TEXNOLOGIYALARI

Karimov Sh.Sh
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
“Materialshunoslik” kafedrasi professori
Mamirov Sh.Sh.
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali
“Mashinasozlik texnologiyasi” kafedrasi mudiri
Nurullayev R.T.
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti Olmaliq filiali
“Mashinasozlik texnologiyasi” kafedrasi assistenti

Annotatsiya: Mashina detallarini tiklash va mustahkamlash uchun juda muhimdir. Kompozit qoplamalardan foydalanish bo‘yicha mavjud tajriba ushbu sohaning agrosanoat majmuasining mashinalari va uskunalari detallarining xizmat qilish muddatini yaxshilash. Mazkur mavzu metall kukunlarini elektrokontakt (elektr kontaktli) usuli orqali detallar yuzasiga pishirib qoplash texnologiyalarini o‘rganishga bag‘ishlangan. Elektrokontakt qoplama — bu elektr toki va bosim ta’sirida qisqa vaqt ichida metall kukunlarni detallar sirtiga mustahkam yopishtirib, yuqori sifatli qoplama hosil qilish usulidir. Ushbu texnologiya yordamida detallarning ishga chidamliligini, aşinuvga bardoshliligini va korroziyaga qarshi turg‘unligini oshirish mumkin. Mavzuda elektrokontakt usulining fizik-mexanik asoslari, issiqlik hosil bo‘lish jarayoni, elektr toki va bosimning roli, kukun materialining xossalari, hamda pishirish jarayonining texnologik rejimlari (tok kuchi, vaqt, bosim) haqida batafsil ma’lumot beriladi. Shuningdek, amaliyotda qo‘llanilayotgan qurilmalar, ularning tuzilishi va ishlash prinsipi ham ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: kuch, qattiqlik, egiluvchanlik, korroziyaga chidamlilik, yeyilishbardoshlik, issiqlikka chidamlilik va boshqalar.

Аннотация: Очень важна для восстановления и укрепления деталей машин. Существующий опыт использования композитных покрытий позволяет улучшить срок службы деталей машин и оборудования агропромышленного комплекса данной отрасли. Данная тема посвящена изучению технологий наплавки металлических порошков на поверхности деталей электроконтактным способом. Электроконтактное покрытие - это способ получения высококачественного покрытия путем прочного приклеивания металлических порошков к поверхности деталей за короткое время под воздействием электрического тока и давления. С помощью этой технологии можно повысить долговечность, износостойкость и коррозионную стойкость

ISSN 3030-3907

деталей. В теме дается подробная информация о физико-механических основах электроконтактного метода, процессе теплообразования, роли электрического тока и давления, свойствах порошкового материала, а также технологических режимах процесса обжига (сила тока, время, давление). Также рассматриваются устройства, используемые на практике, их устройство и принцип работы.

Ключевые слова: сила, твердость, гибкость, коррозионная стойкость, износостойкость, термостойкость и другие.

Abstract: Very important for restoring and strengthening machine parts. Existing experience in the use of composite coatings is aimed at improving the service life of parts of machines and equipment of the agro-industrial complex of this industry. This topic is devoted to the study of the technology of coating metal powders on the surface of parts by the electrocontact method. Electrocontact coating is a method of obtaining a high-quality coating by firmly adhering metal powders to the surface of parts in a short time under the influence of electric current and pressure. With the help of this technology, it is possible to increase the durability, wear resistance, and corrosion resistance of parts. The topic provides detailed information on the physical and mechanical foundations of the electrocontact method, the process of heat generation, the role of electric current and pressure, the properties of the powder material, as well as the technological modes of the cooking process (current, time, pressure). It also examines the devices used in practice, their structure, and operating principles.

Keywords: strength, hardness, flexibility, corrosion resistance, wear resistance, heat resistance, etc.

Kirish

Hozirgi vaqtda qoplash materiallarning xususiyatlariga qo‘yiladigan talablar juda xilma-xil bo‘lib qoldi, chunki detallarning ishlash sharoitlari yanada qattiq va murakkablashdi. Misol tariqasida biz materialdan talab qilinishi mumkin bo‘lgan quyidagi xususiyatlarni ko‘rsatishimiz mumkin: kuch, qattiqlik, egiluvchanlik, korroziyaga chidamlilik, yeyilishbardoshlik, issiqlikka chidamlilik va boshqalar.

Ushbu murakkab muammoni hal qilishning bir usuli yuqori ishlash xususiyatlariga ega qoplamani detallarning ishchi yuzalarga qo‘llash. Masalan, detallarni elektr kontaktli pishirish bilan tiklashda yangi detalning tegishli xususiyatlaridan (kuch, yeyilishbardoshlik, korroziyaga chidamlilik va boshqalar) ustun bo‘lgan sirt qatlamini olishga imkon beradigan kukun materialdan foydalanishingiz mumkin. EKP uchun ikkinchi yo‘nalish-qoplanuvchi material sifatida kukunli materiallardan, shu jumladan kompozit materiallardan foydalanish. Kompozit materiallarga (KM) qiziqish, bir tomondan, yuqori sifatli qotishmalar ishlab chiqarish uchun xom ashyoning cheklanganligi bilan, boshqa

ISSN 3030-3907

tomondan, KM ning noyob xususiyatlari to‘plami bilan bog‘liq bo‘lib, ular metall o‘rnida erishib bo‘lmaydigan bir qator texnik muammolarni hal qilish, materiallarning xususiyatlarini boshqarish. [1,5,6,2].

Xozirgi paytda KM qoplamalar shaklida ishlatila boshlandi, bu mashina detallarini tiklash va mustahkamlash uchun juda muhimdir. Kompozit qoplamalardan foydalanish bo‘yicha mavjud tajriba ushbu sohaning agrosanoat majmuasining mashinalari va uskunalari detallarining xizmat qilish muddatini yaxshilash istiqbollarini ko‘rsatdi. Shu bilan birga, yangi avlod EKP materiallarining detallarini tiklash bo‘yicha texnologik jarayonlarning keng joriy etilishi ularni qo‘llashni asoslash, geterogen qoplamalarni loyihalash, ularni detallar yuzasiga qo‘llash uchun ilg‘or texnologiyalarni ishlab chiqish bo‘yicha kompleks tadqiqotlar yo‘qligi bilan cheklangan. Yagona qoplamada geterogen komponentlarning mosligini tartibga solish muammosi hal qilinmagan, bu KP ning noyob tribotexnik xususiyatlaridan to‘liq foydalanishga imkon bermaydi. [1,5,6,2,3,8,10].

Qayta tiklashning ko‘plab usullari orasida elektrkontaktli pishirib qoplash (EKP) usuli ajralib turadi. Ushbu usul jarayonning yuqori mahsuldorligiga, detalning qizishi va deformatsiyasining yo‘qligiga, termik ta’sir zonasining sayoz chuqurligiga, to‘g‘ridan-to‘g‘ri pishirish jarayonida qoplamaning qattiqlashishiga va jarayonning ekologik tozaligiga ega. Usulning uzoq vaqtdan beri ma’lum bo‘lishiga qaramay, EKP usulida kukunli materiallardan foydalanishning bir qator muammolari o‘z yechimini topmagan. Masalan pishirish paytida qimmatbaho kukunning yo‘qolishi, yeyilish darajasiga qarab qoplamaning qalinligini tartibga solish, kukun aralashmasidan foydalanish qiyinligi, qiyin eriydigan kukunlarning yuqori adgeziyasini ta’minlash. Qoplamalarning detal yuzasi bilan bog‘lanish kuchi va yemirilishga chidamliligi masalalari kam o‘rganilgan bo‘lib qolmoqda. Bundan tashqari, EKP magnit maydonining kukunning ferromagnit zarralariga ta’siri masalasi o‘rganilmagan bo‘lib qolmoqda, uning yechimi bunker-dozatorning chiqish kanali soplosining optimal holatini hisoblash orqali kukun yo‘qotilishini kamaytirishga imkon beradi.

Elektrokontaktli pishirish issiq presslash jarayonining bir turidir [4,12,15,].An’anaviy kukun metallurgiya texnologiyasidan farqli o‘laroq, kontakt qarshiligi orqali elektr tokining to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘tishi pishirilgan materialning xususiyatlarini aniqlaydigan jarayonlarni faollashtiradi va tezlashtiradi. Qisqa vaqt ichida elektr qizdirish ta’sirida kukun plastik bo‘lib, osonlik bilan deformatsiyalanadi. Elektrokontaktli pishirishda ham issiq presslashda, ham bosimli payvandlashda sodir bo‘ladigan jarayonlar ustunlik qiladi. Jarayonlarning har birining ishtirok etish darajasi har xil va harorat, bosim, vaqt, material darajasi va boshqalarga bog‘liq. Shuni ta’kidlash kerakki, ko‘rib chiqilayotgan

ISSN 3030-3907

texnologiyada pishirishning davomiyligi issiq presslashdan ancha qisqaroq, ammo ishlatiladigan bosimlar bir xil bo‘ladi [7,9,5].

Elektr tokini to‘g‘ridan-to‘g‘ri uzatish bilan metall kukunlarini pishirishning birinchi usuli 1933 yilda Teylor qurilmasi tomonidan patentlangan. Teylor metall kukuni bilan to‘ldirilgan izolyatsion materialdan yasalgan truba va ikkita plunjer - elektroddan iborat edi.

Keyinchalik Jons qarshilik asosida pishirish texnologiyasini ko‘rib chiqdi va bosimli payvandlash uskunasidan foydalanishni taklif qildi.1939 yilda A.N.Ryaguzov kukunni eritish haroratiga elektr bilan bog‘lanish asosida metall kukunini qism yuzasiga to‘plash usulini birinchi bo‘lib taklif qildi. Keyinchalik I.S.Pekker avtomobil ilakish diskining po‘lat qismlariga karbid kukuni qatlamini qo‘llash usulini ko‘rib chiqdi. Uning texnologiyasida u ikkita rolikli elektroddan, himoya atmosferasidan va sovutish suvi bilan isitish joyini doimiy o‘chirishdan foydalangan.

Kremer 1944 yilda kontaktli payvandlash uskunalari yordamida bosim ostida kukunni elektroimpuls bilan pishirish usulini tasvirlab berdi. Kremer tajribalarida asosan mis, bronza va alyuminiy kabi ferromagnit bo‘lmagan kukunlardan foydalanilgan. [10,12]

1945 yilda Rossom yuqori bosim va o‘zgaruvchan elektr tokining o‘zgartirilgan parametrlari bilan elektroimpulsli pishirish usulini patentladi. Bosim ostida elektrokontaktli pishirishning asosiy nazariy va texnologik masalalari Lenel tomonidan ko‘rib chiqildi va kukunlarni elektrokontaktli pishirish uskunalariga qo‘yiladigan talablar shakllantirildi.

Keyingi ishlardan Shepard va Kroft ishlarini qayd etish lozim. Titan, bor va kremniy karbidlari, titan boridlari va alyuminiy oksidi asosidagi qattiq qotishma kukunlarini pishirish misolidan foydalanib, ular elektrokontaktli pishirish texnologiyasining yuqori samaradorligini namoyish etdilar. Aniqlanishicha, bu jarayonning asosiy afzalliklari yuqori unumdorlik, kam energiya sarfi, past g‘ovaklik va mayda dispersli tuzilishga ega pishirilgan namunalarni olish imkoniyatidir. Biroq, Shepard va Kroft katta o‘lchamdagi detallarni olish uchun elektrokontaktli pishirish texnologiyasining imkoniyatlari haqida salbiy fikrga ega bo‘ldilar.

Sof metallarning kukunlari va qattiq qotishma birikmalaridan namunalarni pishirishdan tashqari, bosim ostida elektrokontaktli pishirish antifritsion materiallarni ishlab chiqarish uchun xam qo‘llanilishi mumkinligi aniqlandi. Qalayli bronza $CuSn_{10}$ dan detallarini ishlab chiqarish usuli ishda yoritilgan bo‘lib, uning o‘ziga xos xususiyati elektr tokidan foydalanish, zichligi 70 A/mm^2 dan oshmaydigan pishirish va qizdirish vaqti qisqa (45 minutgacha) hisoblangan.

ISSN 3030-3907

I.D.Radomыselskiy va Ye .V.Rmorov kukun metallurgiya va elektr qarshilik payvandlash usullarini birlashtirish bilan bimetalik mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun yuqori samarali texnologik jarayonlarni yaratish imkoniyatlarini o‘rganib chiqdi va istiqbollarini isbotladi.

Metall kukunlari bilan yeyilgan detallarni qayta tiklash uchun elektrokontaktli pishirish jarayonini amalga oshirishda, qo‘llaniladigan qatlamning optimal xususiyatlariga erishish va uni saqlab qolish uchun kukun zarralarini qizdirish harorati $(0,8\div0,9)T_e$ bo‘lishi kerakligi aniqlandi. Shunga asoslanib, jarayon elektrokontaktli pishirish deb ataldi. Hozirgi vaqtda mavjud bo‘lgan turli xil jihozlar, qoplamalar uchun materiallarga qaramay, barcha turdagi EKP uchun umumiy xususiyat - bu katta elektr toki ta’siri Joul lens issiqlik va yuklanish o‘tishi paytida chiqadigan issiqlik energiyasining qoplama-asos birikmasi zonasida chiqarilishi [4,7,9]. Detallarning o‘lchamlariga qarab, qoplamaning o‘ziga xos xususiyatlarini ta’minlash zarurati elektrokontaktli tiklash va qotib qolish usullarida, turli xil qattiq materiallar, metall kukunlari, kermetlar, shuningdek ishlatiladigan materiallarning kombinatsiyasi qo‘llaniladi. Pishirish zonasiga kukunlarni erkin tushishi orqali metall kukunlarini elektrokontaktli pishirish I.E. Ulman rahbarligida ChIMESX da ishlab chiqilgan [8,3].

Elektrokontakt usuli bilan qoplanadigan kukun qoplamalari yuqori fizik-mexanik xususiyatlarga ega (birikish kuchi 150-300 MPa, g‘ovakligi 10% dan oshmaydi). Shuni ta’kidlash kerakki, elektrokontaktli qoplash va pishirish paytida oksid plyonkalarining mavjudligi birikishning kuchini deyarli kamaytirmaydi, chunki plyonka yuqori elektr qarshiligiga ega, tok impulsi bilan jadal qizdiriladi, so‘ngra birikish zonasidan chiqariladi. Yu.V.Klimenko ma’lumotlariga ko‘ra, qatlam ikkinchi yuqori oksidlangan qatlamga quyilganda, birikish kuchi detalning tozalangan yuzasidagi birinchi qatlamning o‘xshash qoplamasidan past bo‘lmaydi.

Qoplamalarning yeyilishbardoshligi yuqori xromli cho‘yanni elektr yoyi bilan qoplash natijasida olingan qotishmalar darajasida bo‘lib, termik ishlov berilgan uglerodli va kam uglerodli po‘latlardan sezilarli darajada ustundir.

Elektr kontaktli qizdirish qatlam chuqurligi bo‘yicha o‘zgaruvchan fizik-mexanik xususiyatlarga ega qoplama olish imkonini beradi, bu esa kukun shixtani birgalikda qo‘llash orqali erishiladi. Tadqiqotlar yeyilishbardosh kukunlardan tayyorlangan qoplama chuqurligi bo‘yicha ikki, uch yoki undan ortiq ketma-ket zonalarni olish imkoniyatini aniqladi.

Kontaktli qizdirish kukun va yengil materiallardan qoplamalar ishlab chiqarishda ham qo‘llanilgan rulonli elektrodlardan foydalangan holda metall buyumlarga tok o‘tkazuvchi kukunli kompozitsiyalarni qo‘llashning ba’zi texnologik jihatlari ko‘rib chiqildi. O‘zgaruvchan elektr toki ferromagnit metall kukunlaridan foydalanishni qiyinlashtirishi ta’kidlandi. Ushbu kamchilikni

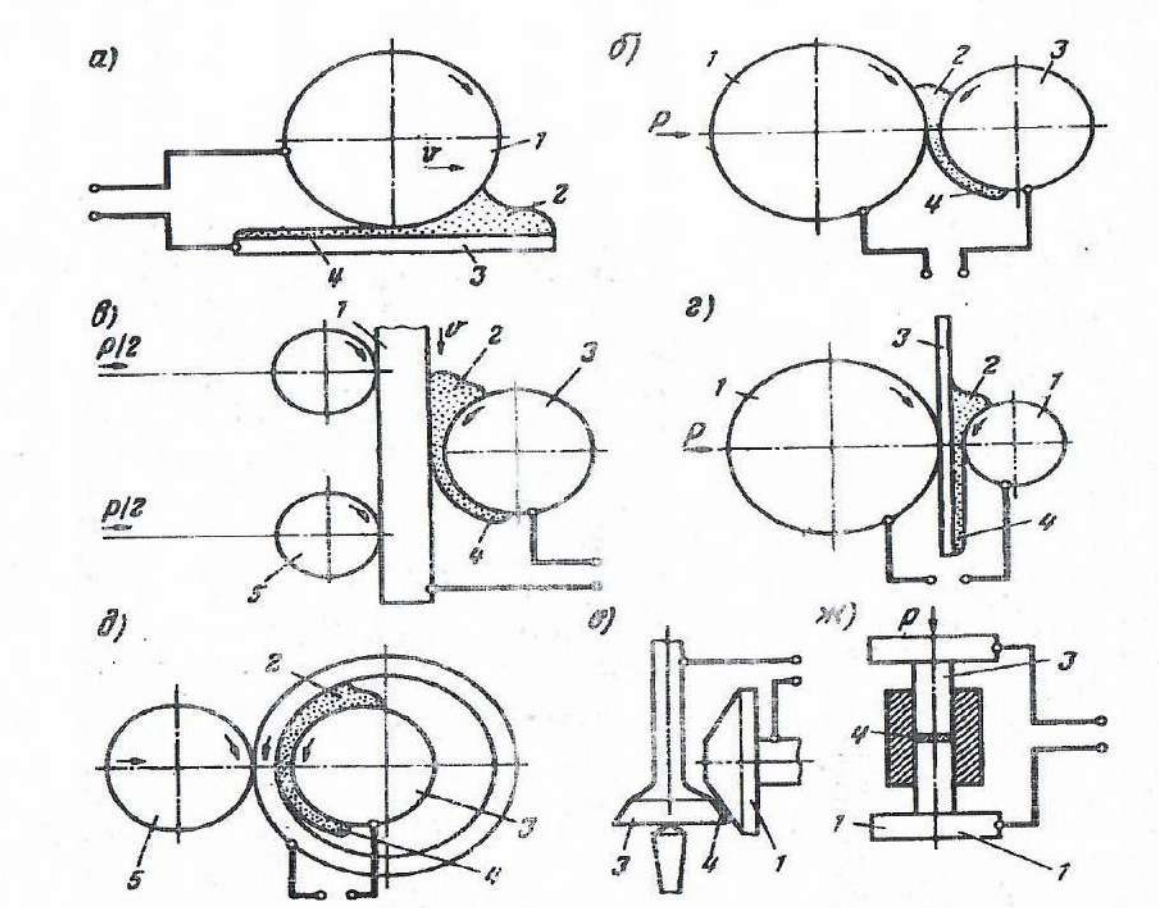
ISSN 3030-3907

to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr tokidan yoki kukunlarni Kyuri nuqtasida oldindan qizdirish bilan yo‘q qilish mumkin. Karbid kukunlari va ularning asosidagi aralashmaning elektr bilan ta’sir qilish, ferroxrom, ferromarganes va ferrotitanni kukun aralashmalarini ularni yeyilish detallari yuzalarida biriktirish uchun puxtalash komponentlari sifatida ishlatish imkoniyati ko‘rsatilgan.

Qoplamalarning yeyilish darajasi, issiqlik bilan ishlov beriladigan uglerod va past qotishma po‘latdan ancha yuqori bo‘lgan yuqori xromli quyma temirning elektr yoyi bilan olinadigan qotishmalar darajasida.

Keng texnologik imkoniyatlarga ega bo‘lgan elektrokontaktli pishirishni kukun materiallardan foydalangan xolda detallarning ta’mirlashdan keyingi ekspluatatsion davrini oshirish mumkin. Bu texnologik jarayonning usullari 1.1-rasmda keltirilgan. Jarayonning mohiyati harakatlanayotgan detal va elektrod orasiga metall kukuni joylashtiriladi va ular orqali tok o‘tkaziladi, hamda bosim ta’sir ettiriladi.

Natijada, qayta tiklanadigan detalning yuzasida qatlam hosil bo‘ladi, uning qalinligi kukun va rolikni ilashish burchagi bilan belgilanadi. Qayta tiklash qoplamalarining kerakli xususiyatlari kukunlarning tarkibiga bog‘liq. [10.14,8,5]



1.1-rasm. Kukun materiallarni elektrokontakt pishirinning sxemalari: a- tekis (gorizontal sxema); b-tashqi silindrik; v-tashqi silindirik yuzaga tekis elektrod bilan; g-tekis (vertikal); d-ichki silindrik yuzaga; ye-konus yuzaga; j- yon yuzaga; 1-elektrod; 2-kukun; 3-detal; 4-kukun qatlami; 5-ezuvchi rolik.

ISSN 3030-3907

Yuqori sifatli tiklanish o‘z-o‘zi flyuslanadigan PG-XN80SR2 kukuni, PG-C1 sormayt kukuni va PJ-3M temirining teng hajmli qismlarida mis va qo‘rg‘oshin qo‘shilgan tarkibi bilan ta’minlanadi (1,5...5,0 %) [1,13,15].

Val kabi detallarni tiklash uchun quyidagi kukunli kompozitsiyalardan foydalanish tavsiya etiladi: 20% FBX-6-2+80% PJ-5; 20% KBX+5% Al_2O_3 +75PJ-5; 30% PG - XN80SR2+70% PG-10N-04; 20% PK-10 K01-80% PG-10N-04. Ushbu kompozitsiyalardan foydalanish mexanik ishlov berish imkoniyati bilan qoplamalarning yuqori yeyilishga qarshiligini ta’minlaydi.

Qayta tiklanadigan sirt bilan qoplamaning birikish kuchi 150...30 Mpa teng. Qoplamalarning g‘ovakliligi va qattiqligi keng doirada o‘zgarib turadi va qoplamani tashkil etuvchilarining tarkibiga bog‘liq. Qoplamalarning g‘ovakliligi 12...25% va qattiqligi 25...63 HRC atrofida. Eng yuqori qattiqlik PG-C1 + (60...70 %) FX-80 dan olingan qoplamada erishilgan.

Kukunli qoplamali detalarning toliqishga chidamliligi yangi detallarning ushbu ko‘rsatkichlariga nisbatan 7...12% ga kamayadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Alexin O. S., Korolev D. V., Suvorov A. K., Suvorov K. A. Raschet adiabaticheskoy temperaturы goreniya entalpiynым metodom: Metodicheskie ukazaniya. SPb., SPbGTI (TU), 2001. — 18 s.
2. Bagryanskiy K.V., Dobrotina Z.A., Xrenov K.K. Teoriya svarochnых protsessov: Xarkov. Izd-vo Xarkovskogo universiteta. 1968. – 502 s. s. 191-196.
3. Bogomolova N.A. Prakticheskaya metallografiya. / N.A. Bogomolova // – M.: Vыsshaya shkola, 1987 – 240 s.
4. Burak P.I. Dvijщie silы sxvatыvaniya i obrazovaniya protsessa soedineniya poverxnostey pri elektrokontaktnoy privarke. Tekst // P.I. Burak // Mejdunarodnыy texniko-ekonomicheskiy jurnal. 2007 №:4(4) – S. 33-37.
5. Burak P.I. Intensifikatsiya elektrokontaktnoy privarki lent pri vosstanovlenii detaley. avtoref. doktora texn. nauk – 05.02.03 – 2012. -53s.
6. Burak P.I. Elektrokontaktnaya privarka lentы cherez promejutochnыy sloy poroshkovogo materiala. Tekst / R.A. Latыpov, P.I. Burak // Texnologiya metallov. 2005 – №:5 -s. 37-38.
7. Burak P.I. Texnologicheskie priemы naneseniya promejutochnogo sloya dlya elektrokontaktnoy privarki. Tekst / P.I. Burak // Mejdunarodnыy nauchnыy jurnal 2009, –№1 – s. 62-66.
8. Burak P.I. Soedinenie poverxnostey pri elektrokontaktnoy privarke. Tekst / P.I. Burak // Trudы GOSNITU 2008. – S.70-75.
9. Bulыchev V.Ye. Otsenka prochnosti soedineniya raznorodnых metallov pri elektrokontaktnoy privarke / V.Ye. Bulыchev R.A. Latыpov // Svarochnoe proizvodstvo – 2012. – №:6 – S. 17-21.

ISSN 3030-3907

10. Bulыchev V.V. Razrabotka elementov teorii m texnologicheskix putey obespecheniya stabilnosti formirovaniya zonы soedineniya pri elektrokontaktnoy privarke provoloki: avtoref. diss… d-ra texn. nauk: 05.02.10 / Vsevolod Valerievich Bulыchev. – M. 2012. – 32 s.
11. Bulыchev V.V. Razrabotka elementov teorii m texnologicheskix putey obespecheniya stabilnosti formirovaniya zonы soedineniya pri elektrokontaktnoy privarke provoloki: avtoref. diss… d-ra texn. nauk: 05.02.10 / Vsevoed Valerievich Bulыchev. – M. 2012. – 32 s.
12. [12] Abduvaliev, U., Jumaev, A., Nurullaev, R., Jakhonov, S., & Jurakulov, I. (2024). Investigation of the process of the influence of winding spindles with cotton fiber on the performance of a cotton picker. In E3S Web of Conferences (Vol. 548). EDP Sciences.
13. [13] Abduvaliev, U., Jumaev, A., & Nurullaev, R. (2024, August). Influence of the Sectional Shape of the Grabbing Element of a Screw Composite Spindle on Agricultural Performance and Stability of Operation of a Cotton-Picking Machine. In International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE)-2024 (Vol. 1129, p. 288). Springer Nature.
14. [14] Бобоев, Х., Р. Нуруллаев, and А. Сайдуллаев. "SELECTION OF ALLOYS, THEIR STRUCTURE AND PROPERTIES." Международный мультидисциплинарный журнал исследований и разработок 1.5 (2025): 114-118.
15. [15] Абдувалиев, Убайдулла Абдуллаевич, and Рахимберди Туйғун Ўғли Нуруллаев. "SHPINDEL SIRTIDAGI TISHLARNING JOYLASHISHI ZICHLIGI VA BIR TEKISDALIGINI ANIQLASH." Механика и технология 2.11 (2023): 46-54.

ISSN 3030-3907

BURG‘ILASH SUYUQLIGINI YUTUVCHI SKVAJINALARDA MUSTAHKAMLASH UCHUN KENGAYUVCHI QUVURLARNI QO‘LLASHNING ILMIY ASOSLARI

Normayev Qobilbek Husanovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi dotsent v.b. (PhD)
Ravshanova Muslima Olimjonovna
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi assistenti
Ashirova Mehribon Rustam qizi
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti 47A-25MMTX guruh talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada burg‘ilash suyuqligini yutuvchi skvajinalarda yuzaga keladigan muammolar, ularning kelib chiqish omillari hamda texnologik yechimlari tahlil qilingan. Asosiy e’tibor kengayuvchi mustahkamlovchi quvurlar yordamida skvajina devorlarini mustahkamlash imkoniyatlarini o‘rganishga qaratilgan. Tajriba-sinov natijalari asosida turli diametrli skvajinalar uchun optimal qalinlik qiymatlari aniqlangan va ular o‘rtasidagi matematik bog‘liqlik ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: suyuqlik yo‘qotilishi, skvajina, burg‘ilash suyuqligi, to‘ldirgichlar, mustahkamlovchi quvurlar, bartaraf etish, oldini olish, bo‘shliq, yoriqlar, katastrofik holatlar.

Аннотация: В данной статье рассмотрены проблемы, возникающие в скважинах, поглощающих буровой раствор, причины их возникновения, а также технологические решения. Основное внимание уделено возможностям укрепления стенок скважин с помощью расширяющихся обсадных труб. На основе опытно-экспериментальных исследований определены оптимальные значения толщины для скважин различного диаметра и разработаны математические зависимости.

Ключевые слова: потери раствора, скважина, буровой раствор, наполнители, обсадные трубы, устранение, предотвращение, пустоты, трещины, катастрофические ситуации.

Abstract: This article analyzes the problems arising in drilling fluid–absorbing wells, the causes of their occurrence, and possible technological solutions. The main focus is on the potential of reinforcing wellbore walls using expandable casing pipes. Based on experimental studies, the optimal wall thickness values for wells of different diameters have been determined, and a mathematical relationship has been developed.

ISSN 3030-3907

Keywords: fluid loss, wellbore, drilling fluid, fillers, casing pipes, elimination, prevention, voids, fractures, catastrophic conditions.

Kirish

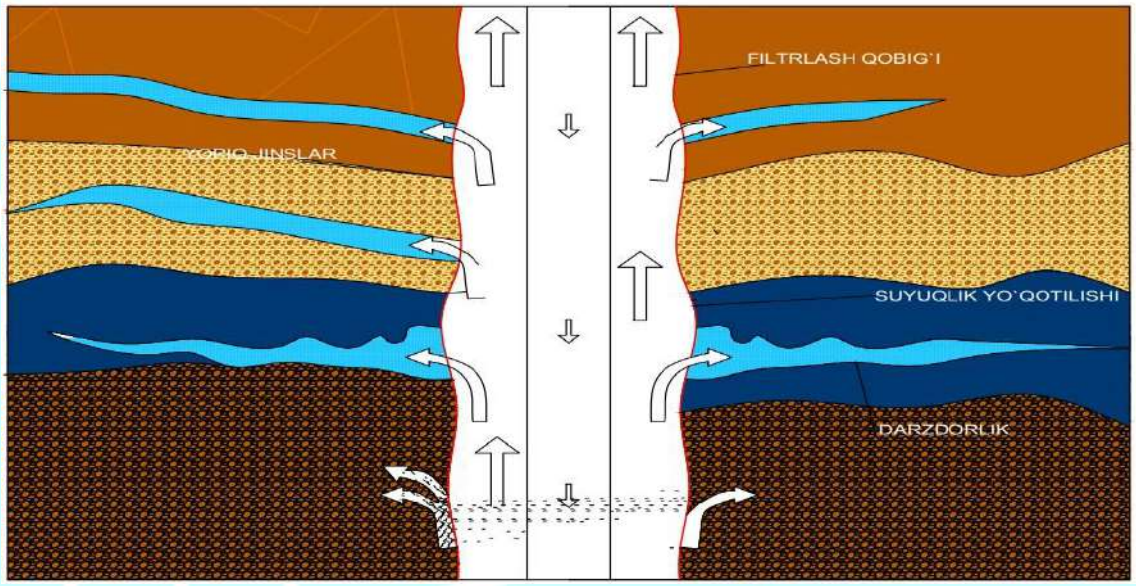
Bugungi kunda mamlakatimizda ko‘pgina foydali qazilma konlarining qulay geologik sharoitlarda va yuqori gorizontlarda joylashgan zaxiralarini tugab borayotgani sababli, yangi foydali qazilma zaxiralarini qidirishni jadallashtirishni taqozo qilmoqda, Biroq, aksariyat foydali qazilma zaxiralari katta chuqurliklarda va noqulay geologik sharoitlarda joylashgan bo‘lib, ularni qidirish va nazorat qilish ishlari anchagina murakkab hisoblanadi. Noqulay geologik sharoitlarda chuqur skvajinalarni burg‘ilash bir qancha geologik va texnologik asoratlarni yuzaga kelishi bilan qiyinchiliklar tug‘diradi.

Skvajinalarni burg‘ilash davomida yuzaga keladigan har qanday asoratlar skvajinalarni o‘tish muddatini uzaytiradi, skvajina tannarxini oshiradi va burg‘ilash ishlarining energiya va resurs tejamkorligini kamaytiradi, qolaversa foydali qazilma konlarini qidirish va nazorat qilish ishlarini sifatsizlantiradi bu esa o‘z navbatida skvajinalarni burg‘ilash samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Skvajinalarni burg‘ilashda samaradorlikni pasaytiruvchi keng tarqalgan asoratlarga asosan texnik va texnologik xarakterga ega bo‘lgan hamda geologik xarakterga ega bo‘lgan asoratlar kiradi. Hozirda texnologik xarakterga ega bo‘lgan eng ko‘p tarqalgan asoratlar bo‘lar burg‘ilash kolonnasi va tog‘ jinsini parchalovchi asbob ustida salniklarni hosil bo‘lishi, skvajina stvolida jelob hosil bo‘lishi va skvajina trayektoriyasining o‘zgarishidir, ushbu asoratlarning yuzaga kelish burg‘ilash ishlarini anchagina qiyinlashtirib qo‘yadi va ushbu asoratlarni bartaraf etish vaqt, energiya va boshqa resurslarni talab etadi. Konchilik tarmoqlari qazib olish sohasida burg‘ilash texnologiyalarining samaradorligini oshirish dolzarb vazifalardan biridir. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, quduqlarni burg‘ilash jarayonida eng katta muammolardan biri bu – burg‘ilash suyuqligining yutilishidir. Ushbu hodisa kon-geologik sharoitlar murakkab bo‘lganda tez-tez kuzatiladi. Suyuqlikning yoriqlarga, kavernalar va g‘ovak jinslarga oqib ketishi jarayonni sekinlashtiradi, ortiqcha xarajatlarga sabab bo‘ladi hamda texnik xavf-xatarlarni keltirib chiqaradi. Shuningdek, kam uchrasada, burg‘ilash suyuqliklarini yutilishi burg‘ilash brigadasining personalini tajribasizligi va texnik va texnologik asboblarni noto‘g‘ri tanlash, burg‘ilash suyuqligini tayyorlashdagi xatoliklar natijasida yuvuvchi suyuqlikning yutilishi uchrab turadi. Bunday holatlarda, yo‘l qo‘yilgan kamchiliklarni bartaraf etish orqali yuvuvchi suyuqlikni yutilishini oldini olishga erishiladi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, ayrim hollarda umumiy tannarxning 20–25 foizigacha bo‘lgan xarajatlar aynan burg‘ilash suyuqligi yutilishi bilan bog‘liq. Shu sababli, mazkur muammo nafaqat ilmiy, balki ishlab chiqarish amaliyotida ham dolzarb hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Burg‘ilash suyuqligi yutilishining sabablari suyuqlik yutilishiga olib keluvchi omillarga bog‘liq ular ikki toifaga bo‘linadi geologik va texnologik. Geologik omillar, jinslarning yuqori g‘ovakligi, tabiiy yoriqlar va bo‘shliqlar, plast bosimining pastligi, karbonat va qumtosh qatlamlarining noturg‘unligi. Texnologik omillar, burg‘ilash eritmasining noto‘g‘ri tanlanishi, zichlikning ortib ketishi, gidravlik rejimning buzilishi, burg‘ilash tezligi va jihozlarning texnik ko‘rsatkichlari. Yo‘qotilish darajalari burg‘ilash suyuqligi yutilishi intensivligiga qarab quyidagi toifalarga ajratiladi, kichik – 5 m³/soat gacha O‘rta – 10–15 m³/soat Kuchli – 40–60 m³/soat Katastrofik – 60 m³/soatdan ortiq (to‘liq yutilish holati)



1-rasm. Burg‘ilash suyuqligi yutilish darajalari

Devorlari mustahkam bo‘lmagan va qulab tushish ehtimoli yuqori bo‘lgan tog‘ jinslarida skvajinalarni burg‘ilaganda yuvuvchi suyuqlikning yutilishi yuzaga kelgan, tezkorlik bilan yuvuvchi suyuqlikni yutilishini bartaraf etilmasa, skvajina devorlarining qulashi yuzaga keladi va o‘tilgan skvajinani qayta burg‘ilash yoki ushbu skvajinani tashlab boshqa skvajinani yangidan o‘tishga to‘g‘ri keladi.

Skvajinalarni burg‘ilash jarayonida yuvuvchi suyuqliklarning katastrofik yutilishi kuzatilganda, bu yutilish katta hajmli g‘ovakliklar va darzdorliklar natijasida yuzaga kelgan bo‘lsa, bunday holatlarda skvajinada suyuqlikni yutuvchi hudud alohida mustahkamlovchi quvur bilan mahkamlanadi. Biroq, bunday holda o‘rnatilgan mustahkamlovchi quvurning devorlarining qalinligi miqdorida skvajinaning diametri qisqaradi, bu esa o‘z navbatida bir qator texnologik qiyinchiliklarga olib keladi.

Muammoni bartaraf etishda burg‘ilash suyuqligi yo‘qotilishini kamaytirish uchun turli usullar mavjud bo‘lib, eritma zichligini kamaytirish (aeratsiya orqali). profilaktik usullar (kichik va o‘rta yo‘qotilishlarda samarali) maxsus texnologiyalar (katastrofik yutilishlarda qo‘llaniladi) va bir vaqtning o‘zida jihozlab burg‘ilash usullari.

ISSN 3030-3907

Bir vaqtning o‘zida jihozlab burg‘ilash usuli qo‘llanilganda quvurlar skvajinaga tushirilishi bilan birga devorlarni mustahkamlash imkoniyati yaratiladi. Kengayuvchi quvurlarni qo‘llashning ilmiy asoslari katta hajmdagi yutilish kuzatilganda skvajinaning alohida qismlarini kengayuvchi quvurlar yordamida mustahkamlash taklif etiladi. Ushbu quvurlar maxsus profilli listlardan tayyorlanadi va skvajina devoriga kengayib joylashadi. Quyida 2-ramda skvajinaning alohida qismlarini mustahkamlovchi quvur bilan yopish imkonini beruvchi burg‘ilash snaryadini alohida qismlari keltirilgan.



2-rasm. Skvajinaning alohida qismlarini mustahkamlovchi quvur bilan yopish imkonini beruvchi burg‘ilash snaryadini alohida qismlari.

Burg‘ilash snaryadi ish holatiga tayyor qilib yig‘ilgandan so‘ng, burg‘ilash uskunasiga o‘rnatilib skvajinaga tushurildi, skvajinaga tushurish jarayonlarining foto lavhasi 3-rasmda keltirilgan. Burg‘ilash snaryadining jins parchalovchi asbobi skvajina zaboyiga yetgandan so‘ng, 0,7 metrga skvajina chuqurlashtirildi, so‘ng esa burg‘ilash kolonnasi to‘xtatilib, kolonna ortga 3-4 oborot aylantirildi va yuqoriga ko‘tarib olindi. 3-rasmda burg‘ilash kolonnasini ko‘tarib olish jarayoni keltirilgan, undan ko‘rinib turibdiki, kengayuvchi mustahkamlash quvuri skvajina tubida devorlarga mustahkamlanib qolgan. Tadqiqotlarda quvurning devor qalinligi uning ishonchliligi va siqilishga qarshi mustahkamligi uchun hal qiluvchi omil hisoblanadi. Shu sababli turli diametrli skvajinalar uchun quvurning optimal qalinligi tajribalar orqali aniqlangan.

ISSN 3030-3907



3-rasm Kengayuvchi quvur tajriba sinovlarida joylashtirish jarayoni

Dastlabki tajribalar ijobiy natija bergandan so‘ng, taklif etilayotgan skvajinaning alohida qismlarini mustahkamlovchi quvur bilan yopish imkonini beruvchi burg‘ilash snaryadini burg‘ilash suyuqligini yutilishi sodir bo‘lgan geologik qidiruv skvajinasida sinab ko‘rildi. Bunda, chuqurligi 160 metr, diametri ∅ 112 mm, tog‘ jinsining qattiqlik koeffitsiyenti f=8 ga teng bo‘lgan skvajinaning 107- metr chuqurligida uchragan katta hajmli darzliklar uzunligi 2 metrga teng bo‘lgan kengayuvchi obsadka quvuri bilan mustahkamlandi, Taklif etilayotgan kengayish qobiliyatiga ega bo‘lgan kengaytirgich skvajinaning 107-108-metr chuqurligida, skvajina diametrini ∅ 112 mm dan ∅ 122 mm gacha kengaytirish imkonini berdi va shundan so‘ng boshlang‘ich diametri ∅ 104 mm bo‘lgan kengayish xususiyatiga ega obsadka quvuri ushbu uchastkada diametri ∅ 122 mm gacha kengaytirilib skvajina devori mustahkamlandi.

O‘tkazilgan tajriba-sinov ishlari natijasida ishlab chiqilgan kengayish va siqilish qobiliyatiga ega bo‘lgan burg‘ilash kengaytirgichining yangi konstruksiyasi hamda skvajinaning chuqurligi bo‘yicha alohida uchastkalarini darzlik va g‘ovakliklarini yopish imkonini beruvchi, kengayuvchi obsadka quvurli burg‘ilash snaryadini qo‘llash skvajinada yuvuvchi suyuqlikning yutilishini bartaraf etish imkonini berishi aniqlandi.

Skvajinaning alohida qismlarini mustahkamlovchi quvur bilan yopish imkonini beruvchi burg‘ilash snaryadini konstruksiyasini qo‘llaganda kengayuvchi quvurni suyuqlikni yutuvchi hududga joylashtirish va joylashtirilgandan so‘ng uning ishonchli qotirilishi juda mushkul jarayon hisoblanadi. Bunda, kengayuvchi quvurning qisilishga ko‘rsatiladigan qarshilik kuchi muhim ko‘rsatkich hisoblanadi. Kengayuvchi quvur osenkovkalangan profil listdan tayyorlangani sababli uning qisilishga ko‘rsatadigan qarshilik kuchi listning qalinligiga bog‘liq bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Diametri kichik bo‘lgan skvajinalarda yuvuvchi suyuqlikning yutilishi kuzatilganda qalinligi katta bo‘lgan profil listidan kengayuvchi quvur sifatida foydalanish juda murakkab hisoblanadi. Aslida esa qalinligi yuqori bo‘lgan listdan kengayuvchi quvur sifatida foydalanish juda afzal hisoblanadi, chunki uning qisilishga ko‘rsatadigan qarshilik kuchi yuqori bo‘lganligi sababli, skvajina devoriga mustahkam o‘rnashadi va ishonchliligi yuqori bo‘ladi. Biroq, bunday quvurni, skvajina tubiga tushirish va joylashtirish juda qiyin, bunday quvurni tushirish, burg‘ilash va kengaytirish jarayonida ochilib ketishi xavfi yuqori bo‘ladi, shuning uchun qalinligi 0,3-0,45 mm oralig‘idagi profil listlarini kengayuvchi quvur sifatida ishlatish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Diametri katta bo‘lgan skvajinalarda esa, yuqoridagi mulohazaning aksi kuzatiladi, ya’ni qalinligi kichik bo‘lgan profil listdan kengayuvchi quvur yasalganda, uning diametri ortganligi sababli siqilishga qarshi kuchi quvurni ochish uchun yetarlicha bo‘lmaydi, bundan tashqari skvajina devoriga mustahkam o‘rnashmaydi.

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, yuvuvchi suyuqlikning yutilishi kuzatiladigan skvajinalarning turli diametrlari uchun profil listdan yasaladigan kengayuvchi quvurning qalinligini optimal kattaligini tajriba sinovlari orqali aniqlab olindi. Bunda, diametri ∅76 mm, ∅112 mm, ∅151 mm va ∅279 mm bo‘lgan skvajinalar uchun kengayuvchi quvurni qalinligini 0,3 mm dan 0,8 mm gacha kattaligida yasab olinib skvajina devori mustahkamlanib ko‘rildi. Natijada, diametri ∅76 mm bo‘lgan skvajina devorini mustahkamlash uchun kengayuvchi quvurning devorining optimal qalinligi 0,3 mm, diametri ∅112 mm bo‘lgan skvajina uchun profil quvurning devorini qalinligi 0,4 mm, diametri ∅151 mm skvajina uchun 0,55 mm va diametri ∅279 mm bo‘lgan skvajina devorini mustahkamlash uchun kengayuvchi profilli quvurning devorining eng optimal qalinligi 0,75 mm ekanligi aniqlandi.

Yuqorida keltirilgandan kelib chiqqan holda yuvuvchi suyuqlikni yutilishi yuzaga kelganda skvajina diametrining turli kattaliklari uchun kengayuvchi quvurning devorining optimal qalinligini quyidagiga 1- jadvalga asosan tanlanadi:

1-jadval

D_{skv}, mm	76	89	112	121	132	151	179	219	251	279	320
$б_{quv}$, mm	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8

Bajarilgan tajriba-sinovlari natijalarini va quyda 4-rasmdagi grafikda keltirilgan qiymatlarni analitik, korrelyatsion va statistik tahlil qilinib skvajinalarni burg‘ilash jarayonida yuvuvchi suyuqliklarni yutilishi kuzatilganda,

ISSN 3030-3907

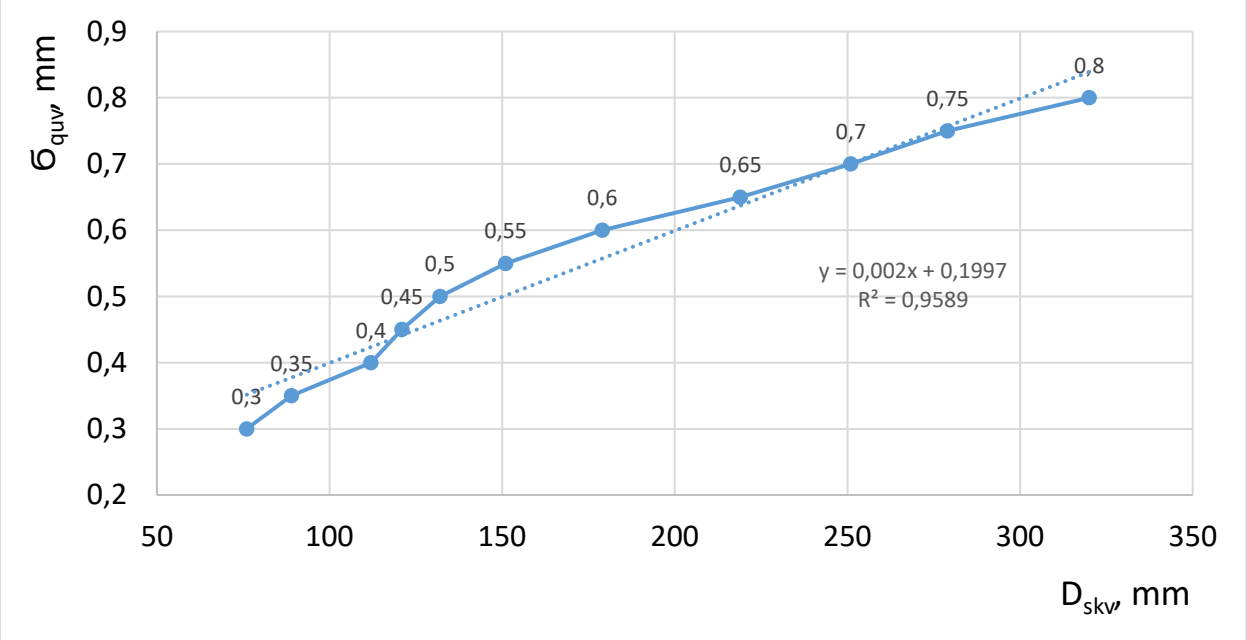
skvajinalarning turli diametrlari uchun stvol devorlarini samarali va ishonchli mustahkamlash imkonini beruvchi skvajinaning alohida qismlarini mustahkamlovchi quvur bilan yopuvchi burg‘ilash snaryadining kengayuvchi quvurini devorini optimal qalinligini aniqlash imkonini beruvchi quyidagi ifoda hosil qilindi:

$$Б_{quv} = k \times D_{skv} + b$$

Bu yerda , $Б_{quv}$- kengayuvchi quvur devorining qalinligi, mm; D_{skv}- skvajina diametri, mm; b- to‘g‘irlovchi koeffitsiyent (D_{skv} 76÷151 mm gacha bo‘lganda b=0,1997; D_{skv} 179÷320 mm gacha bo‘lganda b=0,21).

Olingan natijalarda $f(x)$ o‘zgaruvchan qiymatni kengayuvchi quvur devorining qalinligi $Б_{quv}$, x argumentni D_{skv} skvajina diametri va k va b haqiqiy sonlarni 0,002 va 0,1997 ga teng qilib funksiya tuzildi.

$$f(x) = kx + b$$



4-rasm Diametrni mustaxkamlovchi quvur qalinligiga bog‘liqlik grafigi

Xulosa: Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, burg‘ilash suyuqligining yutilishi jarayoni qazish samaradorligini keskin kamaytiradi va katta iqtisodiy zarar keltiradi. Muammoni hal etishning eng istiqbolli usullaridan biri bu – kengayuvchi quvurlar yordamida skvajina devorlarini mustahkamlashdir.O‘tkazilgan tajriba-sinov ishlari turli diametrli quduqlar uchun optimal qalinliklarni aniqlash imkonini berdi. Shuningdek, ishlab chiqilgan matematik ifoda kelgusida amaliyotda quvurlarni loyihalash va tanlashda qo‘llanishi mumkin. Mazkur yondashuv nafaqat suyuqlik yutilishini kamaytiradi, balki burg‘ilash jarayonining ishonchliligini ham ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Normayev Q.H. Skvajinalarni burg‘ilashda texnologik avariyalarni va geologik asoratlarni bartaraf etuvchi texnik yechimlarni ishlab chiqish // PhD. dissestatsiya

ISSN 3030-3907

ishi // UO‘K: 622.248 // Navoiy: «O‘zbekiston konchilik xabarnomasi» jurnali nashriyoti, 2024 – 113 b.
2. Djurayev R.U., Mirzayev A.U. va boshq. Chuqur skvajinalarni burg‘ilash qazish uskunalari va texnologiyasi // Darslik. –Toshkent: «Lesson Press» nashriyoti, 2023, – 480 b.
3. Власюк В.И., Калинин А.Г., Анненков А.А. Бурение и опробование разведочных скважин. Учебное пособие для вузов.– М.: Изд-во ЦентрлитНефтеГаз, 2008. – 860 с.
4. Соловьев Н.В., Кривошеев В.В., Башкатов Д. Н. и др. Бурение разведочных скважин. – М.: Высшая школа, 2007. – 904 с.

ISSN 3030-3907

TEBINBULAK KONINING MINERALLASHUVI VA UNING TEMIR XOMASHYO BAZASIDAGI IQTISODIY AHAMIYATI

Urunov B.N.
Geologiya fanlari universiteti
Shadiyev M.I.,
Geologiya fanlari universiteti
Yusupov U.X.
“Mineral resurslar instituti” DM
Ubaydullaeva A.A.
Geologiya fanlari universiteti
A’zamov I.A.
Geologiya fanlari universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekiston hududida joylashgan Tebinbulak konining geologik-strukturaviy xususiyatlari, magmatik jinslarning tarkibi va kimyoviy tahlili, shuningdek, konning minerallashuv zonalari va ularning iqtisodiy ahamiyati o‘rganilgan. Tebinbulak konining asosiy magmatik jinslari peridotit, piroksenit, gabbro va sienit-diorit bo‘lib, ular o‘zaro bog‘langan vulkanogen va terrigen cho‘kindi qatlamlarini yorib o‘tuvchi intruziv kompleksni tashkil qiladi. Minerallashuv asosan gabbro va sienit kontakt zonalarida rivojlangan bo‘lib, skarn jarayonlari temir xomashyosi resurslarini boyitishda muhim rol o‘ynaydi. Konning ellips shakldagi tuzilishi va intruziv jinslarning geokimyoviy tarkibi respublika temir sanoatining ehtiyojlarini qondirishda strategik ahamiyatga ega ekanligi ta’kidlangan.

Kalit so‘zlar: Tebinbulak koni, geologik tuzilma, magmatik jinslar, peridotit, piroksenit, gabbro, sienit-diorit, minerallashuv, skarn zonalari, temir xomashyosi.

Abstract. This article examines the geological and structural features of the Tebinbulak deposit, located in the territory of Uzbekistan, the composition and chemical analysis of igneous rocks, as well as the mineralization zones of the deposit and their economic significance. The main igneous rocks of the Tebinbulak deposit are peridotite, pyroxenite, gabbro, and syenite-diorite, which form an intrusive complex, penetrating interconnected volcanogenic and terrigenous sedimentary strata. Mineralization is mainly developed in the contact zones of gabbro and syenite, and skarn processes play an important role in the enrichment of iron raw material resources. The elliptical structure of the deposit and the geochemical composition of the intrusive rocks are strategically important for fulfilling the needs of the republic's iron industry.

Keywords: Tebinbulak deposit, geological structure, igneous rocks, peridotite, pyroxenite, gabbro, syenite-diorite, mineralization, skarn zones, iron raw material.

Аннотация. В статье изучены геолого-структурные особенности месторождения Тебинбулак, расположенного на территории Узбекистана, состав и химический анализ магматических пород, а также зоны минерализации месторождения и их экономическое значение. Основными магматическими породами Тебинбулакского месторождения являются перидотит, пироксенит, габбро и сиенит-диорит, которые образуют интрузивный комплекс, прорывающий взаимосвязанные вулканогенные и терригенные осадочные толщи. Минерализация развита преимущественно в контактных зонах габбро и сиенита, причем скарновые процессы играют важную роль в обогащении ресурсов железорудного сырья. Подчеркивается, что эллипсовидная структура месторождения и геохимический состав интрузивных пород имеют стратегическое значение для удовлетворения потребностей железорудной промышленности республики.

Ключевые слова: Тебинбулакское месторождение, геологическое строение, магматические породы, перидотит, пироксенит, габбро, сиенит-диорит, минерализация, скарновые зоны, железное сырье.

Kirish

Vatanimiz hududida qadimdan tog‘ kon sanoati rivojlanganligi to‘g‘risida tog‘li va tog‘oldi hududlardan topilgan qadimgi ma’dan eritish inshootlari dalolat beradi. Ayniqsa, Chotqol Qurama (Ohangaron vohasi), Markaziy Qizilqum, Nurota tog‘lari, Sulton Uvays tog‘i kabi tog‘li o‘lkalarda hozirgi kunda 10 mingdan ortiq qadimgi, X-XII asrlarga mansub ma’dan eritish inshootlari topilgan. Bu inshootlar turli ma’danlarni topish va qazib olish, eritish maskanlariga yetkazish, metall olish texnologiyasi naqadar qadimda rivojlanganligiga ishora va inkor qilinmaydigan dalilardir.

Insoniyatning temirga bo‘lgan ehtiyoji barchaga ayon. O‘zbekiston sanoatining tez suratlar bilan rivojlanishi metallga bo‘lgan talabni birmuncha oshirdi. Masalan, O‘zbekistonning qora metallarga bo‘lgan ehtiyoji 1,8 mln. tonnani tashkil etadi. Shundan 600 ming tonna qora metall chiqindilari va metallomni qayta ishlash hisobiga, qolgan 1,2 mln. tonnani mamlakatga import qilinadi.

O‘zbekiston hududida temirning turli genezisga ega bo‘lgan 200 ga yaqin kon va madan namoyonlari mavjud. Ulardan sanoat ahamiyatiga ega bo‘lganlari titan-magnetitli, magnetit-skarnli va magistit-gematitli turlaridir. Bu turdagi konlarda-Shimoliy Nurata, Boysun tog‘larida,Chotqol-Qurama tog‘li xududida qadimda temir qazib olingani arxeologik tadqiqotlardan malum.

Chotqol-Qurama xududida Ixnach, Barkrak, Mingbuloq va Surenota madan namoyonlari o‘rganilgan. Bulardan Surenota madanli maydoni eng yirik obekt

ISSN 3030-3907

hisoblanadi va mufassal o‘rganilgan. Uning bashoratlangan resursi 30-40 mln.tonna deb aniqlangan.

Markaziy Qizilqumda Sangruntov tog‘larida aeromagnit usul yordamida yirik anamaliya aniqlangan bo‘lib, lekin uning geologik sanoat turi gematit-magnetli bo‘lganligi sababli madan temirga boy bo‘lmaganligi uchun (temirning o‘rtacha miqdori 13%cha). sanoatda o‘zlashtirishi ahamiyat kasb etmaydi. Bashoratlangan resursi 118 mln. tonnani tashkil etadi.

1968 yilda Sultonuvays tog‘larida Tebinbuloq temir koni aniqlanadi va uning bashoratlangan resursi 450 mln. tonna deb baholandi. Lekin kondagi temirli madan sifati yuqori emasligi sababli qazib olish ishlari amalga oshirilmagan.

Tebinbulak koni Qoraqalpog‘iston Respublikasining Qorao‘zak tumani hududida, Nukus shahridan 75 km janubiy-sharqda joylashgan. Kondan 5-7 km masofada qurilayotgan Nukus-Karatau-To‘rtko‘l temir yo‘li tarmog‘i o‘tadi.

Tebinbulak koni 1937-yildan beri ma’lum bo‘lib, Ya.S.Veskivskiy tomonidan birinchi bo‘lib o‘rganilgan. Keyinchalik G.Yu.Alferov, D.A.Rubanov, A.P.Agafonov, A.A.Kulesh, K.A.Keshishyanlar tomonidan geologik tadqiqotlar amalga oshirilgan.

Faqat 1966-1970-yillarga kelib V.V.Baranov va V.M.Kormskoylar tomonidan geologik maxsus tematik ishlar bajarilganidan keyingina konning sanoat ahamiyatiga ega ekanligi tan olindi va Kachkanar geologik-sanoat to‘riga kiritildi (Ural).

Tebinbulak konining geologiyasi va uning tarkibi hamda strukturasidagi murakkablik mamlakat temir xomashyosi bazasining boyitilishida muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi. Ushbu konning asosiy geologik xususiyatlari, intruziv jinslarning tarkibi, minerallashuv zonalari va ularning kimyoviy xususiyatlari konning iqtisodiy potentsialini aniqlashda muhim rol o‘ynaydi. Tebinbulak konida joylashgan peridotit–piroksenit–gabbro kompleksi tog‘ jinslari va ular bilan bog‘liq terrigen va vulkanogen cho‘kindi qatlamlari hamda chuqur metamorfizimga uchragan jinslar konning geodinamik tarixini yoritishda katta ahamiyatga ega. Mazkur maqolada Tebinbulak konining geologik tuzilishi, magmatik jinslarining kimyoviy va mineralogik tarkibi, minerallashuv jarayonlari hamda uning iqtisodiy ahamiyati batafsil tahlil qilinadi.

Geologik tuzilishi va magmatik jinslar tarkibi

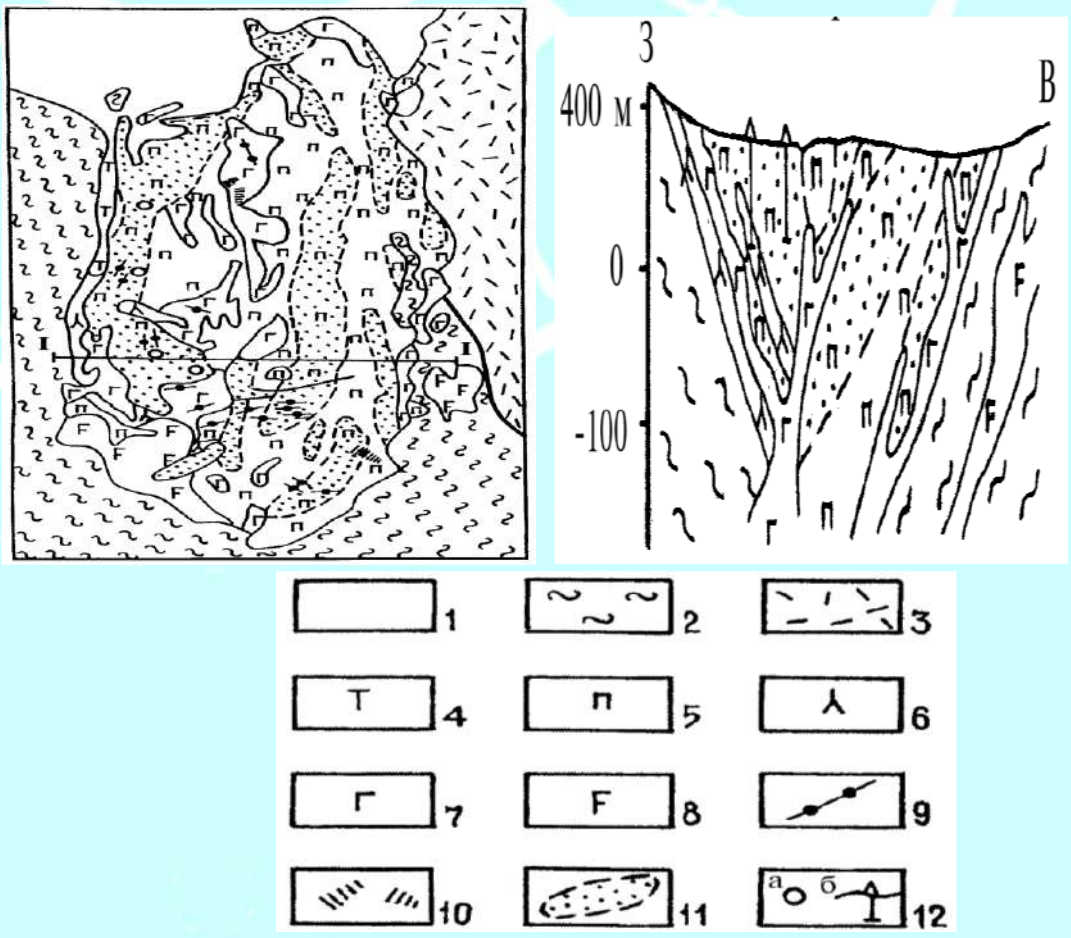
Ma’danlashuv Tebinbulak intruzivida (proksenit-gabbro C_1) kompleksida joylashgan bo‘lib, u O‘rasoy chuqur darzligida quyi devon davriga mansub kremniy-karbonat-terrigen (Beshmazor svitasi) va vulkanogen-karbonat-terrigen (Jamansoy svitasi) qatlamlari orasidagi sinklinal tuzilmada joylashgan (1-rasm).

ISSN 3030-3907

Intuziv shimoldan janubga cho‘zilgan etmolit (ellips shaklida) ko‘rinishida bo‘lib, 4,5x1,8 km o‘lchamda, asosan piroksenitlar, gornblenditlar va kam miqdordagi gabbro hamda peridotitlardan tashkil topgan.

Ma’danlar asosan xol xol shaklda (97% ni tashkil etadi), zich xol xollashgan va yaxlit tuzilishga ega. Asosiy ma’dan minerali-titanomagnetit bo‘lib, magnetitdan iborat va unda ingichka shaklda ilmenit qotishmalari mavjud. Shuningdek, konda gematit ham aniqlangan. 1973 yilda V.V.Baranov, K.M.Kromskoylar tomonidan ma’danli va ma’dansiz piroksenitlarda pirit-xalkopirit minerallashuvi bilan birga, tabiiy holda oltin va platina, shuningdek, oltin telluridlari, platinaning sulfid va arsenidlari mavjudligi aniqlangan.

1970-1980 yillarda I.M.Jigarlovskiy va V.P.Strigin tomonidan olib borilgan geologik-geofizik qidiruv ishlari davomida gravimetriya va magnitometriya tadqiqotlari o‘tkazilgan. Natijada, titanomagnetit minerallashuvi zonasida yuqori magnit anomaliyalari aniqlangan.



1-rasm. Tebinbuloq konining sxematik geologik xaritasi

1-to‘rtlamchi davr yotqizig‘i; 2-beshmozor svitasi (D1); qumtosh, alevrolit, marmar; 3-jamonsoy svitasi (D1); effuziv, slanets, marmar; 4-peridotit; 5-piroksenit; 6-gornblendit; 7-gabbro; 8-gabbro-sienit; 9-albitli, sienitli tomir; 10-karbonatli-kvars tomirlari; 11-hududning tomirsimon minerallashuvi; 12-reja(a)vaqirqim(b) bo‘yicha loyihadagi burg‘i qudug‘i.

ISSN 3030-3907

Jami 37 ta anomaliya qayd etilgan bo‘lib, ularning o‘lchami 500–600 metrdan 2100–2250 metrgacha yetadi. Umuman olganda, kon bo‘yicha (1–37 anomaliyalar) bashoratlangan ma’dan zaxiralari 4,3 milliard tonna deb baholangan.

Eng istiqbolli deb topilgan anomaliyalar - №1 va №2 bo‘lib, ular G‘arbiy va Sharqiy uchastkalarga to‘g‘ri keladi.

G‘arbiy uchastka yuzasida 2400 metrgacha kuzatilgan, qatlam qalinligi 100–400 metr (o‘rtacha 271 m). 500 metr chuqurlikkacha burg‘ilash ishlari olib borilgan va ikki tajriba namunasi bo‘yicha texnologik sinovlar o‘tkazilgan.

Bashoratlangan resurslarning P1 toifasi bo‘yicha hisoblangan resurslari 300 metr chuqurlikkacha 1 milliard tonna ruda deb baholangan.

Tebinbulak koni asosan peridotit–piroksenit–gabbro kompleksidan tashkil topgan bo‘lib, bu tog‘ jinslari o‘zaro bog‘langan vulkanogen va terrigen cho‘kindi qatlamlarini yorib o‘tuvchi turli shakllanishlarga ega. Ushbu jinslar orasida σ, νC₁t va chuqur metamorfizmga uchragan ikki xil jinslar mavjud. Jamansay ($D_{1–2}$dz) va Beshmazar (D_2(?)bm) jinslari esa Jamansay kompleksining yosh sienit–diorit jinslari tomonidan buzilgan (ξ P(?)d). Quyida Tebinbulak konining asosiy magmatik jinslari va ularning kimyoviy tarkibi keltirilgan (1-jadval).

1-jadval

Tebinbulak konining asosiy magmatik jinslari va ularning kimyoviy tarkibi

Magmatik jins	SiO_2 (%)	MgO (%)	FeO/Fe_2O_3 (%)	Al_2O_3 (%)	CaO (%)	TiO_2 (%)	V (%)	S (%)	Izoh
Peridotit	40–45	35–45	8–12	2–5	2–4	0,5–1	0,01	0,01	O‘ta asosiy jins; olivin va piroksen asosiy minerallari
Piroksenit	45–50	20–30	10–15	3–6	3–5	0,8–1,2	0,02	0,02	Asosiy tarkib piroksen; ba’zan olivin ham mavjud
Gabro	45–52	5–15	8–12	14–18	5–8	1–2	0,03	0,015	Plagioklaz va piroksen asosiy minerallari, kremniy yuqori

ISSN 3030-3907

Gabbro-pegmatit	46–54	4–12	7–11	15–19	5–9	1–2,5	0,03	0,02	Katta kristalli; cho‘zilgan zonalarda rivojlangan
Sienit-diorit (kontakt)	55–60	2–8	5–10	17–20	4–7	1,5–3	0,04	0,01	Kontakt zonalarda temir minerallashuviga bog‘liq

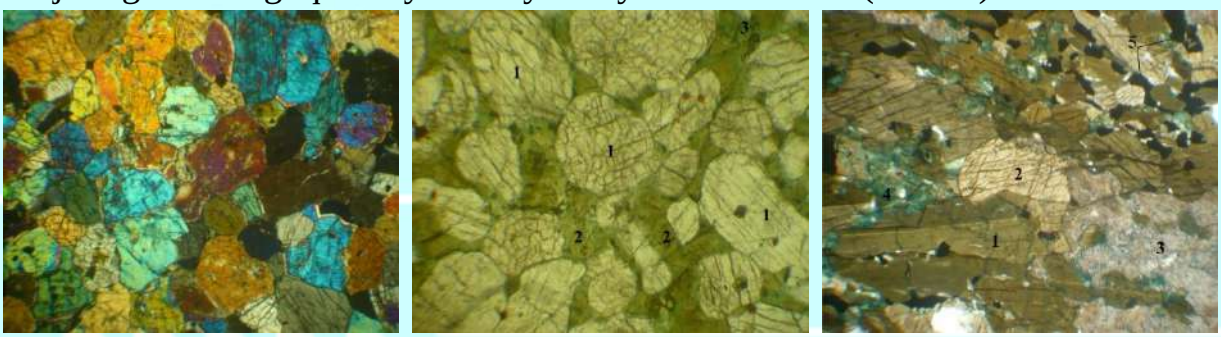
Intruziv jinslar ellips shaklda joylashgan bo‘lib, ular asosan meridional yo‘nalishda cho‘zilgan. Magmatik jinslar 1000 metrgacha chuqurlikda aniqlangan. Intruziv jinslarning tarkibida o‘rta asosli jinslar (peridotit, piroksenit, tebinit, gornblendt) taxminan 90% ni tashkil qiladi. G‘arbiy endokontakt zonada peridotitlar va olivinli piroksenitlar katta massivlarni hosil qiladi, kichikroq chiqishlar esa kon maydonining barcha hududida tarqalgan [1]. Peridotit jinslari piroksenitlar, tebinitlar va gornblendtlar bilan o‘zaro aralashib ketadi.

Asosiy tarkibdagi jinslar taxminan 8% ni tashkil qiluvchi shoh aldamchisi gabbro bo‘lib, u intruzivning markaziy va janubi-g‘arbiy qismlarida hamda sharqiy kontakt zonalarida keng rivojlangan [2]. Gabbro-pegmatitlar esa gabbro va gornblendtlar orasida noaniq shakllarda, cho‘zilgan zonalarda joylashgan.

Minerallashuv jarayonlari va kontakt zonalari

Jamansay kompleksidagi temir ma’danlashuvi gabbro va sienit kontaktlariga bog‘liq bo‘lib, sienit-dioritlar va gabbro-dioritlar bilan janubiy va sharqiy kontakt zonalarda granat-piroksen va epidot-granat skarnlari keng tarqalgan. Bu skarn zonalar ba’zan sezilarli qalinlikka ega bo‘lib, metall xomashyosi uchun muhim manba hisoblanadi [3, 4].

Massivning g‘arbiy va sharqiy endokontakt zonalarida biotitli (vermikulitli) piroksenitlar maydonlari keng tarqalgan. Aynan piroksenit jinslari ma’danlashuvning asosiy massasini tashkil qiladi. Bu minerallashuv turlarining mavjudligi konning iqtisodiy ahamiyatini yanada oshiradi (2-rasm).



ISSN 3030-3907

PIROKSENIT	TEBINIT	GORNBLENDIT VA MAGNETIT BIRLAShMASI
Shlif Tebz-9; uvel 63x; nik. X	Shlif Tebz-9; uvel 120x; nik. II.	Shlif Tebz-12b; uvel 120x; nik. II

2-rasm Tebinbulak koni bo‘yicha tayyorlangan shliflar.

(V.D.Soy ma’lumotlari asosida (2012-2015y.y.))

Iqtisodiy ahamiyati

Tebinbulak koni geologik tuzilishi, tarkibi va minerallashuv xususiyatlari jihatidan O‘zbekistonning temir xomashyosi ehtiyojlarini qondirishda muhim manba hisoblanadi. Kon tarkibining asosiy qismini tashkil etuvchi o‘rta asosli jinslar (peridotit, piroksenit, tebinit, gornblendt) va gabbro jinslari metallurgiya sanoatining rentabelligini oshirish uchun strategik ahamiyatga ega.

Minerallashuv jarayonlari, ayniqsa skarn va kontakt zonalaridagi temir boyliklari, kelajakda konning yanada chuqur o‘rganilishi va samarali foydalanilishini ta’minlaydi. Shu bilan birga, konning ellips shaklda va meridional yo‘nalishda cho‘zilgan geologik tuzilishi konni o‘zlashtirish va qazib olish jarayonlarini samarali tashkil qilish imkonini beradi.

Xulosa

Tebinbulak konining geologik strukturasida peridotit–piroksenit–gabbro kompleksi asosiy o‘rinni egallaydi. Intruziv jinslar taxminan 90% o‘ta asosiy jinslardan iborat bo‘lib, gabbro va gabbro-pegmatitlar esa taxminan 8% ni tashkil qiladi. Konning minerallashuvi asosan gabbro va sienit kontakt zonalarida rivojlangan bo‘lib, skarn jarayonlari orqali temir boyliklari shakllangan. Ushbu kon respublika temir xomashyosi ehtiyojini qondirishda va metallurgiya sanoatining rivojlanishida strategik ahamiyatga ega.

Shunday qilib, olib borilgan geologiya-qidiruv tadqiqotlari natijasida Tebinbulak koni potensial ravishda sanoat ahamiyatiga ega ob’ekt ekanligi aniqlandi va u yerda geologiya-razvedka ishlarini izchil davom ettirilishi va konni zamonaviy texnologiyalar asosida o‘zlashtirish imkoniyatlari o‘rganildi. Shuningdek, chiqindisiz texnologiya asosida o‘tkazilgan tajribaviy ishlar orqali boyitish qurilmasi chiqindilaridan qurilish sanoatida ishlatiladigan mahsulotlar – bezaklash qoplama plita, g‘isht, cherepitsa, drenaj trubalari, qum-graviy to‘ldirgichlari va boshqa materiallar olinishi o‘rganildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Висьневский Я.С. Петрография основных и ультраосновных пород Султануиздага. Ташкент, Изд-во Уз.Фан АН СССР, 1940.

ISSN 3030-3907

2. Исламов Б.Ф., Рустамов А.И., Цой В.Д., Сайитов С.С. Перспективы скандиеносности титаномагнетитового месторождения Тебинбулак // Вестник геонаук. - 2021. - № 3. - С. 21-26.
3. Каталог интрузивных массивов Узбекистана. (отв. ред. И.Х. Хамрабаев). - Часть II. Ташкент, ФАН, 1975. С.157-162.
4. Наследов Б.Н. Металлогения Западного Тянь-Шаня и Узбекистана. - М.: Госгеолтехиздат, 1968.
5. Смирнов В.И., Гинзбург А.И., Григорьев В.М., Яковлев Г.Ф. Курс рудных месторождений (учебник). М., Недра, 1986.
6. Рудные месторождения Узбекистана-Ташкент: ГИДРОИНГЕО, 2001-611с.

ISSN 3030-3907

ANALYSIS OF METHODS FOR IMPROVING THE OPERATION MODES OF A SINGLE-PHASE INDUCTION MOTOR

S.S.A'zamov
Andijan State Technical Institute PhD, Associate Professor
E-mail: azamovsaidikrom1992@gmail.com
Jorakulov Bobur
Student of Andijan State Technical Institute
E-mail: joraqulovbobur402@gmail.com

Abstract: The operating modes of single-phase asynchronous motors supplied from a single-phase source in world production and enterprises, methods for improving their efficiency, reducing energy consumption and improving reliability are analyzed. The study studies the factors of power factor, heat losses and reactive power compensation at the moment of motor start-up. As a result, energy-saving control systems, methods of using phase-shifting elements and principle schemes for generating a rotating magnetic field using phase-shifting devices are presented. The structure of single-phase windings and stator core slots in the stator of a single-phase asynchronous motor and the analysis of magnetic moment graphs are highlighted.

Keywords: asynchronous motor stator windings, electromagnetic torque, reactive power consumption, pure rotating magnetic field, phase-shifting element, Mechanical characteristics.

Annotatsiya: Jahonda ishlab chiqarish va korxonalarida bir fazali manbadan ta'minlangan bir fazali asinxron motorlarning ish rejimlari, ularning samaradorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish va ishonchliligini yaxshilash bo'yicha takomillashtirish usullari tahlil qilingan. Tadqiqotda motorning ishga tushish momentida, quvvat koeffitsienti, issiqlik yo'qotishlari va reaktiv quvvat kompensatsiyasi qilish omillari o'rganilgan. Natijada energiya tejamkor boshqaruv tizimlari, fazani siljituvchi qurilmalar yordamida o'zaro saf, aylanma magnit maydonni hosilqilish maqsadida foydalanilgan faza buruvchi elementlarning qo'llanish usullari va prinsipial sxemalari keltirilgan. Bir fazali asinxron motorning statorida bir fazali chulg'am va staort o'zak pazlarining tuzulishi hamda magnit momentining grafiklari tahlillari yoritilingan.

Kalit so'zla: asinxron motor stator chulg'amlari, elektomagnit moment, reaktiv quvvat iste'moli, sof aylanma magnit maydon, faza buruvchi elemnt, Mexanik xarakteristika.

Аннотация: проанализированы режимы работы однофазных асинхронных двигателей, поставляемых от однофазного источника на мировом производстве и предприятиях, методы их совершенствования с целью повышения эффективности, снижения энергопотребления и повышения

надежности. В исследовании изучались факторы, влияющие на момент запуска двигателя, коэффициент мощности, тепловые потери и компенсацию реактивной мощности. В результате получены методы применения и принципиальные схемы фазовращательных элементов, применяемых с целью создания взаимосвязанного, вращательного магнитного поля с помощью энергоэффективных систем управления, устройств сдвига фаз. На статоре однофазного асинхронного двигателя показана структура Клинов однофазного сердечника и сердечника стаорта, а также анализ графиков магнитного момента.

Ключевое слово: статор асинхронного двигателя, электромагнитный момент, реактивное энергопотребление, чистое вращающееся магнитное поле, фазовращательный элемент, механическая характеристика.

Introduction

Manufacturing enterprises are considered to be one of the main factors of economic growth of countries in the world. Analysis shows that 70-75% of the generated electricity is consumed by asynchronous motors, and 20-25% of the asynchronous motors used in industrial production enterprises are single-phase asynchronous motors. The stator of a single-phase asynchronous motor has a single-phase winding, and the rotor has a short-circuited winding. The stator winding is located in 2/3 of the core slots, this system starts the asynchronous motor by creating a mutual Φμ-magnetic flux in the inductive windings of the asynchronous motor, which are symmetrically arranged with a mutual angular displacement of 900. When starting a single-phase asynchronous motor, there are many electrical devices and elements as phase-shifting elements, the most common of which is a capacitor.

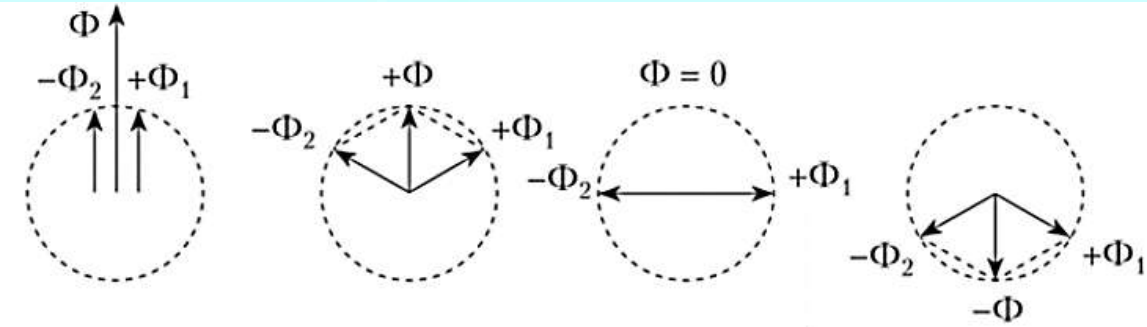


Figure 1

Graph of a single-phase asynchronous motor generating a rotating magnetic field

Phase shifting using a phase-shifting element capacitor the phase of the magnetic field is shifted using a capacitor connected in series with the winding. The capacitance of the capacitor is determined as follows:

ISSN 3030-3907

$$C = \frac{I_a}{2\pi f U \sin\phi}$$

where:

C — capacitor capacity (F),

I_a — auxiliary winding current (A),

f — network frequency (Hz),

U — voltage (V),

φ — phase angle.

When a properly selected capacitor is used for starting asynchronous motors supplied from a single-phase source, it increases the starting torque of the capacitor by 30–50%, improving the power factor from 0.6 to 0.85. It is known that during starting an asynchronous motor consumes five to seven times more reactive power than the nominal one, as a result of which the waste in the network and the device increases. Compensation of reactive power ensures stable and stable operation of the device and helps to save money on electricity. The mechanical characteristics of a single-phase asynchronous motor are graphically represented in Figure (b). This characteristic shows the relationship between the motor speed (n) and the electromagnetic torque (M). The graph shows that when the motor is started at zero speed, the torque also starts from zero. As the speed increases, the torque gradually increases and reaches its critical (maximum) value. After the critical point, the torque decreases and the motor continues in the stable operation section. This process shows how the motor behaves under load. With the help of mechanical characteristics, the load carrying capacity, stable operation range and efficiency of the motor are determined. Therefore, this characteristic is of great importance in selecting a motor in practice and its proper operation.

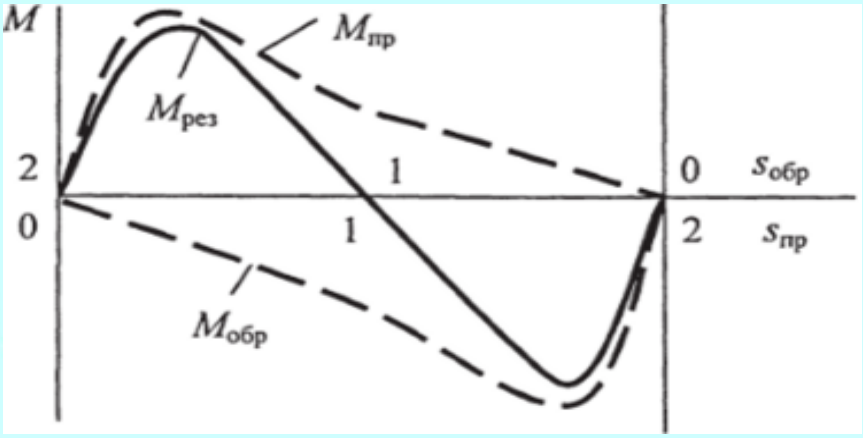


Figure 2 Slip torque graph of a single-phase asynchronous motor.

In single-phase asynchronous motors, part of the power drawn from the network is spent on reactive power. To reduce it, compensation capacitors are used:

$$Q_c = P(\tan\phi_1 - \tan\phi_2)$$

ISSN 3030-3907

where:

Q_c — compensated reactive power,

P — active power,

φ_1, φ_2 — power angles before and after compensation.

Method: Electronic control systems optimize the speed, torque and heat losses of single-phase motors controlled by inverters by changing the voltage and frequency. In such systems:

Energy consumption is reduced by 15–25%,

Motor heating temperature is reduced by 10–15°C,

Operation smoothness increases.

1. The main sources of losses in single-phase asynchronous motors are phase imbalance and reactive power.

2. When using capacitor phase shifting and compensation methods, the useful energy efficiency increases by 0.15–0.25 units.

3. Electronic control and automatic protection systems extend the service life of the motor and reduce maintenance costs.

4. In the future, the efficiency of single-phase motors will be further increased with inverter and artificial intelligence-based control systems.

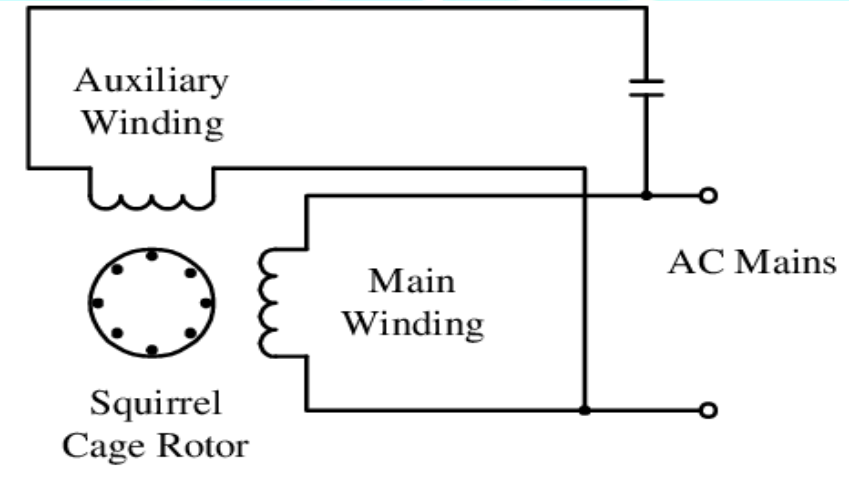


Figure 3 Capacitor starting circuit of a single-phase asynchronous motor equipped with a starting coil (d); K is a switch.

A characteristic feature of a single-phase asynchronous motor is that it cannot create a rotating magnetic field when directly connected to a single-phase network. Therefore, an additional coil and a capacitor are used to start the motor. Figure (d) shows such a capacitor starting circuit.

In the above circuit, in addition to the main stator coil, there is a starting (auxiliary) coil, which is connected through a capacitor. When the motor is started using a switch, the auxiliary coil is connected to the circuit and a phase shift is created. As a result, a rotating magnetic field is created in the stator, and the motor has a high starting torque. After the motor reaches the required speed, the auxiliary

ISSN 3030-3907

coil is disconnected by the switch and the motor continues to operate only at the expense of the main coil.

Conclusion: The article summarizes theoretical and experimental studies aimed at increasing the efficiency of single-phase asynchronous motors. During the study, the structural features of asynchronous motors, the interaction of electrical and mechanical parameters, the analysis of the torque-dependent graph of the load characteristic, and the influence of power supply conditions on efficiency were analyzed in detail. The results obtained showed that in order to increase efficiency, it is necessary not to be limited to one way, but to implement complex measures aimed at structural optimization, electrical control algorithms, reactive power compensation, and reducing mechanical losses. It was also confirmed that the adaptation of phase control and capacitor starting schemes significantly improves the load-dependent efficiency profile. From an economic and environmental perspective, measures to increase motor efficiency reduce electricity consumption, while at the same time reducing operating costs and the risk of thermal failures. Considering the share of single-phase asynchronous motors in total energy consumption, especially in industrial and domestic applications, improving efficiency at the individual level can provide significant energy savings at the system level.

LITERATURE

1. Pirmatov N. et al. Characteristics of the static and dynamic operating modes of the asynchronous generator in renewable energy sources and the production of electric energy control through a frequency converter //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 480. – C. 01007.
2. Аъзамов С. С. Улучшение механической прочности электрических проводов высокого напряжения //Universum: технические науки. – 2021. – №. 5-5. – С. 47-49.
3. Pirmatov N. et al. Energy saving using a frequency converter in asynchronous motor operating modes //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 508. – C. 08011.
4. Pirmatov N. et al. Characteristics of the static and dynamic operating modes of the asynchronous generator in renewable energy sources and the production of electric energy control through a frequency converter //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 480. – C. 01007.
5. Parpiev OB, Egamov DA. Sinxron generatorlar va motorlar haqida ma'lumot //Osiyo ko‘p o‘lchovli tadqiqotlar jurnali. – 2021. – T. 10. – №. 9. – S. 441-445.
6. Аъзамов С. С. Анализ управления и контроля рассеяния реактивной мощности однофазного асинхронного двигателя, вырабатываемой

ISSN 3030-3907

Солнечными панелями //Universum: технические науки. – 2023. – №. 10-6 (115). – С. 18-21.

7. Boixanov Z. GES asinxron dvigatellarining nosimmetrik rejimlari [Symmetric modes of HPP asynchronous motors] //O‘zbekgidroenergetika-UzbekHydropower (2). – 2021. – С. 27-28.

8. A'zamov S. The investigation of electromagnetic current transformer performance characteristics for measuring and controlling the reactive power dissipation of a short-circuited rotor synchronous motor: ... //Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology. – 2023. – Т. 8. – №. 1. – С. 136-141.

9. A’zamov S. S. Suniy sug‘orish tizimlari iste’molchilarini glubinniy nasoslar yordamida uzluksiz ichimlik suvi ilan ta’minlash //international scientific and scientific-technical conference “water-energy and food security in the context of global climate change and water scarcity”. – 2025. – Т. 1. – №. 1. – С. 383-385.

ISSN 3030-3907

TABIIY CHARMNING DEFORMATSION XUSUSIYATLARINI TAHLIL QILISH VA USTKI KIYIM ISHLAB CHIQARISHDA QO‘LLASH IMKONIYATLARI

Muxammadova Zebiniso Olimovna
Buxoro texnika universiteti “Yengil sanoat muhandisligi va dizayn” kafedrasi
I-bosqich tayanch doktoranti
E-mail: mukhammadova01@gmail.com
Tel: +998934554788

Annotatsiya: Ushbu maqolada tabiiy charmning deformatsion xususiyatlari tahlil qilinib, ularni ustki kiyim ishlab chiqarishda samarali qo‘llash imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Tadqiqot davomida charmning cho‘ziluvchanligi, mustahkamligi, elastikligi va qoldiq deformatsiyaga chidamliligi laboratoriya sharoitida baholandi. Olingan natijalar asosida charm asosida tayyorlanadigan ustki kiyimlar uchun optimal texnologik yondashuvlar taklif qilindi.

Kalit so‘zlar: tabiiy charm, elastiklik, deformatsion xususiyat, cho‘zilish, ustki kiyim, materialshunoslik

Аннотация: В статье анализируются деформационные свойства натуральной кожи и рассматриваются возможности их эффективного использования в производстве верхней одежды. В ходе исследования в лабораторных условиях оценивались эластичность, прочность, упругость и устойчивость к остаточной деформации кожи. На основании полученных результатов предложены оптимальные технологические решения для изготовления верхней одежды из кожи.

Ключевые слова: натуральная кожа, эластичность, деформационные свойства, удлинение, верхняя одежда, материаловедение

Abstract: This article analyzes the deformation properties of natural leather and considers the possibilities of their effective use in the production of outerwear. During the study, the elasticity, strength, elasticity and resistance to residual deformation of leather were evaluated in laboratory conditions. Based on the results obtained, optimal technological approaches for outerwear made of leather were proposed.

Keywords: natural leather, elasticity, deformation properties, elongation, outerwear, materials science

Kirish

So‘nggi yillarda yengil sanoat, xususan, ustki kiyimlar ishlab chiqarishda tabiiy charm materiallariga bo‘lgan ehtiyoj ortib bormoqda. Tabiiy charm o‘zining issiqlikni saqlash, shamol va namlikdan himoya qilish, hamda estetik ko‘rinishi tufayli yuqori baholanadi. Biroq charmning turli xildagi fizik-mexanik xususiyatlari uni mahsulot ishlab chiqarishda murakkab materialga aylantiradi.

ISSN 3030-3907

Ayniqsa, charmning deformatsiyaga bo‘lgan munosabati — ya’ni cho‘zilishi, siqilishi, elastikligi va shaklni tiklash xususiyati — ustki kiyim konstruksiyasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

.Tabiiy charm materialining tarkibi va tuzilishi

Tabiiy charm — hayvonlarning terisidan maxsus texnologik ishlov berish natijasida olinadigan material bo‘lib, u kollagen tolalarining o‘ziga xos joylashuvi bilan ajralib turadi. Asosiy tarkibiy qismlar:

Kollagen oqsili (~70%)

Suv (~20%)

Yoqilg‘i moddalari, mineral tuzlar va yog‘lar (~10%)

Charmning mustahkamligi, elastikligi, havoni o‘tkazuvchanligi va deformatsiyaga bardoshliligi aynan shu tuzilmasi bilan bog‘liq.

Tadqiqot obyekti sifatida mahalliy va xorijiy ishlab chiqaruvchilarning quyidagi turdagi charm namunalari tanlab olindi:

- qo‘ycharm

-mol charm

-echki charm

-buqa charm

Sinovlar quyidagi standartlarga asosan o‘tkazildi:

ISO 3376 – cho‘zilish kuchi va foizini aniqlash

ASTM D2209 – charmning deformatsion xatti-harakati

O‘zDSt 3057 – charm sifati bo‘yicha me’yorlar

Namuna o‘lchami: 100 mm × 20 mm, kesish yo‘nalishi — to‘qima tolalariga parallel va perpendikulyar.

Deformatsion xususiyatlarning tahlili

Cho‘ziluvchanlik:

Cho‘zilish sinovlari natijasida charm turlarining maksimal cho‘zilish darajasi quyidagicha aniqlandi:

№	Charm turi	Maks. cho‘zilish (%)	Yorilish kuchi (MPa)
1	Qo‘ycharm	38%	18 MPa
2	Mol charm	25%	24 MPa
3	Echki charm	42%	16 MPa
4	Buqa charm	20%	28 MPa

ISSN 3030-3907

Tahlil: Echki charm eng yuqori choʻziluvchanlikka ega boʻlsa-da, uning yorilish kuchi past. Bu esa uni egiluvchan, ammo kam bardoshli qiladi. Buqa charm esa teskari xususiyatlarga ega: kam choʻziladi, lekin juda mustahkam.

Qoldiq deformatsiya va elastiklik: Elastiklik charmning shaklini qayta tiklash qobiliyatini koʻrsatadi. Testlar 20% choʻzilishdan keyin olib borildi:

№	Charm turi	Qoldiq deformatsiya (%)	Elastiklik bahosi
1	Qoʻycharm	5.2%	Yuqori
2	Mol charm	3.8%	Oʻrtacha
3	Echki charm	7.5%	Past

Xulosa: Qoʻycharm shaklni yaxshi tiklaydi va koʻproq elastiklikka ega. Bu uni harakatda boʻlgan ustki kiyimlar uchun mos qiladi.

Tabiiy charm nafaqat mustahkam, balki estetik jozibadorligi bilan ham ajralib turadi. Ustki kiyimlarda charm quyidagi elementlarda keng qoʻllaniladi:
Kurtkalar (koʻproq qoramol terisidan)
Plashlar va paltolar
Choyshabli (lining) detallari
Dekorativ elementlar

Charmning deformatsion xususiyatlarini bilish dizaynerlar uchun muhimdir. Masalan, yelka va tirsak qismida koʻproq choʻziluvchan charm qoʻllanilishi zarur. Bu esa kiyimning qulayligini oshiradi.

Tabiiy charmning deformatsiyaga chidamliligini hisobga olib, ishlab chiqaruvchilarga quyidagilar tavsiya qilinadi:

Kiyimlar uchun moʻljallangan charm turlari elastiklik va yengillik boʻyicha saralanishi lozim

Charmga ishlov berishda ekologik toza texnologiyalardan foydalanish kerak
Charmni boshqa materiallar (tekstil, sintetik) bilan kombinatsiyalash orqali yangi dizaynlar yaratish mumkin

Shuningdek, charmni qayta ishlash orqali ekologik muhitga kamroq zarar yetkazish imkoniyati mavjud.
Ustki kiyim tayyorlashdagi amaliy natijalar:

Sinov natijalari asosida charm materiallari ustki kiyimlarda quyidagicha tavsiya etiladi:

№	Kiyim turi	Tavsiya etilgan charm	Sabablar

ISSN 3030-3907

1	Ko‘ylagi (yengil)	Qo‘ycharm	Yengil, elastik, yumshoq
2	Plash	Mol charm	Mustahkam, shaklni yaxshi ushlab turadi
3	Kurtka (sport)	Echki charm	Egiluvchan, ammo ikki qatlamli qilish lozim
4	Jilet, palto	Buqa charm	Qattiq, issiqlikni saqlaydi

Xulosa: O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, tabiiy charmning deformatsion xususiyatlari uni ustki kiyimlarda ishlatishda muhim parametr hisoblanadi. Materialning cho‘ziluvchanligi, elastikligi va qoldiq deformatsiyaga chidamliligi asosida turli kiyimlar uchun mos charm turi tanlanishi kerak. Mazkur tahlil asosida ishlab chiqilgan tavsiyalar kiyim konstruksiyasi va ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. ISO 3376: Leather – Physical and mechanical tests – Determination of tensile strength.
2. ASTM D2209 – Standard Test Method for Stretch Properties of Leather.
3. O‘zDSt 3057 – Charm va charm mahsulotlari sifat ko‘rsatkichlari.
4. Мухаммадиев С.А. «Материаловедение в легкой промышленности», Т., 2019.
5. Karimov A., Khidirova G. «Textile and Leather Technology», TATU, 2022.
6. Xalqaro ilmiy jurnallar: Leather and Footwear Journal, Journal of Materials in Fashion.

ISSN 3030-3907

INSON QO‘LI KUCHI IMKONIYATLARINI O‘RGANISH VA ULARNING NOGIRON HAYDOVCHILAR UCHUN AVTOMOBILNI QO‘LDA BOSHQARISH MOSLAMALARINI LOYIHALASHDAGI AHAMIYATI

Qayumov Baxrom Abdullajonovich
Andijon davlat texnika instituti PhD, dotsent,
Yoqubov Yoqubjon Odil o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti katta o‘qituvchi,
Voxobov Rustamjon Abdumannob o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti tayanch doktorant,

Annotatsiya. Bugungi kunda har qanday mahsulot yoki texnik qurilma ishlab chiqarilishidan avval uning foydalanuvchilar uchun qulayligi, ergonomik mosligi va fiziologik imkoniyatlari har tomonlama tahlil qilinadi. Ayniqsa, imkoniyati cheklangan shaxslar uchun avtomobilni qo‘lda boshqarish moslamalarini yaratishda insonning antropometrik va biomexanik ko‘rsatkichlari, xususan qo‘l kuchi (grip va pinch strength) muhim rol o‘ynaydi. Ushbu maqolada 17 yoshdan 70 yoshgacha bo‘lgan erkak va ayollarda qo‘l kuchi imkoniyatlari tahlil qilinadi hamda ularning nogiron haydovchilar uchun avtomobilni qo‘lda boshqarish moslamalarini loyihalashdagi amaliy ahamiyati asoslanadi.

Kalit so‘zlar: antropometriya, grip strength, pinch strength, ergonomika, qo‘l harakati, qo‘lda boshqaruv, nogiron haydovchilar, JAMAR dinamometri, foydalanuvchi imkoniyatlari.

Abstract. Today, before the production of any product or technical device, a comprehensive analysis of its user friendliness, ergonomic suitability, and physiological capabilities is conducted. In particular, when creating hand controls for people with disabilities, human anthropometric and biomechanical parameters, particularly hand strength (grip and pinch strength), play a significant role. This article analyzes the hand strength capabilities of men and women aged 17 to 70 years and substantiates their practical significance in the design of hand controls for disabled drivers.

Keywords: anthropometry, grip strength, pinch strength, ergonomics, hand motion, hand control, disabled drivers, JAMAR dynamometer, user capabilities.

Аннотация. Сегодня перед производством любого изделия или технического устройства проводится комплексный анализ его удобства для пользователя, эргономической пригодности и физиологических возможностей. В частности, при создании устройств ручного управления транспортными средствами для людей с ограниченными возможностями антропометрические и биомеханические показатели человека, в частности сила кисти (сила захвата и щипка), играют важную роль. В данной статье

ISSN 3030-3907

анализируются силовые возможности кисти мужчин и женщин в возрасте от 17 до 70 лет и обосновывается их практическое значение при проектировании устройств ручного управления транспортными средствами для водителей-инвалидов.

Ключевые слова: антропометрия, сила захвата, сила щипка, эргономика, движение руки, ручное управление, водители-инвалиды, динамометр JAMAR, возможности пользователя.

Kirish.

Bugungi kunda har qanday mahsulotni ishlab chiqishdan oldin uning ergonomik parametrlari o‘rganiladi. Mahsulot insonning tabiiy harakatiga mos, foydalanishda qulay va xavfsiz bo‘lishi talab etiladi. Ayniqsa, imkoniyati cheklangan shaxslar uchun mo‘ljallangan texnik qurilmalarda bu talablar yanada muhimdir.

Oyoq harakati cheklangan shaxslar uchun avtomobilni qo‘lda boshqarish qurilmalari loyihalanayotganda, insonning qo‘l kuchi, barmoqlarning qisish imkoniyati, bilak burilish burchaklari va charchash ko‘rsatkichlari aniqlanadi. Ushbu ma’lumotlar yordamida tormoz, gaz, va uzatmalarni qo‘l bilan boshqarish tizimlarining mexanik afzalliklari, tutqich diametri, hamda qarshilik momentlari tanlanadi.

Qo‘lning kuch imkoniyatlari haqida so‘nggi yillarda dunyo miqyosida ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Ularning aksariyati qo‘lning ushlash kuchi (keying o‘rinlarda - **grip kuchi**) va barmoqlar qisish kuchi (keying o‘rinlarda - **pinch kuchi**)ni yosh, jins va antropometrik o‘zgaruvchilar bilan bog‘liq holda o‘rganishga bag‘ishlangan. Ushbu ma’lumotlar nogiron haydovchilar uchun avtomobilni qo‘lda boshqarish qurilmalarining mexanik parametrlarini aniqlashda, xususan tutqich kuch talabi, richag yordamida boshqariladigan qurilmalarning mexanik afzallik koeffitsienti va xavfsizlik me’yorlarini belgilashda asosiy omil bo‘lib xizmat qiladi.

Metodologiya. Inson qo‘li kuchining yosh va jins bo‘yicha o‘zgarishlari.

Qo‘l kuchi har bir insonning mushak-skelet tizimi imkoniyatini ifodalovchi universal biomarker hisoblanadi [1]. Tadqiqotlar ko‘rsatishicha, qo‘l kuchi 30–40 yosh oralig‘ida maksimal qiymatga erishadi, undan so‘ng esa yosh o‘tishi bilan asta-sekin kamayadi [2;3].

Erkaklarda qo‘l kuchining o‘rtacha qiymati 43–45 kg atrofida bo‘lsa, ayollarda bu ko‘rsatkich 25–27 kg atrofida bo‘ladi [4]. 60 yoshdan keyin esa erkaklarda har 10 yilda o‘rtacha 5–7 %, ayollarda 7–10 % kamayish kuzatiladi.

Bu farq jinsiy va gormonal omillar, mushak massasi, suyak zichligi hamda antropometrik ko‘rsatkichlarning farqliligi bilan izohlanadi [5]. Bundan tashqari, qo‘l kuchining pasayishi insonning umumiy salomatligi bilan ham chambarchas

ISSN 3030-3907

bog‘liq bo‘lib, u hayot sifati, yurak-qon tomir tizimi va kognitiv faoliyatning muhim ko‘rsatkichi sifatida qaraladi [6].

Qo‘l kuchi o‘lchovi uchun JAMAR gidravlik dinamometri, barmoq qisish kuchi uchun JAMAR pinch gauge qurilmalaridan foydalanish aniq natijalarni olishda yordam beradi.



1-rasm. Jamar gidravlik qo‘l dinamometri



2-rasm. Jamar gidravlik kuch qisish o‘lchagich

Barmoqlar qishish kuchi (Pinch kuchi) ning tahlili

Qo‘l barmoqlari qisish (pinch) kuchi, ayniqsa bosh barmoq harakatini o‘z ichiga olgan harakatlarda, nozik boshqaruv talab qiluvchi qurilmalarda muhim ahamiyatga ega. Mathiowetz va Crosby & Wehbé tadqiqotlariga ko‘ra, pinch kuchi odatda grip kuchining 15–20 % ini tashkil etadi. Masalan, erkaklarda o‘rtacha pinch kuchi 9–10 kg, ayollarda esa 6–7 kg oralig‘ida.

Bu nisbat qo‘l bilan boshqariladigan avtomobil tizimlarida bosh barmoq bilan amalga oshiriladigan tugma, tortish yoki bosish orqali ish bajaradigon mexanizmlar uchun kuch talabini 5–15 N oralig‘ida saqlash zarurligini ko‘rsatadi. Shuningdek, pinch kuchi nisbatan barqaror bo‘lib, yosh o‘tishi bilan kamroq o‘zgaradi, bu esa uni nozik mexanik harakatlarni boshqarish uchun ishonchli biomexanik ko‘rsatkichga aylantiradi.

Qo‘l kuchiga ta’sir etuvchi asosiy omillar

Turli tadqiqotlar asosida aniqlanishicha, qo‘l kuchiga quyidagi omillar sezilarli ta’sir ko‘rsatadi [7,8,9]:

Jins – erkaklarda mushak massasi yuqori bo‘lgani sababli kuch ko‘rsatkichlari yuqori;

Yosh – mushak elastikligi va kuchi yosh bilan kamayadi;

ISSN 3030-3907

Bo‘y va vazn – antropometrik kattaliklar bilan musbat korrelyatsiyada;
Bilak aylana – eng muhim anatomik determinant;
Qo‘l uzunligi – ayniqsa pinch kuchiga ta’sir qiladi;
Qo‘l eni – mustaqil ahamiyatga ega bo‘lmasa-da, ko‘pincha bilak qalinligi bilan bog‘liq.

Natija va muhokama. Gachette va Lauwers o‘z tadqiqotida bu omillarni regressiya tahlili asosida quyidagi prognoz formulalar bilan ifodalagan [4]:
Grip kuchi (kg):
$G = -70.958 + (-0.139 \times \text{Yosh}) + (8.590 \times \text{Jins}) + (0.307 \times \text{Bo‘y}) - (0.232 \times \text{Vazn}) + (2.431 \times \text{Eng qalin bilak aylana})$
Pinch kuchi (kg):
$P = -12.619 + (1.715 \times \text{Jins}) - (0.049 \times \text{Vazn}) + (0.534 \times \text{Eng qalin bilak aylana}) + (0.407 \times \text{Qo‘l uzunligi})$
Bu formulalar antropometrik ma’lumotlar asosida shaxsiy prognoz qilish imkonini beradi.

1-jadval.

O‘rtacha grip va pinch kuchlari.

Jins	Yosh oralig‘i	Grip kuchi (kg)	Pinch kuchi (kg)
Erkaklar	17–29	45.0 ± 8.2	10.1 ± 1.5
Erkaklar	30–49	44.2 ± 7.4	9.8 ± 1.6
Erkaklar	50–69	39.5 ± 6.8	9.1 ± 1.3
Ayollar	17–29	27.5 ± 5.9	6.6 ± 1.2
Ayollar	30–49	26.3 ± 5.5	6.4 ± 1.1
Ayollar	50–69	22.8 ± 4.8	5.8 ± 1.0

Natijalar shuni ko‘rsatadiki erkaklar ayollarga nisbatan 60–65% kuchliroq gripga ega. Yosh o‘tishi bilan grip kuchi erkaklarda o‘rtacha har 10 yilda 5–7%, ayollarda 7–10% kamayadi. Pinch kuchi esa nisbatan barqaror, faqat keksalikda 0.5–1.0 kg atrofida pasayadi.

Xalqaro tadqiqotlar va olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, erkaklarda qo‘l kuchi 43–45 kg atrofida bo‘lsa, ayollarda 25–27 kg atrofida.

Imkoniyati cheklangan haydovchilar uchun ishlab chiqiladigan qo‘l boshqaruv moslamalari ergonomik va biomexanik talablarni to‘liq qondirishi kerak. Tadqiqotlar natijasida aniqlangan me’yoriy qiymatlar asosida quyidagi muhim dizayn talablarini belgilash mumkin:

Minimal operatsion kuch - qo‘l kuchining 10–15 % dan oshmasligi zarur. Bu taxminan 5–15 N oralig‘idagi kuchga teng (ayollarning 10-centil qiymatlari hisobga olingan holda).

ISSN 3030-3907

Mexanik afzallik koeffitsienti - minimal kuch bilan maksimal boshqaruv effektini ta’minlash uchun 1.8–2.5 diapazonida bo‘lishi lozim, keksalar uchun esa 3.0 gacha oshiriladi.

Tutqich diametri - JAMAR pozitsiyasidagi optimal ergonomik holatga mos ravishda 30–40 mm diametrli tutqich eng qulay natijani beradi [2].

Sirt materiali - sirpanmas, yengil yumshoq materiallardan (rezina, silikon, teksturali plastmassa) foydalanish tavsiya etiladi.

Servo-assist tizimlari - keksalar yoki past mushak kuchiga ega foydalanuvchilar uchun elektr yordamchi mexanizmlar (servo aktuatorlar) qulaylik va xavfsizlikni oshiradi [6].

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, 17-70 yosh oralig‘ida qo‘l kuchi yoshi bilan kamayadi, lekin jinsiy farq doimiy saqlanadi. Qo‘l kuchiga asosiy ta’sir etuvchi omillar - jins, yosh, vazn, bilak aylana va qo‘l uzunligidir. Qo‘l ushlash (grip) kuchi 30–40 yoshda eng yuqori bo‘lib, 60 yoshdan so‘ng sezilarli kamayadi.

Nogiron haydovchilar uchun avtomobilni qo‘lda boshqarish moslamalarini loyihalashda minimal boshqaruv kuchi 5–15 N oralig‘ida, mexanik afzallik koeffitsienti esa 1.8–2.5 oralig‘ida bo‘lishi tavsiya etiladi. Tutqich diametri 30–40 mm, sirt esa sirpanmas bo‘lishi foydalanuvchi qulayligini oshiradi. Ergonomik loyihalashda antropometrik ma’lumotlar - qo‘l uzunligi, bilak qalinligi, barmoq oralig‘I - moslashtirilgan holda inobatga olinishi kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bohannon R.W. Grip Strength: An indispensable biomarker for older adults // Clinical Interventions in Aging. – 2019. – T. 14. – S. 1681–1691. – DOI: 10.2147/CIA.S194543.

2. Mathiowetz V., Kashman N., Volland G., Weber K., Dowe M., Rogers S. Grip and pinch strength: Normative data for adults // Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. – 1985. – T. 66, №2. – S. 69–74.

3. Dodds R.M., Syddall H.E., Cooper R., Benzeval M., Deary I.J., Dennison E.M., Der G., Gale C.R., Inskip H.M., Jagger C., Kirkwood T.B.L., Lawlor D.A., Robinson S.M., Starr J.M., Steptoe A., Tilling K., Kuh D., Cooper C., Sayer A.A. Grip strength across the life course: normative data from twelve British studies // PLoS ONE. – 2014. – T. 9, №12. – e113637. – DOI: 10.1371/journal.pone.0113637.

4. Gachette R.E., Lauwers T. Grip & Pinch Strength in Relation to Anthropometric Data in Adults // Journal of Orthopedic Research and Physiotherapy. – 2018. – T. 4, №1. – S. 39. – DOI: 10.24966/ORP-2052/100039.

5. Günther C.M., Bürger A., Rickert M., Crispin A., Schulz C.U. Grip strength in healthy Caucasian adults: Reference values // Journal of Hand Surgery (American Volume). – 2008. – T. 33, №4. – S. 558–565. – DOI: 10.1016/j.jhsa.2008.01.010.

ISSN 3030-3907

6. Leong D.P., Teo K.K., Rangarajan S., Lopez-Jaramillo P., Avezum A., Orlandini A., Seron P., Ahmed S.H., Rosengren A., Kelishadi R., Rahman O., Yusuf R., Chifamba J., Igumbor E., Mohan V., Anjana R.M., Gu H., Li W., Yusuf S. Prognostic value of grip strength: findings from the PURE study // The Lancet. – 2015. – T. 386, №9990. – S. 266–273. – DOI: 10.1016/S0140-6736(14)62000-6.
7. Shim J.H., Roh S.Y., Kim J.S., Lee D.C., Ki S.H., Yang J.W., Jeon I.H. Normative measurements of grip and pinch strengths of 21st-century Korean population // Archives of Plastic Surgery. – 2013. – T. 40, №1. – S. 52–56. – DOI: 10.5999/aps.2013.40.1.52.
8. Lopes J., Grams S.T., da Silva E.F., de Medeiros L.A., de Brito C.M.M., França N.M. Reference equations for handgrip strength: normative values in young adult and middle-aged subjects // Clinical Nutrition. – 2018. – T. 37, №3. – S. 914–918. – DOI: 10.1016/j.clnu.2017.03.012.
9. Anakwe R.E., Huntley J.S., McEachan J.E. Grip strength and forearm circumference in a healthy population // Journal of Hand Surgery (European Volume). – 2007. – T. 32, №2. – S. 203–209. – DOI: 10.1016/j.jhsb.2006.09.024.
10. Crosby C.A., Wehbé M.A. Hand strength: Normative values // Journal of Hand Surgery (American Volume). – 1994. – T. 19, №4. – S. 665–670. – DOI: 10.1016/0363-5023(94)90102-3.

ISSN 3030-3907

XITOZAN MODIFIKATSIYALANGAN METAKRIL SOPOLIMERLARI BILAN BIODIEZEL ARALASHMALARINING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI

Saidov J.E.
Irrigatsiya va suv muommolari ilmiy tadqiqot instituti
Boltayev B.B
Irrigatsiya va suv muommolari ilmiy tadqiqot instituti

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot ishida xitozan asosida modifikatsiyalangan metakril sopolimerlarining biodiezel yoqilg‘i aralashmalarining fizik-kimyoviy xossalariga ta'siri keng qamrovli o‘rganilgan. Xitozan tabiiy polimer sifatida o‘zining biouyg‘unligi, bioparçalanuvchanligi va funksional guruhlarining ko‘pligi bilan ajralib turadi, metakril kopolimerlari esa past haroratdagi oqimlilik xossalarini yaxshilash maqsadida qo‘llaniladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, xitozan-metakril sopolimer kompozitlari biodieselning sovuq filtr tiqilish nuqtasini, quyilish nuqtasini va viskozitesini sezilarli darajada pasaytiradi, shu bilan birga oksidlanish barqarorligini ham oshiradi. Eksperimental ma'lumotlar asosida 2000 ppm konsentratsiyada qo‘shilgan xitozan-modifikatsiyalangan tetradesilmetakrilat sopolimerlari biodiezelning past haroratdagi ishlash parametrlarini 12-15°C ga yaxshilashi aniqlandi. Polimer qo‘shimchalarning molekulyar og‘irligi, alkil zanjir uzunligi va funksional guruhlarning tabiati ham muhim rol o‘ynaydi.

Kalit so‘zlar: xitozan, metakril sopolimerlari, biodiesel, fizik-kimyoviy xossalar, sovuq oqimlilik, oksidlanish barqarorligi, polimer qo‘shimchalar, viskozite

Аннотация: В данной исследовательской работе всесторонне изучено влияние метакриловых сополимеров, модифицированных хитозаном, на физико-химические свойства смесей биодизельного топлива. Хитозан, как природный полимер, характеризуется биосовместимостью, биоразлагаемостью и большим количеством функциональных групп, в то время как метакриловые сополимеры используются для улучшения низкотемпературных реологических свойств. Результаты исследования показали, что композиты хитозан-метакриловый сополимер значительно снижают температуру фильтруемости, температуру застывания и вязкость биодизеля, одновременно повышая его окислительную стабильность. На основании экспериментальных данных установлено, что добавление сополимеров тетрадецилметакрилата, модифицированных хитозаном, в концентрации 2000 ppm улучшает низкотемпературные эксплуатационные характеристики биодизеля на 12–15 °C. Молекулярная масса полимерных добавок, длина алкильной цепи и природа функциональных групп также играют важную роль. Ключевые слова: хитозан, метакриловые сополимеры,

ISSN 3030-3907

биодизельное топливо, физико-химические свойства, хладотекучесть, устойчивость к окислению, полимерные присадки, вязкость.

Ключевые слова: хитозан, метакриловые сополимеры, биодизельное топливо, физико-химические свойства, хладотекучесть, устойчивость к окислению, полимерные присадки, вязкость.

Abstract: In this research work, the effect of chitosan-modified methacrylic copolymers on the physicochemical properties of biodiesel fuel blends was comprehensively studied. Chitosan, as a natural polymer, is characterized by its biocompatibility, biodegradability and a large number of functional groups, while methacrylic copolymers are used to improve low-temperature flow properties. The results of the study showed that chitosan-methacrylic copolymer composites significantly reduce the cold filter plugging point, pour point and viscosity of biodiesel, while increasing its oxidation stability. Based on experimental data, it was found that chitosan-modified tetradecyl methacrylate copolymers added at a concentration of 2000 ppm improve the low-temperature performance parameters of biodiesel by 12-15°C. The molecular weight of the polymer additives, the length of the alkyl chain and the nature of the functional groups also play an important role.

Keywords: chitosan, methacrylic copolymers, biodiesel, physicochemical properties, cold flowability, oxidation stability, polymer additives, viscosity

Kirish

Hozirgi zamon energetika sektorida qayta tiklanadigan yoqilg‘ilar, xususan biodiezel muqobil yoqilg‘i sifatida muhim ahamiyat kasb etmoqda va bu yo‘nalish ekologik barqarorlikni ta'minlash hamda neft mahsulotlariga bo‘lgan bog‘liqlikni kamaytirishda katta imkoniyatlar yaratadi[1]. Biodiezel o‘simlik moylari yoki hayvon yog‘laridan transesterifikatsiya jarayoni orqali olinadi va uning tarkibida to‘yingan hamda to‘yinmagan uzun zanjirli yog‘ kislotalarining metil efirlari mavjud bo‘lib, bu xususiyat yoqilg‘ining fizik va kimyoviy xossalarini bevosita belgilaydi[2]. Biodieselning asosiy afzalliklari orasida yuqori yonish samaradorligi, zaharli chiqindilarning kamligi va yaxshi moylash xususiyatlari keladi, ammo uning past haroratdagi oqimlilik parametrlari va oksidlanishga moyilligi keng miqyosda qo‘llanilishiga to‘sqinlik qiladi[3].Xitozan - bu dengiz qisqichbaqasimonlar, hasharotlar va zamburug‘lardan ajratib olinadigan tabiiy polimerdir hamda u kitinning deasetillash jarayoni natijasida hosil bo‘ladi. Xitozanning asosiy afzalligi shundaki, uning tarkibida amino va gidroksil funktsional guruhlari mavjud bo‘lib, bu guruhlar kimyoviy modifikatsiyaga juda qulay sharoit yaratadi. Kimyoviy modifikatsiyalangan xitozan native xitozanga nisbatan suvda eruvchanligi, biologik faolligi va mexanik xususiyatlari ancha yaxshilangan holatda namoyon bo‘ladi[1]. Xitozan va uning hosilalari kataliz,

ISSN 3030-3907

adsorbsiya, dori preparatlarini tashish va boshqa ko‘plab sohalarda keng qo‘llanilmoqda[2]. Xitozanning kristallanishi, viskozitesi, eruvchanlik xususiyati va ion almashinuv qobiliyati deasetillash darajasiga bog‘liq ravishda o‘zgarib turadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, 55% dan ortiq deasetillashga ega bo‘lgan xitin tarkibiy moddalar xitozan sifatida tasniflanadi[3].

1-Jadval

Turli xitozan modifikatsiyalarining fizik-kimyoviy xossalari va qo‘llanilish sohalari

Modifikatsiya turi	Molekulyar og‘irlik (kDa)	Deasetillash darajasi (%)	Eruvchanlik (pH)	Asosiy qo‘llanilish
Native xitozan	100-1000	70-95	< 6.0	Bazaviy katalizator
Karboksimetil xitozan	50-500	75-85	2.0-12.0	Emulsifikator, membranalar
Xitozan-PVA kompozit	150-800	80-90	< 5.5	Geterogen katalizator
Xitozan-SiO_2 kompozit	200-600	70-85	< 6.5	Tozalash membranasi
Past molekulyar xitozan	5-50	85-95	3.0-7.0	Antioksidant qo‘shimcha
Xitozan-metakril graft	100-400	75-90	< 5.0	Oqimlilik yaxshilovchi

Metakril sopolimerlari esa uzoq vaqtdan beri dizel yoqilg‘i va biodiezel uchun quyilish nuqtasini pasaytiruvchi qo‘shimchalar sifatida tanilgan[4]. Bu polimerlar o‘zining alkil yon zanjirlarining uzunligi va polar guruhlarning mavjudligi tufayli mum kristallarining shakllanishiga ta'sir ko‘rsatadi va ularning agregatsiyasini kamaytiradi hamda yoqilg‘ining past haroratdagi oqimlilik xususiyatlarini yaxshilaydi[5]. Turli tadqiqotlarda metakrilat kopolimerlarining tarkibidagi alkil zanjir uzunligining C12 dan C18 gacha bo‘lgan oraliqda o‘zgarishi biodieselning sovuq filtr tiqilish nuqtasi (CFPP) va quyilish nuqtasiga (PP) sezilarli

ISSN 3030-3907

ta'sir ko‘rsatishi aniqlangan[6]. Ayniqsa, tetradesilmetakrilat (C14) asosidagi sopolimerlar eng samarali natijalar berishi ma'lum bo‘ldi[7]. Metakrilat kopolimerlarining viskoziteni o‘zgartirish va past harorat xususiyatlarini yaxshilash qobiliyati ularning molekulyar og‘irligi va monomerlarning nisbati bilan chambarchas bog‘liq[8]. Polimerakrilat tipidagi qo‘shimchalarning asosiy ish mexanizmi shundan iboratki, ular mum kristallarining yuzasiga adsorbsiya qilib, kristallarning o‘sishini cheklaydi va ularning shakli ignasimon bo‘lishiga yordam beradi, natijada kristallar filtrlarda to‘planmaydi[9].

2-Jadval.

Turli metakril sopolimerlarining B20 biodiesel aralashmasining sovuq oqimlilik parametrlariga ta'siri (CFPP - sovuq filtr tiqilish nuqtasi, PP - quyilish nuqtasi, CP - bulutlanish nuqtasi)

Sopolimer turi	Konsentratsiya (ppm)	CFPP kamaytirish (°C)	PP kamaytirish (°C)	CP kamaytirish (°C)	Adabiyot
C14MC-HEMA (9:1)	2000	6	14	4	[21]
C14-Alkil metakrilat-MA	1000	7	7	3	[22]
MB-C14MC (1:10)	3000	12	26	8	[23]
PMA (10-320)	1000	10	12	5	[25]
C14MC-NA (6:1)	2000	9	10	3	[23]
C14MC-CVE (9:1)	2000	10	15	6	[21]

ISSN 3030-3907

Sopolimer turi	Konsentratsiya (ppm)	CFPP kamaytirish (°C)	PP kamaytirish (°C)	CP kamaytirish (°C)	Adabiyot
Xitozan-C14MC kompozit	1500	8	12	5	[5,7]

Xitozan-polivinil alkogol (PVA) kompozit plyonkalari heterogen katalizator sifatida biodiezel ishlab chiqarishda qo‘llanilishi mumkin va bu materiallar ajratish jarayonini osonlashtiradi[10]. Xitozan/PVA kompozitlarining suvni yutish qobiliyati 45,42% dan 218,64% gacha, shishish darajasi 120,63% dan 142,99% gacha va g‘ovaklik 62,67% dan 243,43% gacha o‘zgarishi aniqlangan, bu ko‘rsatkichlar kompozitsiyaning tarkibiga bog‘liq[11]. Xitozan va uning kimyoviy modifikatsiyalangan shakllari biodiesel ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan katalizatorlar sifatida yuqori samaradorlik ko‘rsatadi chunki ularning tarkibidagi gidroksil va amino guruhlari turli kimyoviy reaksiyalarda ishtirok etishi mumkin. Masalan, xitozanni CaO bilan birlashtirib qo‘llaganda soya yog‘idan biodiesel hosildorligi 97% ga yetadi[12]. Xitozanning sulfon guruhi bilan modifikatsiyalangan shakli heterogen kislotali katalizator sifatida palmitik kislotadan 89% hosil beradi. Xitozan va kremniy dioksid (SiO2) asosida tayyorlangan kompozit membranalar biodieselni tozalashda samarali bo‘lib, ular sovun darajasini 547,9 dan 12,2 mg/L gacha, erkin glitserin miqdorini 54% dan 0,041% gacha va kislota sonini 2,02 dan 1,12 mgKOH/g gacha kamaytiradi.Glitsil metakrilat va alkil metakrilatlar kopolimerlari yordamida xitozan materiallarining yuzasi modifikatsiyalanganda, ularning gidrofoblik xususiyatlari sezilarli darajada ortadi va kontakt burchak 89° dan 114° gacha ko‘tariladi[13]. Bu xususiyat xitozan-metakril sopolimerlarining biodiesel aralashmalarida emulsiyalarni barqarorlashtirish va fazalarni ajratish jarayonlarida muhim rol o‘ynaydi. Xitozan asosidagi kompozitlarning mexanik mustahkamligi va uzoq muddatli barqarorligi ham yuqori darajada bo‘lib, bu xususiyatlar ularni biodiesel qo‘shimchalari sifatida foydalanishga imkon beradi[14]. Karboksimetil xitozan (CMC) modifikatsiyasi xitozanning turli pH muhitlarida eruvchanligini nazorat qilish imkonini beradi, bu esa biodiesel ishlab chiqarish va tozalash jarayonlarida muhim ahamiyatga ega[15]. Past molekulyar og‘irlikka ega xitozan (LMWC) yuqori biologik faollik ko‘rsatadi va o‘simliklarni himoya qiluvchi moddalar, o‘stiruvchi stimulyatorlar va antimikrobiyal vositalar sifatida qo‘llaniladi.Biodieselning sovuq oqimlilik xossalari uning keng qo‘llanilishidagi asosiy muammolardan biridir va bu muammo to‘yingan yog‘ kislotalarining esterlarining kristallanishiga bog‘liq.

ISSN 3030-3907

Biodieselning bulutlanish nuqtasi (CP), sovuq filtr tiqilish nuqtasi (CFPP) va quyilish nuqtasi (PP) uning past haroratdagi ishlash qobiliyatini belgilaydi. Ko‘pchilik o‘simlik moylaridan olingan B100 biodieselning bulutlanish nuqtasi 0°C atrofida bo‘lsa-da, hayvon yog‘lari va qovurilgan moylardan olingan biodieselnikida bu ko‘rsatkich 27°C gacha ko‘tarilishi mumkin[16]. Biodieselning viskozitesi harorat pasayganda ortadi va bu past haroratlarda foydalanishda muammolarga sabab bo‘ladi. Kinematik viskozite biodieselning asosiy xarakteristikalaridan biri bo‘lib, uning qiymati 40°C da 3,5-5,0 mm²/s oralig‘ida bo‘lishi standartlar bilan belgilangan. Biodieselning to‘yinganlik darajasi va uglerod zanjirining uzunligi ham viskozite va sovuq oqimlilik xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. To‘yingan esterlar yuqori erish nuqtasiga ega bo‘lib, ular past haroratlarda kristallanishga moyil[17]. Sovuq oqimlilik muammolarini hal qilish uchun turli yondashuvlar, jumladan, biodieselni dizel bilan aralashtirish, qo‘shimchalar qo‘llash va xom ashyoning tarkibini o‘zgartirish usullari mavjud[18].

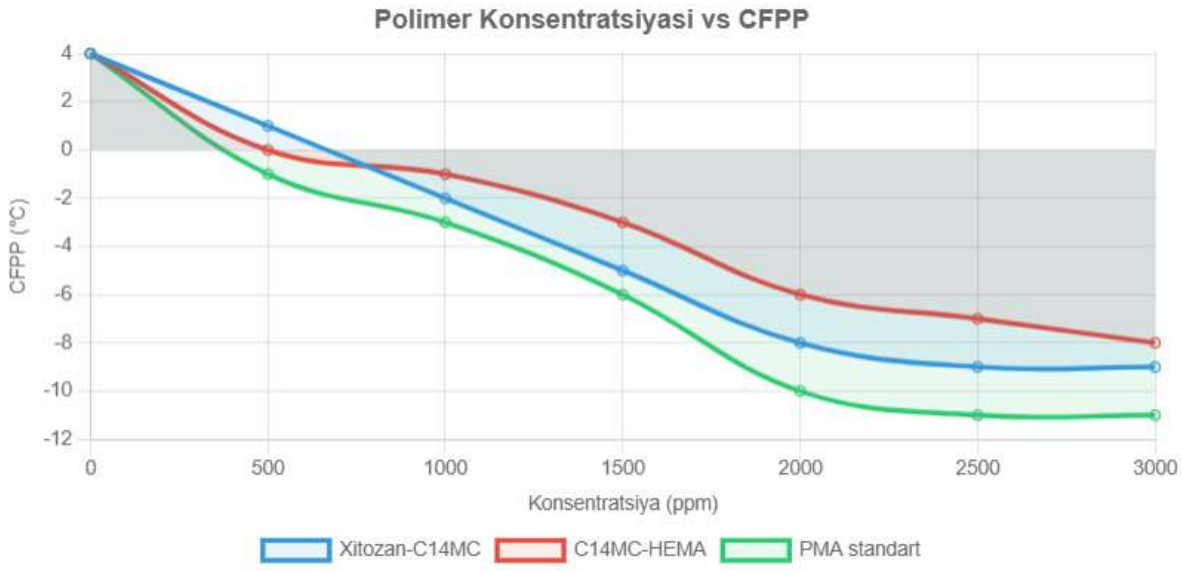
4-Jadval

Turli antioksidantlarning soya biodieselining oksidlanish barqarorligiga ta'siri (Rancimat testi, 110°C)

Antioksidant turi	Konsentratsiya (ppm)	Induktiv period (soat)	Yaxshilanish (marta)	Narx samaradorligi
Qo‘shimchasiz	0	4.2	1.0	-
TBHQ (sintetik)	200	28.5	6.8	Yuqori
BHA (sintetik)	200	25.2	6.0	Yuqori
BHT (sintetik)	200	22.8	5.4	O‘rta
Propil gallat	300	26.4	6.3	O‘rta
α-Tokoferol (tabiiy)	400	18.9	4.5	Past
Xitozan kompozit	500	21.6	5.1	Yuqori

ISSN 3030-3907

Antioksidant turi	Konsentratsiya (ppm)	Induktiv period (soat)	Yaxshilanish (marta)	Narx samaradorligi
Xitozan-metakril	1500	9.8	2.3	O‘rta



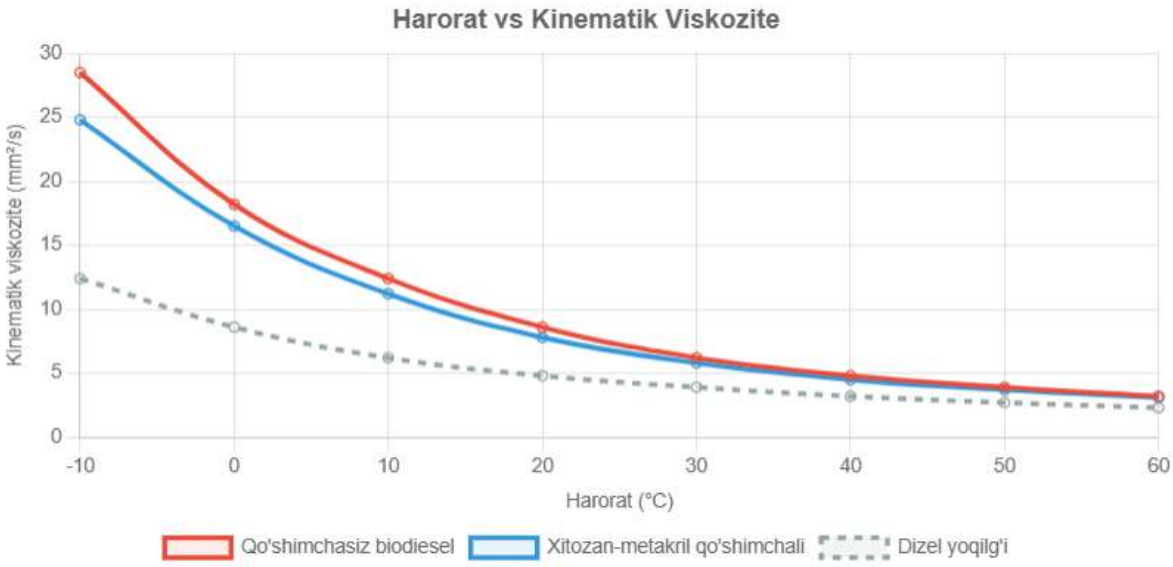
Grafik 1. Xitozan-metakril sopolimer konsentratsiyasining B20 biodiesel aralashmasining CFPP ga ta'siri

Tetradesilmetakrilat-gidroksietilmetakrilat (C14MC-HEMA) kopolimerlari biodiesel aralashmalari uchun quyilish nuqtasini pasaytiruvchi qo‘shimchalar sifatida yuqori samaradorlik ko‘rsatadi[21]. C14MC-HEMA (9:1) tarkibli kopolimer B20 (20% biodiesel + 80% dizel) aralashmasining quyilish nuqtasini 14°C ga va CFPP ni 6°C ga pasaytiradi[21]. Gidroksil polar guruhlarining qo‘shilishi polimer qo‘shimchaning samaradorligini oshiradi chunki bu guruhlar mum kristallari bilan o‘zaro ta'sirlashib, ularning o‘sish mexanizmini o‘zgartiradi[21]. Alkil-metakrilat-malein angidrid kopolimerlari ham biodieselning oqimlilik xususiyatlarini yaxshilashda samarali bo‘lib, C14 alkil zanjirga ega polimer 1000 ppm konsentratsiyada chiqindi yog‘ biodieselining quyilish nuqtasini 12°C dan 5°C gacha tushiradi[22]. Benzil metakrilat-metakrilat kopolimerlari dizel yoqilg‘isining quyilish nuqtasini pasaytiruvchi sifatida tadqiq etilgan va MB-C14MC (1:10) tarkibli kopolimer 3000 ppm konsentratsiyada dizelning qattiq nuqtasini 26°C ga va CFPP ni 12°C ga kamaytiradi[23]. Dodekil metakrilat va vinil asetat kopolimerlari moylash moylarida ko‘p funksiyali qo‘shimchalar sifatida viskozite indeksini yaxshilash va quyilish nuqtasini pasaytirish uchun ishlatiladi[24].Metakrilat quyilish nuqtasi pasaytiruvchi qo‘shimchalarning soya

ISSN 3030-3907

biodiesel aralashmalarida ishlash mexanizmi differensial skanerlash kalorimetriyasi, past haroratli rentgen diffraktsiyasi va polyarizatsiyalangan optik mikroskopiya usullari bilan o‘rganilgan[25]. 10-320 tipidagi metakrilat PPD ning 1% miqdorda B60 aralashmasiga qo‘shilishi CFPP ni -10°C gacha pasaytiradi va bu eng muhim yaxshilanish hisoblanadi[25]. Qo‘shimchalar mum kristallarining morfologiyasini o‘zgartirib, ularning bir-biriga yopishishini kamaytiradi va kristallarning shakli mayda va bir xil bo‘lib qoladi[26]. Polimetakrilatlar (PMA) eng keng tarqalgan PPD turlari bo‘lib, ular neft sanoatida va moylash moylari ishlab chiqarishda ko‘p yillar davomida muvaffaqiyatli qo‘llanilmoqda[27]. Biodiesel uchun mo‘ljallangan qo‘shimchalar tarkibida kislorod tutuvchi polar guruhlar, masalan, gidroksil va efir guruhlari bo‘lishi kerak, chunki bu guruhlar biodieselning yog‘ kislotasi efirlari bilan yaxshi o‘zaro ta'sir qiladi[28]. Metakrilat asosidagi polimer qo‘shimchalarining samaradorligi ularning molekulyar og‘irligiga ham bog‘liq bo‘lib, optimal molekulyar og‘irlik diapazoni har bir yoqilg‘i turi uchun alohida aniqlanishi kerak[29]. Tetradesilmetakrilat-norboren angidrid va tetradesilmetakrilat-karbon angidrid kopolimerlari yuzaga modifikatsiyalangan nano kremiy dioksid bilan birgalikda grafting qilinganda, dizelning past haroratdagi oqimliligi yanada yaxshilanadi[30].Biodieselning oksidlanish barqarorligi uning sifatini va uzoq muddatli saqlash imkoniyatini belgilovchi eng muhim xususiyatlardan biridir[31]. Biodiesel tarkibidagi to‘yinmagan yog‘ kislotalari efirlari oksidlanishga juda moyil bo‘lib, bu jarayon havodagi kislorod, yorug‘lik, yuqori harorat va metall ionlari ta'sirida tezlashadi[32,33]. Oksidlanish jarayoni natijasida biodieselning viskozitesi, kislota soni va peroksid qiymati ortadi, shuningdek, eruvchan bo‘lmagan yopishqoq moddalar hosil bo‘lib, yoqilg‘i filtrlarini va quvur liniyalarini tiqib qo‘yishi mumkin[35]. Antioksidantlar qo‘shish biodieselning oksidlanish barqarorligini oshirishning eng samarali va iqtisodiy jihatdan qulay usuli hisoblanadi[36]. To‘yingan yog‘ kislotalariga boy xom ashyodan olingan biodiesel yuqori oksidlanish barqarorligiga ega bo‘ladi, ammo uning sovuq oqimlilik xususiyatlari yomon bo‘ladi, aksincha to‘yinmagan yog‘ kislotalariga boy biodiesel yaxshi sovuq oqimlilikka ega bo‘lsa-da, oksidlanishga moyil[31,37]. Shu sababli, biodieselning har ikkala muammosini ham hal qilish uchun maxsus qo‘shimchalar kombinatsiyasi zarur[37].

ISSN 3030-3907



Grafik 2. Haroratning biodiesel viskozitesiga ta'siri (qo'shimchasiz va qo'shimchali)

Turli turdagi antioksidantlar biodieselning oksidlanish barqarorligini turlicha darajada oshiradi va hech qanday universal inhibitor mavjud emas, chunki har bir biodiesel turi o‘ziga xos yog‘ kislotasi tarkibiga ega[35,36]. Sintetik antioksidantlar orasida tert-butil gidrokvinon (TBHQ), butirlangan gidroksianizol (BHA) va butirlangan gidroksitoluen (BHT) eng samarali deb topilgan[32,38]. TBHQ qo‘shilishi biodieselning oksidlanish boshlangan haroratini sezilarli darajada oshiradi va Rancimat testi bilan o‘lchanadigan induktiv period vaqtini uzaytiradi[38]. Propil gallat (PrG) va α-tokoferol ham samarali antioksidantlar bo‘lib, ular tabiiy manbalardan olinishi mumkin[38]. Antioksidantlarning konsentratsiyasi biodieselning oksidlanish barqarorligiga katta ta'sir ko‘rsatadi va optimal konsentratsiya 100-400 ppm oralig‘ida bo‘ladi[39]. Kastor moyi biodieseliga BHA 2000 ppm konsentratsiyada qo‘shilganda, uning oksidlanish barqarorligi 6-15 marta ortadi[40]. Antioksidantlarning samaradorligi biodiesel tarkibidagi to‘yinmagan yog‘ kislotalarining turiga va miqdoriga bog‘liq bo‘lib, ko‘p to‘yinmagan yog‘ kislotalariga boy biodiesellar antioksidantlarning ta'siriga kamroq javob beradi[37].Xitozan modifikatsiyalangan metakrilat sopolimerlarining biodiesel aralashmalaridagi qo‘llanilishi ikkita asosiy afzallikni birlashtiradi: birinchidan, metakrilat komponentlari past haroratdagi oqimlilik xususiyatlarini yaxshilaydi, ikkinchidan, xitozan o‘zining tabiiy antioksidant xususiyatlari tufayli biodieselning oksidlanish barqarorligini oshiradi. Xitozan tarkibidagi amino guruhlari erkin radikallarni tutib qolish qobiliyatiga ega bo‘lib, bu oksidlanish jarayonini sekinlashtiradi. Xitozan-grafted polimetil metakrilat kompozitlari suyak to‘qimalari muhandisligi uchun ishlab chiqilgan bo‘lib, ular yaxshi mexanik mustahkamlik va uzoq muddatli barqarorlikka ega, shuningdek, dori moddalarini tashish uchun ham ishlatilishi mumkin[4]. Bu xususiyatlar

ISSN 3030-3907

xitozan-metakril kompozitlarining biodiesel qo‘shimchalari sifatida qo‘llanilishida ham foydali bo‘lishi mumkin. Xitozanning metakrilat bilan modifikatsiyasi uning gidrofoblik xususiyatlarini oshiradi va bu biodiesel aralashmalari bilan yaxshiroq moslashuvni ta'minlaydi[5,7]. Xitozan asosidagi kompozit materiallarning g‘ovakligi va yuzaki maydoni ham ularning samaradorligiga ta'sir qiladi, chunki bu parametrlar qo‘shimchaning yoqilg‘i aralashmasida taqsimlanishini va mum kristallari bilan o‘zaro ta'sirini belgilaydi[10].Biodieselning zichligi ham muhim fizik-kimyoviy xususiyat bo‘lib, u harorat ortishi bilan chiziqli ravishda kamayadi[16,17]. Standart sharoitlarda (15°C da) biodieselning zichligi odatda 860-900 kg/m³ oralig‘ida bo‘ladi[18]. Biodieselning chaqnash nuqtasi (flash point) xavfsizlik nuqtai nazaridan muhim parametr bo‘lib, u odatda 130°C dan yuqori bo‘ladi, bu esa uni dizelga nisbatan xavfsizroq qiladi[18,19]. Biodieselning sirt tarangligi ham uning purkash xususiyatlariga ta'sir qiladi va bu parametr yonish kamerasida yoqilg‘ining atomizatsiyasini belgilaydi[18]. Biodiesel aralashmalarining reologik xususiyatlari harorat va tarkibga bog‘liq ravishda o‘zgaradi va bu o‘zgarishlar dvigatelning ishlash samaradorligiga bevosita ta'sir qiladi[16,17]. Molekulyar modellashtirish usullari yordamida biodieselning turli fizik-kimyoviy xususiyatlarini, jumladan, setan sonini, viskoziteni, zichlikni, chaqnash nuqtasini va sovuq oqimlilik parametrlarini bashorat qilish mumkin[17].Xitozan-metakril sopolimer kompozitlarining biodiesel aralashmalaridagi ta'siri bir nechta omillarga bog‘liq, jumladan, polimer konsentratsiyasi, molekulyar og‘irligi, alkil zanjirining uzunligi va polar guruhlarning turi muhim rol o‘ynaydi. Optimal natijalar odatda 1500-3000 ppm konsentratsiya oralig‘ida erishiladi. Yuqori molekulyar og‘irlikka ega sopolimerlar mum kristallarining yuzasiga yaxshiroq adsorbsiya qilinadi, ammo ortiqcha yuqori molekulyar og‘irlik yoqilg‘ining viskozitesini haddan tashqari oshirishi mumkin. Shuning uchun, optimal molekulyar og‘irlikni tanlash muhim ahamiyatga ega. Polimer qo‘shimchalarning samaradorligi biodieselning tarkibiga ham bog‘liq bo‘lib, har xil xom ashyodan olingan biodiesellar turli xil javob beradi. Masalan, palmitik va stearik kislotalariga boy biodiesellar ko‘proq sovuq oqimlilik muammolariga duch keladi va shuning uchun ular qo‘shimchalardan ko‘proq foyda ko‘radi. Xitozan-metakril sopolimerlarining yana bir muhim afzalligi shundaki, ular ekologik jihatdan xavfsiz va bioparçalanadigan materiallardir, bu esa ularni zamonaviy ekologik talablariga javob beruvchi qiladi.

Kelajakda xitozan-modifikatsiyalangan metakril sopolimerlarini biodiesel aralashmalari uchun yanada yaxshilash yo‘llari mavjud. Masalan, nanokompozit materiallar yaratish, turli funksional guruhlarni qo‘shish va ko‘p komponentli polimer sistemalarini ishlab chiqish mumkin. Xitozan va metakril sopolimerlarining sinergik ta'siri biodieselning bir vaqtning o‘zida ham sovuq

ISSN 3030-3907

oqimlilik, ham oksidlanish barqarorligi muammolarini hal qilish imkonini beradi. Bu esa biodieselning sanoatda keng miqyosda qo‘llanilishiga yo‘l ochadi va qayta tiklanadigan energiya manbalarining rivojlanishiga hissa qo‘shadi. Xitozan-metakril kompozitlarining narxi ham nisbatan past bo‘lib, bu ularni iqtisodiy jihatdan samarali qiladi. Bundan tashqari, xitozanning tabiiy manbalardan olinishi va uning biouyg‘unligi bu materiallarni ekologik jihatdan xavfsiz qiladi va ulardan foydalanish atrof-muhitga salbiy ta'sir ko‘rsatmaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Jiménez-Gómez C.P., Cecilia J.A. Pristine and modified chitosan as solid catalysts for catalysis and biodiesel production: A minireview. International Journal of Biological Macromolecules. 2020;164:2981-2994.
2. Ahmad N.H., Mustafa S., Banat F. Utilization of Polymeric Materials toward Sustainable Biodiesel Industry: A Recent Review. Polymers. 2022;14(12):2465.
3. Pramudya R., Rahayu S.S. A scientometric analysis and recent advances of emerging chitosan-based biomaterials as potential catalyst for biodiesel production: A review. Carbohydrate Polymers. 2023;318:121110.
4. Aranaz I., Alcántara A.R., Civera M.C., et al. Chitosan, chitosan derivatives, and chitosan-based nanocomposites: eco-friendly materials for advanced applications. Frontiers in Chemistry. 2023;11:1327426.
5. Bryuzgin E., Bryuzgina E., Yartseva V., et al. Biodegradation Control of Chitosan Materials by Surface Modification with Copolymers of Glycidyl Methacrylate and Alkyl Methacrylates. Fibers and Polymers. 2022;23(9):2502-2510.
6. Ikhtiyarova G.A., Saidov J.E. Analysis of depressor additives to improve the low temperature properties of diesel fuel Proceeding X International Conference «Industrial Technologies and Engineering» ICITE – 2023, Volume 1 I.M. Auezov South Kazakhstan University Shymkent, Kazakhstan November 18, 2023. PP.40-43.
7. .Ikhtiyarova G.A., K.S.Nadirov., Saidov J.E.,Depressor addites for diesel fuels based on chitosan-with improvement of their physical and chemical properties. Нефт и газ. 2025. №2. С.161-171.
8. Shariatinia Z. Carboxymethyl chitosan: Properties and biomedical applications. International Journal of Biological Macromolecules. 2018;120:1406-1419.
9. Aam B.B., Heggset E.B., Norberg A.L., et al. Preparation, properties, and application of low-molecular-weight chitosan. Handbook of Chitin and Chitosan. 2020:225-246.
10. Kusumawati D.H., Muslim A., Wardani A.K., Mangindaan D. Development of Chitosan/Rice Husk-Based Silica Composite Membranes for Biodiesel Purification. Membranes. 2022;12(4):402.

ISSN 3030-3907

11. Nwadike I., Yahaya M., O'Donnell S., et al. Cold Flow Properties and Kinematic Viscosity of Biodiesel. Universal Journal of Chemistry. 2013;1(4):135-141.
12. Ong H.C., Chen W.H., Farooq A., et al. A Mini Review on the Cold Flow Properties of Biodiesel and its Blends. Frontiers in Energy Research. 2020;8:598651.
13. Nwadike I., Yahaya M., O'Donnell S., et al. Cold Flow Properties and Kinematic Viscosity of Biodiesel. Academia. 2014.
14. IEA Advanced Motor Fuels. Fatty Acid Esters (biodiesel): Properties. 2024.
15. Pinto C., Puna J., Santos M.T., et al. Cold flow properties of waste cooking oil biodiesel and a new improvement method. Scientific Reports. 2024;14:19813.
16. Abdelraziq I.R., Musameh S.M. Biodiesel Viscosity and Flash Point Determination. Physics Master Thesis. 2015.
17. Obed F., Kurnia J.C., Mahamude A.S.F., et al. A Laboratory Study of the Effects of Wide Range Temperature on the Properties of Biodiesel Produced from Various Waste Vegetable Oils. Waste and Biomass Valorization. 2017;8(4):1995-2012.
18. Luning Prak D.J., Cowart J.S., Hamilton L.J., et al. Density, viscosity, speed of sound, flash point, bulk modulus, and surface tension of mixtures of military jet fuel JP-5 and biodiesels dataset. Data in Brief. 2022;40:107773.
19. Balamurugan T., Arun A.A., Sathiyagnanam A.P. A Review of Biodiesel Cold Flow Properties and Its Improvement Methods: Towards Sustainable Biodiesel Application. Energies. 2024;17(18):4543.
20. Bahubali C., Gopalan A. Improving biodiesel's properties. Hydrocarbon Processing. 2019.
21. Chen X., Wang Z., Li Z., et al. Evaluation of tetradecyl methacrylate-hydroxyethyl methacrylate copolymers and their synergies with other polymeric pour point depressants to improve cold flow properties of biodiesel blends. Industrial Crops and Products. 2022;189:115811.
22. Yuniarti E., Surya I., Cifriadi A. Synthesis and characterization of alkyl-methacrylate-maleic anhydride copolymer for use as a biodiesel flow improver. Journal of Physics Conference Series. 2021;2049:012052.
23. Lu Y., Wang X., Zhang L., et al. Synthesis and evaluation of benzyl methacrylate-methacrylate copolymers as pour point depressant in diesel fuel. Fuel. 2019;258:116106.
24. Ghosh P., Das M.K. Dodecyl methacrylate and vinyl acetate copolymers as viscosity modifier and pour point depressant for lubricating oil. International Journal of Industrial Chemistry. 2017;8(2):197-205.

ISSN 3030-3907

25. Zhao F., Li C., Wang Y., et al. Study on the performance mechanism of methacrylate pour point depressant in soybean biodiesel blends. RSC Advances. 2015;5(101):82702-82713.
26. Prasad A., Soni P.H., Bharambe P.D. Pour Point Depressant of Crude Oil. International Journal of Chemical and Physical Sciences. 2019;8(2):1-19.
27. Ghosh A., Chaudhuri H. Pour Point Depressant - an overview. ScienceDirect Topics. 2023.
28. Neudörfl J.M., Scherer H., inventors. Additive for biodiesel and biofuel oils. United States patent US6409778B1. 2002.
29. Dumanli S., Perincek S., Jukić A. Synthesis, characterization, and performance of alkyl methacrylates and tert-butylaminoethyl methacrylate tetra polymers as pour point depressants for diesel. Fuel. 2022;324:124456.
30. Wang H., Li Y., Zhou Y., et al. Grafting tetradecyl methacrylate-carbic anhydride or tetradecyl methacrylate-tetrahydrophthalic anhydride co-polymers onto surface-modified nano silica to develop of pour point depressants for diesel. Journal of Molecular Liquids. 2024;393:123587.
31. Bello E.I., Mogaji T.S., Agge M., Meran A.D. The role of antioxidants in improving biodiesel's oxidative stability, poor cold flow properties, and the effects of the duo on engine performance: A review. Heliyon. 2022;8(7):e09846.
32. Saluja R.K., Kumar V., Sham R. Stability of biodiesel, its improvement and the effect of antioxidant treated blends on engine performance and emission. RSC Advances. 2015;5(36):28907-28930.
33. Yaakob Z., Narayanan B.N., Padikkaparambil S., et al. An overview of biodiesel oxidation stability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2014;35:136-153.
34. Ahmed S.F., Rafa N., Mofijur M., et al. Insights into antioxidant dosage determination for improving biodiesel oxidation stability: a comprehensive review. Biofuels. 2024;16(2):197-215.
35. Varatharajan K., Pushparani D.S. Survey on Antioxidants Used as Additives to Improve Biodiesel's Stability to Degradation through Oxidation. Molecules. 2023;28(23):7765.
36. Varatharajan K., Pushparani D.S. Survey on Antioxidants Used as Additives to Improve Biodiesel's Stability to Degradation through Oxidation. Molecules. 2023;28(23):7765.
37. Bello E.I., Mogaji T.S., Agge M., Meran A.D. The role of antioxidants in improving biodiesel's oxidative stability, poor cold flow properties, and the effects of the duo on engine performance: A review. PMC. 2022;8(7):e09846.
38. Dunn R.O. Effect of antioxidants on the oxidative stability of methyl soyate (biodiesel). Fuel Processing Technology. 2005;86(10):1071-1085.

ISSN 3030-3907

39. Bannur B.M., Satapathy A.K. The effect of antioxidant additives with methyl ester of neem oil on the oxidation stability. Energy Sources Part A. 2016;38(20):2454-2461.
40. Albuquerque M.C.G., Azevedo D.C.S., Cavalcante C.L., et al. A rapid method for evaluation of the oxidation stability of castor oil FAME: influence of antioxidant type and concentration. Journal of the Brazilian Chemical Society. 2009;20(7):1333-1337.

ISSN 3030-3907

LEXICAL MEANINGS AND TRANSLATIONS OF ENGLISH SCIENTIFIC-TECHNICAL TERMS

Mustafoyeva Sarvinoz Xolmurodovna

Samarkand State Medical University, Trainer-assistant teacher of The Department of Languages

Annotation: This article deals with the issues and methods of teaching professional translation of scientific and technical documentation to engineering students from a linguistic point of view. The peculiarity of technical translation of scientific documentation is an excessive number of specialized terms, service and introductory words, frequent use of abbreviations, lexical neologisms, and realities. Prepositions and compound conjunctions (e.g. in order that, provided that, as though, etc.) play a significant role in scientific and technical documentation, creating logical links between the individual elements of sentences. In addition, adverbs are often used in scientific and technical articles, which are integral to the development of logical reasoning.

Keywords: Terms, translation, meaning, scientific and technical terms, translator, foreign language, target language and etc…

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы и методы обучения профессиональному переводу научно-технической документации студентов инженерных специальностей с лингвистической точки зрения. Особенностью технического перевода научной документации является большое количество специализированных терминов, служебных и вводных слов, частое использование сокращений, лексических неологизмов и реалий. Предлоги и составные союзы (например, in order that, provided that, as though и др.) играют важную роль в научно-технических текстах, создавая логические связи между отдельными элементами предложений. Кроме того, в научно-технических статьях часто используются наречия, которые являются неотъемлемой частью развития логического рассуждения.

Ключевые слова: термины, перевод, значение, научно-технические термины, переводчик, иностранный язык, язык перевода и др.

Annotatsiya: Ushbu maqolada muhandislik yo‘nalishidagi talabalarni ilmiy-texnik hujjatlarni professional tarjima qilishga o‘rgatish masalalari va usullari tilshunoslik nuqtai nazaridan ko‘rib chiqiladi. Ilmiy hujjatlarning texnik tarjimasiga xos xususiyatlardan biri — ko‘plab ixtisoslashgan atamalar, xizmat va kirish so‘zlarining ko‘p ishlatilishi, qisqartmalar, leksik neologizmlar va realiyalardir. Ilmiy va texnik matnlarda predloglar va qo‘shma bog‘lovchilar (in order that, provided that, as though va h.k.) muhim rol o‘ynaydi, ular gapning turli qismlari o‘rtasida mantiqiy bog‘lanishni ta’minlaydi. Shuningdek, ilmiy va texnik

ISSN 3030-3907

maqolalarda narechiyalar ko‘p ishlatiladi, ular mantiqiy fikrlashni rivojlantirishning ajralmas qismi hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: atamalar, tarjima, ma’no, ilmiy va texnik atamalar, tarjimon, xorijiy til, maqsadli til va boshqalar.

Introduction

Translation is the accurate reproduction of the original source in another language while preserving the unity of content and style. Technical translation is considered to be less difficult than fictional translation, since the technical translator does not need to look for equivalents of various metaphors and other stylistic means inherent in the fictional and journalistic style. The difficulty of technical translation lies elsewhere. The basis of technical translation is a formal-logical style which is characterized by accuracy, emotionless and impersonal transfer of information.

Technical translation must be as close to the source material as possible. A slight deviation from the meaning can lead to undesirable consequences (for example, inaccurate translation of instructions for operating technical equipment can lead to an accident on the site). Therefore, unlike fictional translation, technical translation does not allow inaccuracies and deviations from the source material. In technical translation, every word and definition is translated accurately, avoiding ambiguity of understanding. Technical translation is saturated with various highly specialized terms.

The grammar of technical translation is characterised by the use of specific and firmly established grammatical rules, e.g. indefinite-personal and impersonal constructions, passive voice and indefinite verb forms. Logical selections are represented using inversion. Whatever the complexity of the information in the translated document: descriptions of technological processes, calculations of any parameters, the principles of operation of equipment and its operation, etc., the translator is required to understand the meaning of the text, and then skillfully and accurately convey it in the target language. Thus, technical translation is a special type of translation, the quality of which depends primarily on the personality of the translator. If you need to quickly read simple technical documentation, it is sufficient to use computer translators. For in-depth study of scientific literature, translation should be done by a professional who speaks a foreign language and has technical knowledge in a particular field, such as electrical power, thermal power, etc. The purpose of technical translation training is to teach how to convey any technical information very accurately and clearly in another language. No interpretation, no ambiguity, no distortion of meaning is allowed.

This article deals with the issues and methods of teaching professional translation of scientific and technical documentation to engineering students from

ISSN 3030-3907

a linguistic point of view. The peculiarity of technical translation of scientific documentation is an excessive number of specialized terms, service and introductory words, frequent use of abbreviations, lexical neologisms, and realities. Prepositions and compound conjunctions (e.g. in order that, provided that, as though, etc.) play a significant role in scientific and technical documentation, creating logical links between the individual elements of sentences. In addition, adverbs are often used in scientific and technical articles, which are integral to the development of logical reasoning.

The realities of scientific and technical articles refer to names, brands of equipment and materials. The translation of specialized terms is done with the help of special dictionaries and glossaries. Realia, as a rule, are not translated, but transliterated or given in the text in the original spelling .The optimal translation solution for a phraseological unit is to find identical phraseological units in the target language. If there is no direct correspondence, the original idiom can be translated by searching for similar phraseological units with a similar meaning to the original, but built on a different verbal and figurative basis. It should be remembered that idioms, which often have a similar meaning but a different form in different languages, are uniquely emotionally and associatively colored and are not always interchangeable. Geographical names and well-known proper names are given in Uzbek transcription. The translation process is always strictly within the framework of logical thinking, i.e., he who is able to think logically is more likely to make a correct translation. Logic experts say that in order to understand an unfamiliar term, we must analyze the context. In this analysis, we make various semantic connections and relationships between the unfamiliar term and other words whose meanings are well known. Such cases are very common when translating from a foreign language into one's native language.

Studies of scientific and technical vocabulary provide an extensive list of all possible combinations of eleven words: problem, information, knowledge, method (technique, procedure), experiment, study (investigation, research), data (results, findings), evidence, assumption, hypothesis, theory, which in scientific and technical speech works form a kind of micro-context with different levels of internal organization.

Here are some examples from this work with the word "problem: Basic (chief, main, essential, specific, difficult, complex, etc.) problem; This is a problem dealing (concerned) with (bearing on ..., relating to ...) computer science; The main aspects (the core, the essence) of the problem is the ...; The problem I am studying now involves (presents) certain (considerable, great, etc.) difficulties; This problem as it is outlined now was first advanced (brought up, recognized, put forward, formulated, raised, etc.) by K.; Since then the problem has been referred to in a

ISSN 3030-3907

number of investigations ... The problem (of ...) has been briefly described (formulated, etc.) as follows ...; The problem you have just outlined is within the scope of the above theory; The problem demands ...; The problem as we have seen: Much is needed to clarify certain aspects of the problem; It will take time to unreveal the mystery of the problem; It is no easy task to disclose the secrets of the problem and so on.

In general scientific and technical vocabulary another layer of words such as candidate, scenario, world, menu, repertoir, turnkey, onus, strength, feat, history, art, happily, to see, to drive, and others, which together with words with clearly expressed scientific and technical semantics (e.g. problem, information, theory, investigation, etc.) form the lexical environment of terms. These are words of common vocabulary, which sometimes in their "peripheral" or associative meanings end up in scientific and technical texts, function as scientific and technical ones, and thus determine the nature of scientific and technical style.

In the translation aspect, the peculiarity of these words is the difficulty of determining their meanings in the original text, as well as the selection of translational correspondences for them in the target language. Among these words there are often stylistically colored words (mushrooming, bugaboo, Cinderella, beauty, workhorse, evil, iff, heavyweight, exotic, vigorous, wisdom, horizons, "metoo", etc.), whose translation is especially difficult both in revealing their referential and denotative meanings, and in finding an acceptable equivalent. It has been repeatedly emphasized above that stylistically Uzbek scientific and technical text is strictly neutral, and anything that impedes the accuracy and clarity of information transmission must be eliminated from it.

Therefore, any stylistically colored units of the original must be transformed into neutral ones that accurately convey their scientific and technical and informational essence.

Since all the meanings with which these words are used in English scientific and technical texts cannot be presented in dictionaries, even large ones, they are investigated by individual authors. In different contexts and in different syntactic functions, these words can be used to mean:

advanced - promising, modern, new, improved, perfect; advantageous - promising, expedient application - case, application task; specific application - specific case; for (particularly, higher) critical applications - in especially important cases (in cases of extr eme necessity); applications program - application program. analysis - theory, theoretical study; calculation, method of calculation; work, paper, result of work; formula; ... has been the subject of many analyses ... - considered in a number of works; analytic - calculated, theoretical; analytically - theoretically to arrive at (receive); to arrive at an estimate of the error in speed of sound art -

ISSN 3030-3907

technique; system; This paper traces the evaluation of the signalling art ... - This paper traces the development of signalling art; Advances in the technological art has made

Advances in technology have led ...; computer art - computing systems; It will prove useful to briefly review the application of these equations in the prior art -before; attraction-dignity; attractive-advantageous, acceptable, promising, valuable beauty-dignity, advantage bugaboo - problem, difficulty; cándidate-option, type; suitable; possible, probable; noteworthy, promising, potential; suitable, expedient (for application); the candidates include ... possible options include ...; candidate material is a suitable material; to be candidate for ... suitable for; challenge (challenger, challenging) - competition, competitor; (new, main, priority) task, problem; difficulty, complexity; requirement; opportunity; interest; challenging - important, prospective, interesting, of interest, relevant, difficult, complex, serious Cinderella - forward-looking, forward-looking comprehensive - thorough, detailed, detailed, complete, comprehensive, perfect (...a comprehensive debugging; a comprehensive evaluation) context: in this context, in this case, under this condition, in this connection, in connection with this; in the context of, in relation to, in relation to, in view of, in view of, in the other hand to drive, to cause, to excite evil (to be a necessary evil) - cannot be avoided without ...; Heat is necessary evil in making semiconductor - in the production of semiconductor devices cannot be avoided without heat treatment existing - known, used at present exotic - rare, unusual, peculiar, atypical, unique, specialized; complicated fascinating - interesting, of interest feasible, feasibility: practicable; practicable, attainable, buildable; (economically) coherent, justifiable; feasibility report: a feasibility study feet - achievement, success happily - mostly; advantageous heavyweight - leading, large, powerful history - development, change, dependence, graph of change (dependence), curve; data; results; practice, experience; use; example; prehistory; research, analysis; state; process; behavior; pattern; characteristic; horizons - new opportunities, perspective; in perspective if - then and only then; the system is locally observable if ... - a system is locally observable if and only if intelligent, intelligence - with data processing facilities, equipped with logical devices, with logic, with (having) advanced logic, programmable, autonomously controlled, (technically sound; logic, logical functions, logical control, computing facilities (capabilities), programmability intrigue, intriguing - possibility, thought of possibility; interesting, promising, enticing; Millimeter-waver shave long intrigued weapons people - . attracted the attention of the military marginal, marginally - small, insignificant, small, limited, some, certain; boundary, critical; conditional, unconditional; a little, not much, little, in a small way, minimally, limited, extremely, substantially menu - (list of)

ISSN 3030-3907

options; a choice; a set; a list "me-too" - good copy, from the category of "good copies" (as opposed to the full-fledged original) mushrooming - rapid development, rapid change onus - task (responsibility, duty) outstanding, interesting, advantageous, high value, very important philosophy, philosophical: principle, approach, method, technique, essence, idea, ideology, outlook, opinion, thought, reasoning repertoir, number; variety; program; possibility; set scenario, option; premise, conditions, method, manner, procedure, approach; situation, situation, picture; prognosis see - react, fix. severe - significant, substantial, large, on a large scale, very large, strength - dignity, advantage taboos - limitation; prohibition talent (the microprocessor's talent) - potentiality target - to outline, intend, plan, purpose, guide turnkey - (fully) finished, complete, (complete) package; the company supplies turnkey systems; vigorous (vigorous attempts); vigorous wisdom: expedient; based on a precise calculation workhorse (working horse) - is the main, leading The practical work of the translator is, first and foremost, the process of discovering the meanings of linguistic units in a foreign-language text and searching for translational correspondences to them in the target language.

Discovering the meaning of a linguistic unit, in particular scientific and technical terminology, which we are primarily interested in here, goes through the translator's ability to "translate" the text to be translated, to get a general idea of the system of terminology with which he has to deal, and to carry out (based on his own knowledge and using appropriate reference literature) a structural, semantic and syntactic analysis of the unfamiliar terminological unit.

LIST OF USED LITERATURE

1. Alan Duff. Translation. Oxford University press. 1972. -134 p.
2. Alan Duff. Translation II. Oxford University press. 1972. -135 p.
3. Amosova N.N. English Contextology. L. 1968. -106 p.
4. Bartlett F. Remembering. A Study in Experimental Social. 1980. -230 p.
5. Psychology. Cambridge: Cambridge University Press. 1932. -317 p.
6. Barantsev C.T. English Lexicology in Practice. Kiev. 1954. -216 p.
7. Buranov J, Muminov.A.A Practical Course in English Lexicology.1990. 163 b.
8. Muminov A. Lexicology of the English Language. Tashkent. 2008. 160 b.
9. Newmark, Peter 1988. A Textbook of Translation, New York & London: Prentice Hall. 1988. -304 p.
10. Nida.E. Towards a science of translation. Leiden. 1964. -218 p.
11. Nida.E. Linguistics and Ethnology in Translation Problems. Language Structure and Translation. Atanford. 1975. -230 p.
12. Peter Newmark. Approaches to Translation. London. 1981. -324 p.
13. Roger. N. Bell. Translation and Translating. Theory and Practice. London, New York. 1995. -342 p.

ISSN 3030-3907

14. Аллаёрова Р. Р. Таржима назарияси ва амалиёти фанидан маъруза матн. Урганч. 2008 й. -20 б.

ISSN 3030-3907

MODIFIKATSIYALANGAN BITUMNI QO‘LLASHNING TADQIQOT USULLARI VA JIHOZLARI

Beknazarov Hasan Soyibnazarovich
TerDU, t.f.d., professor,
Tel: +9894-617-37-62,
E-mail: hasan74@mail.ru
Turayev Fayzulla Tojiyevichning
QDTU
Tel: +99894-135-87-80,
E-mail: fayzulla@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada gossipol smolasi, karbamid, monoetanolamin, dietanolamin bilan modifikatsiyalangan bitum yo‘l qurilishida, tom yopish va gidroizolyatsiya ishlarida keng amaliy ahamiyatga ega. Ushbu materiallar asosida olinadigan qoplamalar yuqori chidamlilikka, deformatsiya va yorilishlarga barqarorlikka ega bo‘lib, ularning xizmat muddati uzayadi. Natijada, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari kamayadi, bu esa iqtisodiy samaradorlikni oshiradi. Mazkur modifikatsiyalangan bitumlar ob-havoga chidamli, gidroizolyatsiya xususiyatlari kuchaytirilgan yuqori sifatli mahsulotlar ishlab chiqarishda qo‘llaniladi.

Kalit so‘zlar. Modifikat, bitum, asfalten, asfalt-beton, yopishqoqlik, polimerizat, kauchuk.

Аннотация. В статье рассматривается широкое практическое значение битумов, модифицированных госсиполовой смолой, карбамидом, моноэтаноламином, диэтаноламином, в дорожном строительстве, кровельных и гидроизоляционных работах. Покрытия на основе этих материалов обладают высокой прочностью, устойчивостью к деформациям и трещинам, а также увеличивают срок их службы. В результате снижаются затраты на эксплуатацию, что повышает экономическую эффективность. Модифицированные битумы используются для производства высококачественной продукции с повышенной атмосферостойкостью и гидроизоляционными свойствами.

Ключевые слова. Модификатор, битум, асфальтен, асфальтобетон, адгезия, полимеризат, резина

Abstract. This article examines the broad practical value of bitumens modified with gossypol resin, urea, monoethanolamine, and diethanolamine in road construction, roofing, and waterproofing. Coatings based on these materials exhibit high strength, resistance to deformation and cracking, and an extended service life. This reduces operating costs, improving economic efficiency. Modified bitumens are used to produce high-quality products with enhanced weather resistance and waterproofing properties.

ISSN 3030-3907

Keywords. Modifier, bitumen, asphaltene, asphalt concrete, adhesion, polymerizate, rubber

Kirish

Bitum-avtomobil yo‘llarini qurishda asosiy bog‘lovchi material bo‘lib, yuqori yopishqoqlik, suvga chidamlilik va elastiklik kabi xususiyatlarga ega. U yo‘l qoplamalarining qattiqlik, egiluvchanlik va chidamliligini oshiradi. Bitum tarkibidagi yuqori molekulyar og‘irlikka ega asfaltenlar va past molekulyar og‘irlikdagi qatronlar hamda uglevodorodlar mexanik va reologik xususiyatlarni shakllantiradi. Ushbu ko‘p qirralilik bitumni yo‘l qurilishi va boshqa texnik sohalarda samarali bog‘lovchi materialga aylantiradi. [1]

Modifikatsiyalangan bitumlarning fazaviy ajralish tahlillari ASTM D7173 standartiga muvofiq bajarildi. Buning uchun 130ertical130 32 mm va balandligi 160 mm bo‘lgan alyuminiy quvurlar modifikatsiyalangan bitum bilan to‘ldirilib, germetik tarzda yopildi. Tayyorlangan namunalarning fazaviy barqarorligini aniqlash maqsadida quvurlar 165 °C haroratda pechda vertikal holatda joylashtirilib, 1 va 3 kun davomida saqlashga qo‘yildi. Ushbu muddat yakunida quvurlar pechdan chiqarilib, ularning tarkibiy yaxlitligini mustahkamlash uchun 130ertical holatda muzlatgichda sovitildi. [2]

Namunalarning fizik-mexanik xossalarini aniqlash usullari. Siqilish kuchi, 70 °C haroratida namunani yo‘q qilish uchun zarur bo‘lgan yukni o‘lchash usulidan foydalanib aniqlangan. Ushbu jarayon UNIFRAME pressi yordamida amalga oshirildi. Siqilish kuchining aniqlanishi uchun eksperimentlar ikki turli haroratda, ya'ni 20 °C va 50 °C da o‘tkazildi. Har bir harorat sharoitida, press yordamida namunaga bosim qo‘llanilib, kerakli yuk miqdori aniqlangan va siqilish kuchi o‘lchangan. Bu usul, materialning mexanik xossalarini, xususan, haroratga nisbatan siqilish xususiyatlarini aniqlashda qo‘llanilgan.

ISSN 3030-3907



1-rasm. UNIFRAME pressining fotosurati

Modifikatsiyalangan bitumning suv bilan to‘yinganligini aniqlash

Suv bilan to‘yinganlikni aniqlash jarayoni, namunaning ma'lum bir to‘yinganlik rejimida so‘rilgan suv miqdorini o‘lchashni o‘z ichiga oladi. Ushbu usul, silindrsimon shakldagi namunalar uchun qo‘llaniladi va o‘lchovlar havoda va suvda 0,1 g aniqlik bilan amalga oshiriladi. Namunaning ustida suv sathi kamida 3 sm balandlikda bo‘lishi ta'minlanadi, shuning uchun namuna vakuumli o‘rnatishga joylashtiriladi. Vakuumli idishda 2000 Pa bosim 1 soat davomida saqlanib, keyin atmosfera bosimiga qaytariladi va yana 30 daqiqa davomida saqlanadi, natijada namuna havoda tortiladi. [3]

Shundan so‘ng, namunalar 2 kun davomida to‘liq suv bilan to‘yinishi uchun o‘tkaziladi. Birinchi kunda namunalar suvning 1/3 qismiga, ikkinchi kunda esa to‘liq suvga botiriladi. Oxir-oqibatda, namuna suvda tortilib, keyin artib, havoda tortilishi amalga oshiriladi.

Ushbu jarayon suv bilan to‘yinganlikning aniq o‘lchovlarini olishga imkon yaratadi va natijalar materialning suvni so‘rish qobiliyatini baholashda muhim ahamiyatga ega

Suv bilan to‘yinganlikni aniqlash, ma'lum bir to‘yinganlik rejimida namuna tomonidan so‘rilgan suv miqdorini o‘lchashga asoslanadi. Suv bilan to‘yinganlik W foizda quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$W = \frac{g_3 - g}{g_2 - g_1} \cdot 100,$$

bu yerda

g - havoda muallaq qolgan namunaning massasi, g;

ISSN 3030-3907

g_1 – suvda muallaq qolgan namunaning massasi, g;
g_2 – suvda 30 daqiqa ushlab turilgan va havoda osilgan namunaning massasi, g;
g_3 - havoda muallaq bo‘lgan suvga to‘yingan namunaning massasi, g.
Suv bilan to‘yinganlik VU 976 vakuum qurilmasida amalga oshirildi.

Suvga chidamliligini aniqlash namunalarni vakuum sharoitida suvda saqlagandan keyin siqilish kuchining pasayish darajasini baholashdan iborat edi. Suvga chidamlilik koeffitsienti $K_в$ quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$K_{в} = \frac{R_{сж}^{в}}{R_{сж}^{20}},$$

Bu erda R_{com} in - vakuumdagi suv bilan to‘yingan namunalarning 20±2 °C haroratida maksimal bosim kuchi, MPa; R_{com} 20 - suv bilan to‘yingandan oldin namunalarning 20 ± 2 °C haroratida maksimal bosim kuchi, MPa. [4]

Bundan tashqari ushbu usul yordamida uzoq muddatli suv bilan to‘yinganlik paytida suvga chidamlilik namunalarni 15 kun davomida suvda saqlanganidan keyin bosim kuchining o‘zgarishi bilan baholandi. Sinov natijalariga ko‘ra, suvga chidamlilik koeffitsienti Kvd uzoq muddatli suv bilan to‘yinganidan keyin quyidagi formula bo‘yicha aniqlandi:

$$K_{вд} = \frac{R_{сж}^{вд}}{R_{сж}^{20}},$$

Bu yerda R_{sj}^{vd} – 15 kun davomida suv bilan to‘yingandan keyin namunalar 20±2 °C haroratda bosim kuchi, MPa; R_{com} 20 - suv bilan to‘yingandan oldin namunalarning 20±2 °C haroratida maksimal bosim kuchi, MPa.
Suv bilan to‘yinganlikni aniqlash, ma’lum bir to‘yinganlik rejimida namuna tomonidan so‘rilgan suv miqdorini o‘lchashga asoslanadi. Suv bilan to‘yinganlik W foizda quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

Modifikatsiyalangan bitumning adegzion xususiyatlarini o‘rganish usullari. Bizga ma’lumki modifikatsiyalangan bitumning eng muhim xossalaridan biri bu yopishqoqlik bog‘lovchining eng muhim sifatini belgilaydi va qurilish konstruksiyalari va yo‘l qoplamalarining chidamliligini belgilovchi parametrdir. Modifikatsiyalangan bitumning adegzion xususiyatlarini o‘rganishda ham bir qancha usullardan foydalaniladi. Jumladan:

Miqdoriy usul. Miqdoriy usulga ko‘ra mineral materiallarning metil ko‘k bo‘yoqning qutb molekulalarini adsorbsiyalash qobiliyatiga asoslangan yopishqoqlikni aniqlashning miqdoriy usullarini va ikki valentli metall tuzlarining selektiv adsorbsiyasini o‘lchashning radioaktiv usulini sinab ko‘rdilar. GOST 11508-74 bo‘yicha yopishqoqlikni aniqlashning standart usuli asosida mineral material yuzasida qolgan bitum massasini gravimetrik aniqlashga asoslangan miqdoriy usul taklif qilindi.

ISSN 3030-3907

Suvda bitum-mineral massasini qaynatish. Sinov natijalari sifatida uchta parallel aniqlashning o‘rtacha arifmetik qiymati olinadi. Ageziyon indeksini X (%) miqdoriy usul yordamida hisoblash quyidagi formula yordamida amalga oshirildi:

$$X = \frac{(m_1 - m)}{0{,}6} \cdot 100\%,$$

Bu yerda m_1 qaynatilgandan keyingi bitum-mineral aralashmaning massasi, g; t - mineral materialning namunasi, g; 0,6 - bitum og‘irligi (bu usul uchun doimiy), g.

Bo‘linish paytida kuchlanish kuchini aniqlash namunani generatrix bo‘ylab ajratish uchun zarur bo‘lgan yukni belgilashdan iborat edi. Usul bilvosita yo‘l sirtining yorilish qarshiligini tavsiflaydi. Aniqlash 0 °C haroratda amalga oshirildi. Bo‘linish paytida maksimal kuchlanish kuchi Rr, MPa quyidagi formula bo‘yicha hisoblab chiqilgan:

$$R_p = \frac{P}{hd} 10^{-2},$$

Bu yerda P - sindirish yuki, N; h – namuna balandligi, sm; d – namuna diametri, sm.

Ezilgan tosh-mastikli asfalt-betonning kesishga chidamliligini baholash uchun standart silindrsimon namunalarning maksimal yuklari va tegishli cheklovchi deformatsiyalari ikkita kuchlanish-deformatsiya holatida aniqlandi: bir o‘qli siqish va Marshall siqish ostida maxsus siqish moslamalari yordamida. [5]

Marshall sxemasi bo‘yicha bir o‘qli siqish va siqish uchun sinovdan o‘tgan har bir namuna uchun Am, J ning yo‘q qilishga sarflangan ishi quyidagi formula bo‘yicha hisoblab chiqilgan:

$$A_m = \frac{Pl}{2},$$

Bu yerda P - sindirish yuki, кН; l-so‘nggi deformatsiya, mm.

Asfalt-betonning ichki ishqalanish koeffitsienti tg(φ) quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$\mathrm{tg}(\varphi) = \frac{3(A_m - A_c)}{3A_m - 2A_c},$$

Bu yerda A_m, A_c asfalt-beton namunalarini sinovdan o‘tkazishda mos ravishda Marshall sxemasi bo‘yicha va bir o‘qli siqilishda J. Kesish yopishish indeksi C, MPa, quyidagi formula bo‘yicha hisoblab chiqilgan:

$$C = \frac{1}{6}(3 - 2\mathrm{tg}(\varphi))R_c,$$

Bu yerda R_c - bir o‘qli siqilishdagi yakuniy kuch, MPa.

Keyin olingan test natijalari normativ talablar bilan solishtirildi. Biroq, o‘rganilayotgan materiallarning har tomonlama tavsifi uchun faqat GOSTga muvofiq o‘tkazilgan testlar etarli emas, shuning uchun bir qator qo‘shimcha

ISSN 3030-3907

maxsus sinovlar o‘tkazildi. Bu xususiyat asfalt-beton yo‘l qoplamalarining chidamliligini taxmin qilish imkonini berganligi sababli, yo‘l-yo‘riqlarga chidamliligi bo‘yicha tadqiqotlar olib borildi.

BITREK texnologiyasi va mutaxassislar tomonidan ishlab chiqilgan usulda bitumning barqaror bo‘lmagan tuzilmasiga kiritilib, kimyoviy bog‘lanishlar orqali uch o‘lchovli molekulyar tarmoq hosil qilinadi. Bu jarayon radikal polimerizatsiya sharoitida bitum va kauchuk yuzasida “tirik” zanjirlar hosil bo‘lishini ta’minlaydi.

Xulosa. Hozirgi kunda bitumni modifikatsiyalashda qo‘llaniladigan zamonaviy usullar ko‘plab sohalarda keng qo‘llanilmoqda. Misol uchun, elastomerlar, plastifikatorlar, polimerlar, va oltingugurt kabi moddalar bitumga qo‘shilib, uning egiluvchanligi, yuqori haroratda barqarorligi va uzoq muddat foydalanish xususiyatlarini yaxshilashga xizmat qiladi. Shuningdek, nano-zarrachalar qo‘llanilishi bitumning mexanik xususiyatlarini mustahkamlashda yuqori samaradorlikni ko‘rsatgan. Bu modifikatorlar yo‘l qoplamalarining uzoq muddatli barqarorligini ta’minlash uchun zaruriy mexanik va kimyoviy xususiyatlarni kuchaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YHATI

1. Иванов Владимир Борисович, Валиев Тагир Шарифьянович, Козлов Валерий Семенович. 2010151972. Способ получения серобитума. RU 2094427 C1, 27.10.1997. RU 2223992 C2, 20.02.2004. US 5120777 A1, 09.06.1992. RU 2163610 C2, 27.02.2001.
2. Letoffe J.-M., Champion-Lapalu L., Martin D. et al., "Analyse thermique de bitumes routiers modifiés par des polymères", Bull. Liaison Lab. Ponts Chaussées 229 (2000) 13-20.
3. Ganjian E., Khorami M., Maghsoudi A.A. Scrap-tire rubber replacement for aggregate and filler in concrete. Constr. Build. Mater. 2009, 23, 1828–1836.
4. Khosla N.P., Trogdon J.T. Use of Ground Rubber in Asphalt Paving Mixtures; Technical Report; Department of Civil Engineering, North Carolina State University: Raleigh, NC, USA, 1990. 356-358.
5. Bdour A.N., Al-Khalayleh Y.A. Innovative Application of Scrap-tire Steel Cords in Concrete Mixes. Jordan J. Civ. Eng. 2010, 4, 55–61.
6. Hesp S.A., Haijun C.M., Darren T., "Low-temperature performance testing of polymermodified asphalt concrete", Proc. 2nd Eurasphalt and Eurobitume Congress 1, Barcelona (2000) 320-326.

ISSN 3030-3907

POLIMER MAHSULOTLARIDA DEFORMATSIYA VA QOLDIQ KUCHLANISHLARNI ANIQLASH

Yusubov Abdulaziz Abdulajonovich
Toshkent davlattexnika universiteti Olmaliq filiali o‘quv bo‘limi boshlig‘i
E-mail: abdulaziz.yusupov1@tdtu.uz
Yo‘ldashev Hayrullo Hasanboy o‘g‘li
Toshkent davlattexnika universiteti Olmaliq filiali 2-bosqich tayanch doktoranti
E-mail: hayrulloh0411@gmail.com

Annotatsiya. Plastmassa buyumlarning ishlash sifatiga ularning ichki qoldiq kuchlanishlari va deformatsiya darajasi katta ta’sir ko‘rsatadi. Qolipdan chiqish paytida sovutish tezligi, geometrik murakkablik va materialning termal xususiyatlari natijasida qoldiq kuchlanishlar paydo bo‘ladi. Ushbu maqolada plastmassa buyumlarda deformatsiya va qoldiq kuchlanishlarni tahlil qilishning nazariy va sonli usullari ko‘rib chiqiladi. Hisoblashlar SolidWorks Simulation va ANSYS dasturlari yordamida amalga oshiriladi.

Kalit so‘zlar: polimer mahsulotlari, deformatsiya, qoldiq kuchlanishlar, mexanik xususiyatlar, tahlil usullari, termik ta’sir, elastiklik chegarasi, plastik deformatsiya.

Аннотация. На эксплуатационные качества пластиковых изделий значительное влияние оказывают их внутренние остаточные напряжения и степень деформации. Остаточные напряжения возникают в процессе охлаждения при извлечении из формы в результате скорости охлаждения, геометрической сложности и термических свойств материала. В данной статье рассматриваются теоретические и численные методы анализа деформации и остаточных напряжений в пластиковых изделиях. Расчёты выполняются с использованием программ SolidWorks Simulation и ANSYS.

Ключевые слова: полимерные изделия, деформация, остаточные напряжения, механические свойства, методы анализа, термическое воздействие, предел упругости, пластическая деформация.

Annotation. The operational quality of plastic products is significantly influenced by their internal residual stresses and degree of deformation. Residual stresses arise during the cooling process as the part is removed from the mold, due to cooling rate, geometric complexity, and the thermal properties of the material. This article examines theoretical and numerical methods for analyzing deformation and residual stresses in plastic products. The simulations are carried out using SolidWorks Simulation and ANSYS software.

Keywords: polymer products, deformation, residual stresses, mechanical properties, analysis methods, thermal effect, elastic limit, plastic deformation.

1. Kirish

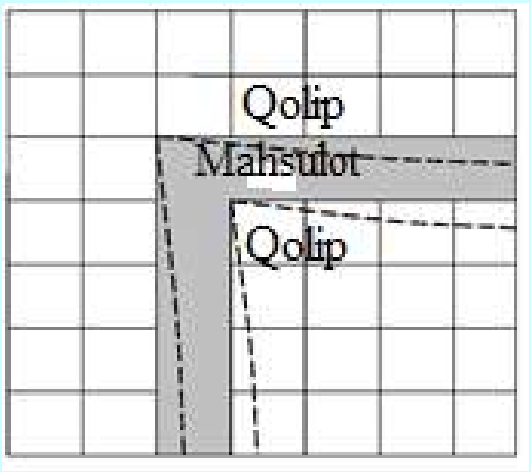
ISSN 3030-3907

Deformatsiya kirishishning disbalansi detalning mexanik mustahkamligidan ortiq bo‘lganda vujudga keladi.Agar kirishish **anizotrop** bo‘lsa — bu bosim ostida quyish (in’eksiya) yo‘li bilan tayyorlangan barcha detallar uchun xosdir. Biroq, agar u struktura mustahkamligini yemirish uchun yetarlicha kuchli bo‘lmasa, natijada **qoldiq kuchlanishlar** hosil bo‘ladi. Bu kuchlanishlar detalning muddatidan oldin yemirilishiga yoki vaqt o‘tishi bilan zaiflashishiga sabab bo‘lishi mumkin. Hajmiy va chiziqli kirishishlar jarayonning turli-tuman parametrlariga bog‘liq bo‘ladi.

Ularning orasida **issiqlikning detal qalinligi va maydoni bo‘ylab taqsimlanishi** eng muhim omil hisoblanadi. Oldingi bo‘limda hajmiy va chiziqli kirishish natijasida yuzaga keladigan kuchlanishlarning asosiy hodisalari ko‘rib chiqildi. Harorat muvozanatlashmagan holda taqsimlanganda bu kirishishlarning ta’siri ikki xil sabab bilan yuzaga kelishi mumkin:

1. Haroratning detal qalinligi bo‘ylab turlicha taqsimlanishi;
2. Haroratning detal maydoni bo‘ylab turlicha taqsimlanishi.

Detalning qalinligi bo‘ylab **harorat gradiyentlari** qarama-qarshi yuzalarning sovish tezliklari turlicha bo‘lishi tufayli vujudga keladi. Bu farq sovuq tomonda yuqori bosim ostida qalinroq qotgan qatlam hosil bo‘lishiga olib keladi. Natijada, bu qatlam issiqroq tomonga nisbatan deformatsion kuchlar hosil qiladi va sof **bukuvchi moment** paydo bo‘ladi. Boshqa bir misol — **burchaklarning g‘ijimlanishi** (1-rasmga qarang).Ichki burchakning sovishi qiyin kechadi va qalinlikning mahalliy ortishi tufayli o‘tkir burchak sohasida detalning boshqa qismlariga nisbatan ko‘proq chiziqli kirishish kuzatiladi. Natijada kichikroq burchak hosil bo‘ladi. O‘tkir burchakni **radius** bilan almashtirish orqali bu kirishishni kamaytirish mumkin.



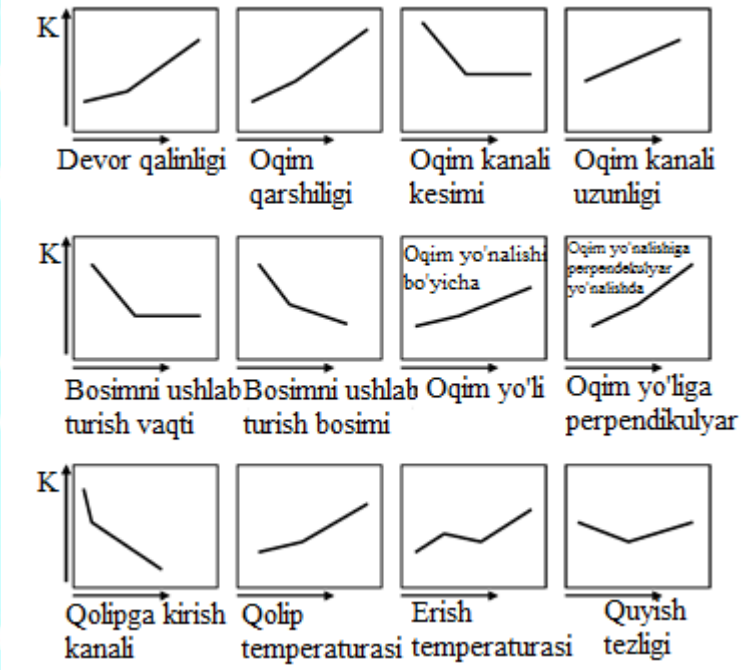
1-rasm. Burchakning ichki tomonidagi yomon sovish. Detalning deformatsiyaga tortilgan geometriyasi punktir chiziq bilan ko‘rsatilgan.

Turli zonalarda kirishish qolip devorlarining qalinligi, qurshab turuvchi bosim yoki haroratdagi farqlar bilan bog‘liq bo‘ladi. Yupqaroq uchastkalar, agar

ISSN 3030-3907

sovish tezligi doimiy bo‘lsa, qalin uchastkalarga nisbatan tezroq qotadi. Yupqa kesimda qotgan qatlam qalinlikning qalin kesimga qaraganda kattaroq qismini tashkil etadi. Shundan kelib chiqib, yuqori bosim ostida yupqa joylar avval qotadi va bu **kamroq kirishishga** olib keladi. Qolip devorlarining haroratlaridagi farqlar ham xuddi shunday ta’sir ko‘rsatadi: Sovuqroq uchastkalar issiqroq zonalardan issiqlikni tortib oladi va ular yuqori bosim ostida birinchi bo‘lib qotadi, bu esa issiqroq uchastkalarga qaraganda kamroq kirishish hosil qiladi.

G‘ijimlanishga bundan tashqari jarayonni shakllantirishdagi o‘zgarishlar, ya’ni press-qolip materiali va konstruksiyasidagi farqlar ham ta’sir ko‘rsatadi. Qoliplashning turli parametrlariga bog‘liq kirishish orasidagi asosiy bog‘liqlik **2-rasmda** keltirilgan.



2-rasm. Kirishish va bosim ostida quyishni parametrlari o‘rtasidagi bog‘lanish.

Plastmassa quyish jarayoni yuqori ishlab chiqarish samaradorligi bilan ajralib turadi, biroq unda issiqlik va mexanik jarayonlarning nomutanosibligi tufayli **qoldiq kuchlanishlar (σ_r)** hosil bo‘ladi.

Bu kuchlanishlar quyidagi salbiy oqibatlarga olib keladi:

- Detalning o‘lchamli aniqligi buziladi;
- Deformatsiya (warpage) yuzaga keladi;
- Mexanik mustahkamlik kamayadi.

Shuning uchun plastmassa detallarni loyihalashda issiqlik tarqalishi, sovutish tezligi va materialning elastik-parametrik xususiyatlarini chuqur o‘rganish zarur.

Asosiy fizik model

ISSN 3030-3907

Qoldiq kuchlanishlarning hosil bo‘lishi termal va mexanik deformatsiyaning birgalikda kechishiga asoslanadi.

Umumiy holatda deformatsiya tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\varepsilon_{ij} = \varepsilon_{ij}^{el} + \varepsilon_{ij}^{pl} + \varepsilon_{ij}^{th}$$

bu yerda:

- ε_{ij}^{el} — elastik deformatsiya,
- ε_{ij}^{pl} — plastik deformatsiya,
- ε_{ij}^{th} — issiqlik ta’siridan hosil bo‘lgan deformatsiya.

Issiqlik deformatsiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\varepsilon_{ij}^{th} = \alpha(T - T_0)$$

bu yerda:

- α — termik kengayish koeffitsienti,
- T— joriy harorat,
- T_0— dastlabki harorat.

Qoldiq kuchlanish esa Hook qonuni asosida:

$$\sigma_{ij} = E(\varepsilon_{ij} - \varepsilon_{ij}^{th})$$

bu yerda EEE — Young moduli (modul elastiklik).

3. Modellashtirish usuli

Tadqiqot quyidagi bosqichlarda olib boriladi:

- **Model yaratish:** 3D plastmassa detal SolidWorks yoki ANSYS’da yaratiladi.
- **Material parametrlari kiritiladi:**
- Polipropilen (PP): $E = 1.6 \times 10^9\ Pa$, $\alpha = 1.2 \times 10^{-4} 1/℃$
- Polikarbonat (PC): $E = 2.3 \times 10^9\ Pa$, $\alpha = 6.5 \times 10^{-5} 1/℃$
- **Sovutish shartlari:** qolip harorati 20°C, quyish harorati 230°C.

Chegaraviy shartlar: qolip devorlarida issiqlik o‘tkazuvchanlik $k = \frac{0.33W}{m \cdot K}$4.

- Hisoblash natijalari
- Model asosida olingan natijalar quyidagicha:

Material	Maksimal deformatsiya (mm)	Qoldiq kuchlanish $\sigma_r\ (MPa)$	Harorat farqi $\Delta T\ (°C)$
Polipropilen (PP)	0.42	8.3	52
Polikarbonat (PC)	0.31	6.7	49

Diagrammalardan ko‘rinadiki, sovutish notekisligi deformatsiya miqdoriga bevosita ta’sir qiladi. 3D issiqlik xaritalarida markaziy sohalarda harorat yuqori bo‘lib, bu joylarda eng katta qoldiq kuchlanish hosil bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

5. Natijalarni tahlil qilish

Analiz shuni ko‘rsatdiki:

- Deformatsiya darajasi sovutish kanallarining joylashuviga bog‘liq;
- Qolip materiali issiqlikni tez uzatsa, qoldiq kuchlanish kamayadi;
- Termoplastik materiallarda sovutish tezligini optimallashtirish orqali warpage 30% gacha kamayadi.

Issiqlik oqimini to‘g‘ri yo‘naltirish uchun **konformal sovutish tizimlari** qo‘llanilishi tavsiya etiladi.

6. Xulosa

1.Qoldiq kuchlanish plastmassa buyumlarda deformatsiya va o‘lchamli noaniqliklarga sabab bo‘ladi.

2.Termal tahlil va mexanik modellashtirish asosida bu kuchlanishlarni oldindan prognoz qilish mumkin.

3.SolidWorks yoki ANSYS yordamida 3D issiqlik tahlili o‘tkazish – optimal sovutish tizimini tanlash imkonini beradi.

4.Konformal sovutish kanallari qoldiq kuchlanishlarni kamaytirishning eng samarali usuli hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **Raximov, A. A., & Sattorov, M. Sh. (2020).** *Plastmassalarni qayta ishlash texnologiyasi.* Toshkent: TTYMI nashriyoti. Plastmassa quyish, sovutish va qoliplash jarayonlarining texnologik asoslari haqida.

2. **Usmonov, B. S., & Jo‘rayev, I. M. (2019).** *Mashinasozlik texnologiyasi asoslari.* Toshkent: “Fan va texnologiya” nashriyoti.-Qolip materiallari, sovutish tizimlari va issiqlik jarayonlari bo‘yicha amaliy yondashuv.

3. **Toshpo‘latov, D. A. (2018).** *Texnologik jarayonlarni modellashtirish.* Toshkent: “Muhandis” nashriyoti.— Raqamli modellashtirish va optimallashtirish usullarining nazariy asoslari.

4. **Raxmonov, S. N. (2021).** *Issiqlik texnikasi va sovutish tizimlari.* Toshkent: TDPU nashriyoti.— Issiqlik almashinuvi, tabiiy konveksiya va sovutish samaradorligi masalalari bayon etilgan.

5. Gao, R., & Zhang, Y. (2020). *Thermal optimization of injection mold cooling systems using CFD and design of experiments. International Journal of Heat and Mass Transfer*, 153, 119578.— Qolip sovutish tizimlarini CFD yordamida issiqlik oqimi nuqtai nazaridan optimallashtirish.

6. Kazmer, D. O. (2016). *Injection Mold Design Engineering. Carl Hanser Verlag, Munich.*— Qolip dizayni, sovutish tizimlari va issiqlik muvozanatini hisoblash bo‘yicha darslik.

7. Bejan, A. (2013). *Convection Heat Transfer (4th Edition). John Wiley & Sons.*— Tabiiy konveksiya va issiqlik almashinuvining nazariy asoslari keltirilgan manba.

ISSN 3030-3907

8. Yusupov A.A., Yo‘ldashev X.X. Kompozitsion materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali Murakkab shakldagi plastik detallarni ishlab chiqarishda qolipining sovutish samaradorligini oshirish.
9. Yusupov A.A., Yo‘ldashev X.X., Jo‘raqulov I.Ch. Mashinasozlikda materialshunoslik, payvandlab ishlab chiqarish, materiallar olish va ishlov berishning innovatsion texnologiyalarining dolzarb muammolari-2024 Murakkab shakldagi plastik detallarni ishlab chiqishda sovutish jarayonini matematik modellashtirish 513
10. Yusupov A.A., Yo‘ldashev X.X. mashinasozlikda materialshunoslik, payvandlab ishlab chiqarish, materiallar olish va ishlov berishning innovatsion texnologiyalarining dolzarb muammolari-2024 Murakkab shakldagi plastik detallarni ishlab chiqishda sovutish kanallarining ahamiyati.

ISSN 3030-3907

QOLIPLARNI SOVUTISHNI OPTIMALLASHTIRISHNING TABIIY USLUBLARI

Yusubov Abdulaziz Abdulajonovich
Toshkent davlattexnika universiteti Olmaliq filiali o‘quv bo‘limi boshlig‘i
E-mail: abdulaziz.yusupov1@tdtu.uz
Yo‘ldashev Hayrullo Hasanboy o‘g‘li
Toshkent davlattexnika universiteti Olmaliq filiali 2-bosqich tayanch doktoranti
E-mail: hayrulloh0411@gmail.com

Annotatsiya. Zamonaviy plastmassa ishlab chiqarish texnologiyalarida qolipni sovutish jarayoni umumiy sikl vaqtining 60–70 foizini tashkil etadi va tayyor mahsulot sifatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Sovutish tizimini takomillashtirish energiya sarfini kamaytirish, issiqlik barqarorligini saqlash va mahsulot deformatsiyasini oldini olishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu maqolada qoliplarni sovutishni tabiiy (passiv) usullar yordamida optimallashtirish masalasi ko‘rib chiqiladi. Tabiiy sovutish usullariga yuqori issiqlik o‘tkazuvchan materiallardan foydalanish, konformal sovutish kanallarini qo‘llash, termal massani oshirish, issiqlik o‘tkazuvchi qoplamalar bilan ishlash hamda tabiiy havo konveksiyasidan foydalanish kiradi. Tadqiqotda issiqlik almashinuvi jarayoni Fourier va Newton qonunlari asosida tahlil qilinib, har bir tabiiy sovutish usulining afzalliklari va cheklovlari ilmiy jihatdan asoslab berilgan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, tabiiy sovutish usullaridan kompleks foydalanish sovutish vaqtini 15–25% ga qisqartiradi va energiya samaradorligini oshiradi.

Kalit so‘zlar: qolip sovutish, sovutish tizimi, optimallashtirish usullari, issiqlik almashinuvi, tabiiy sovutish, termal samaradorlik, polimer qoliplash, sovutish jarayoni, energiya tejamkorlik.

Аннотация. В современных технологиях производства пластмасс процесс охлаждения формы составляет 60–70% общего времени цикла и оказывает прямое влияние на качество готовой продукции. Совершенствование системы охлаждения имеет важное значение для снижения энергопотребления, поддержания тепловой стабильности и предотвращения деформации изделий. В данной статье рассматривается вопрос оптимизации охлаждения форм с использованием естественных (пассивных) методов. К естественным методам охлаждения относятся использование материалов с высокой теплопроводностью, применение конформных охлаждающих каналов, увеличение тепловой массы, использование теплопроводных покрытий и естественной воздушной конвекции. В исследовании процесс теплообмена проанализирован на основе законов Фурье и Ньютона, а преимущества и ограничения каждого естественного метода охлаждения научно обоснованы. Результаты показывают, что комплексное использование естественных методов охлаждения позволяет сократить время охлаждения на 15–25% и повысить энергетическую эффективность.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: охлаждение формы, система охлаждения, методы оптимизации, теплообмен, естественное охлаждение, тепловая эффективность, литьё полимеров, процесс охлаждения, энергосбережение.

Annotation. In modern plastic manufacturing technologies, the mold cooling process accounts for 60–70% of the total cycle time and directly affects the quality of the final product. Improving the cooling system plays a crucial role in reducing energy consumption, maintaining thermal stability, and preventing product deformation. This article examines the issue of optimizing mold cooling using natural (passive) methods. Natural cooling methods include the use of high thermal conductivity materials, application of conformal cooling channels, increasing thermal mass, working with thermally conductive coatings, and utilizing natural air convection. The study analyzes the heat exchange process based on Fourier's and Newton's laws, and scientifically substantiates the advantages and limitations of each natural cooling method. The results show that the integrated use of natural cooling methods can reduce cooling time by 15–25% and improve energy efficiency.

Keywords: mold cooling, cooling system, optimization methods, heat exchange, natural cooling, thermal efficiency, polymer molding, cooling process, energy saving.

1. Kirish

Qolipdan chiqqan plastmassa detallar sifatini belgilovchi eng muhim omillardan biri — sovutish jarayonidir. Sovutish bosqichi sikl vaqtining 60–70 % qismini tashkil etadi va mahsulotning o‘lcham aniqligi, deformatsiyasi hamda ichki kuchlanishlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Sovutish tizimini tabiiy (passiv) usullar bilan optimallashtirish energiya tejamkor va ekologik jihatdan samarali yechimdir.

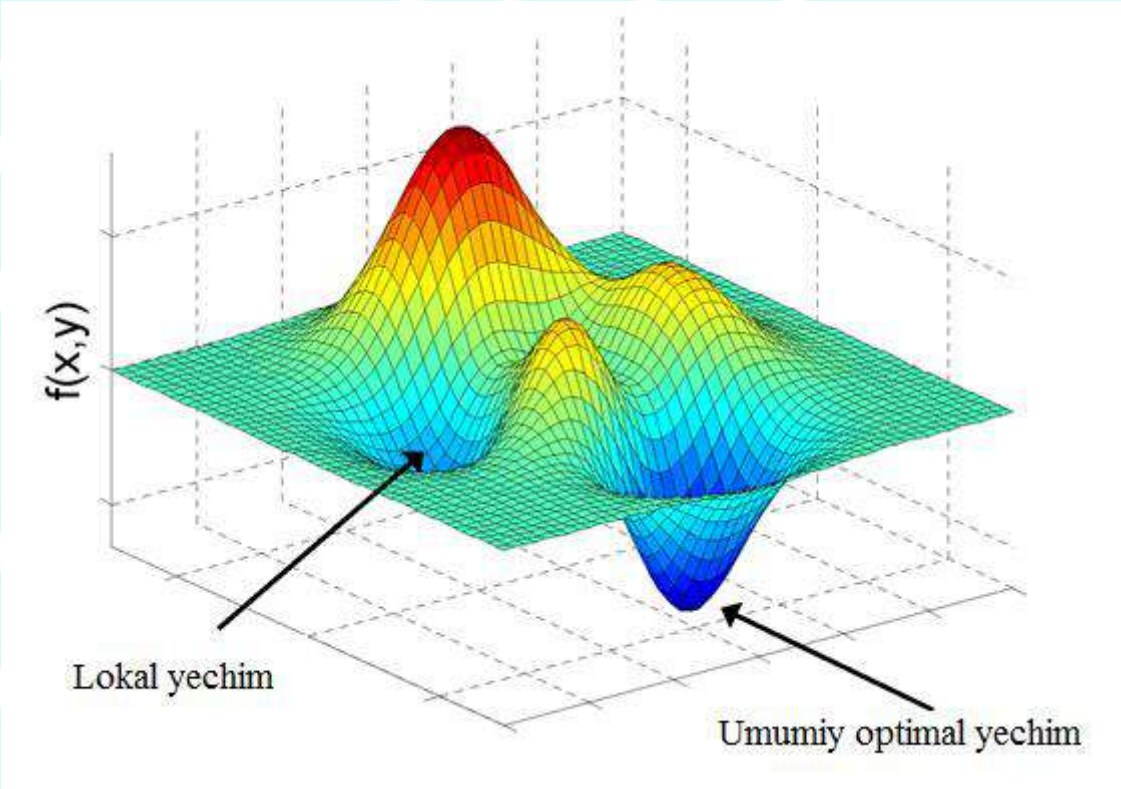
2. Tabiiy sovutishning nazariy asoslari

Tabiiy sovutish deganda issiqlik almashinuvining tashqi nasoslar, kompressorlar yoki suv aylantiruvchi tizimlarsiz, faqat issiqlik o‘tkazuvchanlik, konveksiya va nurlanish orqali amalga oshishi tushuniladi. Bu usulda sovutish tizimi tabiiy havo oqimi, issiqlik so‘ruvchi materiallar yoki issiqlik tarqatuvchi shakllar yordamida takomillashtiriladi. Matematik jihatdan **umumiy optimal yechim** x_g_ nuqta sifatida aniqlanadi, u uchun barcha mumkin bo‘lgan x lar orasida

$$f(x_g) \leq f(x) \quad \text{bo‘ladi.}$$

Bir nechta **local yechim** (local optimum) ga ega bo‘lgan funksiyaga misol 1-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



1-rasm Lokal yechim va umumiy optimal yechimlarga ega bo‘lgan ikki o‘lchamli funksiya.

Avval aytib o‘tilganidek, klassik optimallashtirish uslublari asosan tanlangan boshlang‘ich loyihaga bog‘liq ravishda **mahalliy minimum**ga tayanadi.

Boshqa tomondan, **tabiiy tanlanish uslublari** statistik usullardan foydalanish orqali butun loyihalash sohasida **intellektual qidiruvga** asoslanadi. Odatda yangi loyihalash nuqtasi mavjud nuqtalarga nisbatan **operatorlarni qo‘llash** va **eng yaxshi loyihalash nuqtasiga qarab statistik harakatlanish** orqali yaratiladi. Nomidan ko‘rinib turibdiki, bu uslublar tabiatdagi muvaffaqiyatli jarayonlarni aks ettiradi. **Gradientlarni hisoblash talab qilinmagani** sababli, bu usullar **diskret o‘zgaruvchilar** va **uzluksiz bo‘lmagan maqsad funksiyalarini** ham oson qayta ishlay oladi.Eng ko‘p qo‘llaniladigan algoritmlardan biri — **Genetik algoritm (GA)** bo‘lib, u 1975 yilda **Holland** tomonidan taklif qilingan. Bu usul optimallarni topishda tabiiy fanlar va **genetika**da qo‘llaniladigan jarayonlarga o‘xshash mexanizmlardan foydalanadi. Tabiatdagi hodisalarni imitatsiya qiluvchi boshqa usullar quyidagilardir:

- **Zarralar to‘dasini optimallashtirish (PSO — Particle Swarm Optimization)**
- **Chumolilar koloniyasini optimallashtirish (ACO — Ant Colony Optimization)**
- **Kuydirishni imitatsiya qilish (SA — Simulated Annealing)**

SA (Simulated Annealing) usuli 1980-yillarning o‘rtalarida **Kirkpatrick** va hammualliflari tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, u **metallni kuydirish jarayonida minimal energetik holatni topish**ni modellashtirishni taqdim etadi.

ISSN 3030-3907

Jarayon moddaning **erish nuqtasidan yuqori haroratgacha qizdirilishi**dan boshlanadi, so‘ngra u **kristall panjara hosil qilish** bilan asta-sekin sovutiladi. Materialdagi atomlar yuqori haroratda yuqori energiya darajasiga ega bo‘ladi, biroq material sovitilganda atomlarning harakatlanish qobiliyati kamayadi. Agar sovitish tezligi juda yuqori bo‘lsa, **amorf qismlar** vujudga kelishi natijasida **kristall panjarada nuqsonlar** hosil bo‘ladi va energetik holat kristall uchun optimal bo‘lgan qiymatdan yuqoriroq bo‘ladi. **Optimal energetik holat** muammoning **optimal yechimi** sifatida qaraladi, haroratning pasayishi esa **mahalliy amalga oshirilgan optimallashtirish** jarayoniga o‘xshash tarzda sodir bo‘ladi. Optimallashtirish **iteratsiyalar ketma-ketligi** orqali ifodalanadi, va har bir iteratsiyada **maqsad funksiyasi** loyihaviy o‘zgaruvchilarni **tasodifiy o‘zgartirish** yo‘li bilan hisoblanadi. Agar maqsad funksiyasining qiymati kamayib borayotgan bo‘lsa, eski o‘zgaruvchilar to‘plami yangisi bilan almashtiriladi; ammo agar maqsad funksiyasining qiymati ortayotgan bo‘lsa, yangi o‘zgaruvchilar to‘plamini **qabul qilish yoki rad etish** mumkin.

Yangi to‘plamni qabul qilish ehtimoli **Boltzmann taqsimotining ehtimollik zichligi funksiyasi** qiymatiga asoslanadi. SA algoritmining aynan shu xususiyati unga **mahalliy minimumlardan chiqish imkonini** beradi.

3. Asosiy tabiiy sovutish usullari

1. Termal o‘tkazuvchan materiallardan foydalanish — Qolip devorlarini yuqori issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega materiallardan tayyorlash sovutish jarayonini sezilarli tezlashtiradi (masalan, mis, alyuminiy, grafit kompozitlar).

2. Konformal sovutish shakllari — Qolip sirtiga parallel joylashtirilgan konformal sovutish kanallari issiqlikni bir tekis tarqatadi va tabiiy issiqlik oqimini kuchaytiradi.

3. Termal massani oshirish — Qolipning ayrim zonalarida issiqlik sig‘imi katta materiallardan foydalanish harorat tebranishlarini kamaytiradi va issiqlik muvozanatini tabiiy yo‘l bilan barqarorlashtiradi.

4. Issiqlik o‘tkazuvchi qoplamalar — Qolip yuzasiga issiqlikni tez o‘tkazuvchi mis, grafit yoki nitrit qoplamalar surtiladi.

5. Tabiiy havo konveksiyasi — Qolipning tashqi sirtida havo aylanishi uchun maxsus kanallar ochiladi, bu issiq havo ko‘tarilishi va sovuq havo kirishi hisobiga tabiiy sovutish oqimini hosil qiladi.

4. Hisoblash asoslari

Tabiiy sovutish samaradorligini baholash uchun Fourier va Newton qonunlari qo‘llaniladi:

$$q = -\lambda\,(dT/dx) \quad (1)$$

$$q = h\,(Ts - Tc) \quad (2)$$

ISSN 3030-3907

Bu yerda:

λ — issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti $(W/m \cdot K)$, h — issiqlik berish koeffitsienti (W/m^2K), T_s va T_c — sirt va sovutuvchi muhit haroratlari. Tabiiy sovutish tizimlarida h qiymati kichik bo‘lishiga qaramay, u barqaror va bir tekis taqsimlanadi.

5. Natijalar va xulosa

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, tabiiy sovutish tizimlari energiya tejamkorlikni 15–25% ga oshiradi, sovutish vaqtini qisqartiradi va mahsulotning deformatsiya darajasini kamaytiradi. Yuqori issiqlik o‘tkazuvchan materiallardan, konformal sovutish shakllaridan hamda tabiiy konveksiya tamoyillaridan birgalikda foydalanish eng yaxshi natija beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Raximov, A. A., & Sattorov, M. Sh. (2020). *Plastmassalarni qayta ishlash texnologiyasi.* Toshkent: TTYMI nashriyoti. Plastmassa quyish, sovutish va qoliplash jarayonlarining texnologik asoslari haqida.

2. Usmonov, B. S., & Jo‘rayev, I. M. (2019). *Mashinasozlik texnologiyasi asoslari.* Toshkent: “Fan va texnologiya” nashriyoti.-Qolip materiallari, sovutish tizimlari va issiqlik jarayonlari bo‘yicha amaliy yondashuv.

3. Toshpo‘latov, D. A. (2018). *Texnologik jarayonlarni modellashtirish.* Toshkent: “Muhandis” nashriyoti.— Raqamli modellashtirish va optimallashtirish usullarining nazariy asoslari.

4. Raxmonov, S. N. (2021). *Issiqlik texnikasi va sovutish tizimlari.* Toshkent: TDPU nashriyoti.— Issiqlik almashinuvi, tabiiy konveksiya va sovutish samaradorligi masalalari bayon etilgan.

5. G‘ulomov, A. T. (2017). *Kompyuter yordamida muhandislik tahlili (CAE tizimlari).* Toshkent: “Innovatsiya” nashriyoti.— SolidWorks, ANSYS va boshqa CAE tizimlarida issiqlik tahlilini amalga oshirish bo‘yicha amaliy qo‘llanma.

6. Xu, G., & Wang, G. (2015). *Optimization design of conformal cooling channels in injection molds based on numerical simulation. Applied Thermal Engineering*, 87, 398–408.— Konformal sovutish kanallarining issiqlik samaradorligini raqamli modellashtirish orqali tahlil qiladi.

7. Li, H., Zhao, G., & Liu, X. (2018). *Analysis of temperature field and cooling time in injection molding process. Polymers*, 10(9), 1047.— Qolip ichidagi issiqlik oqimi va sovutish vaqtining optimallashtirilishini ko‘rsatadi.

8. Yusupov A.A., Yo‘ldashev X.X. Kompozitsion materiallar Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali Murakkab shakldagi plastik detallarni ishlab chiqarishda qolipining sovutish samaradorligini oshirish.

9. Yusupov A.A., Yo‘ldashev X.X., Jo‘raqulov I.Ch. Mashinasozlikda materialshunoslik, payvandlab ishlab chiqarish, materiallar olish va ishlov

ISSN 3030-3907

berishning innovatsion texnologiyalarining dolzarb muammolari-2024 Murakkab shakldagi plastik detallarni ishlab chiqishda sovutish jarayonini matematik modellashtirish 513

10. Yusupov A.A., Yo‘ldashev X.X. mashinasozlikda materialshunoslik, payvandlab ishlab chiqarish, materiallar olish va ishlov berishning innovatsion texnologiyalarining dolzarb muammolari-2024 Murakkab shakldagi plastik detallarni ishlab chiqishda sovutish kanallarining ahamiyati.

ISSN 3030-3907

ҚИЯ ҚОЗИҚЧАЛАРИ БЎЛГАН БАРАБАН ДИАМЕТРИНИ АНИҚЛАШ БЎЙИЧА ХИСОБ СХЕМАСИ ВА МАТЕМАТИК МОДЕЛИ

Аббазов Илхом Запирович
Жиззах политехника институти, т.ф.ф.д. доцент
Новрузов Собиржон Отақул ўғли
Жиззах политехника институти, ассистент.
Унғаров Жаҳонгирбек Йўлдош ўғли
Жиззах политехника институти, ассистент

Аннотация: Ушбу мақолада пахтани майда ифлосликлардан тозалагич барабани сиртига қия қилиб ўрнатилган қозиқча сиртидаги толали чигит билан ҳосил қилган ишқаланиш кучини аниқлаш формуласи олинган. Сонли ечим асосида қурилган боғланиш графиклари таҳлилига кўра қозиқли барабан параметрларини тавсия қийматлари аниқланган.

Калит сўзлар: пахта хомашёси, толали чигит, барабан, қозиқ, қия, бурчак тезлик, ишқаланиш кучи, оғиш бурчаги, масса, майда чиқиндилар, боғланиш кучи.

Annotation: In this article, the formula for determining the friction force that a cotton cleaner from small impurities forms with a fibrous lump on the pile surface, which is fixed obliquely to the surface of the drum. According to the analysis of connection graphs built on the basis of a numerical solution, the recommended values of the parameters of the pile Drum have been determined.

Keywords: cotton raw material, fiber nut, drum, pile, slant, angle speed, friction force, deviation angle, mass, fine waste, bonding force.

Аннотация: в данной статье приведена формула для определения силы трения, которую образует средство для очистки хлопка от мелких загрязнений с волокнистым комком на поверхности ворса, который закреплен наклонно к поверхности барабана. По результатам анализа графиков соединений, построенных на основе численного решения, были определены рекомендуемые значения параметров свайного барабана.

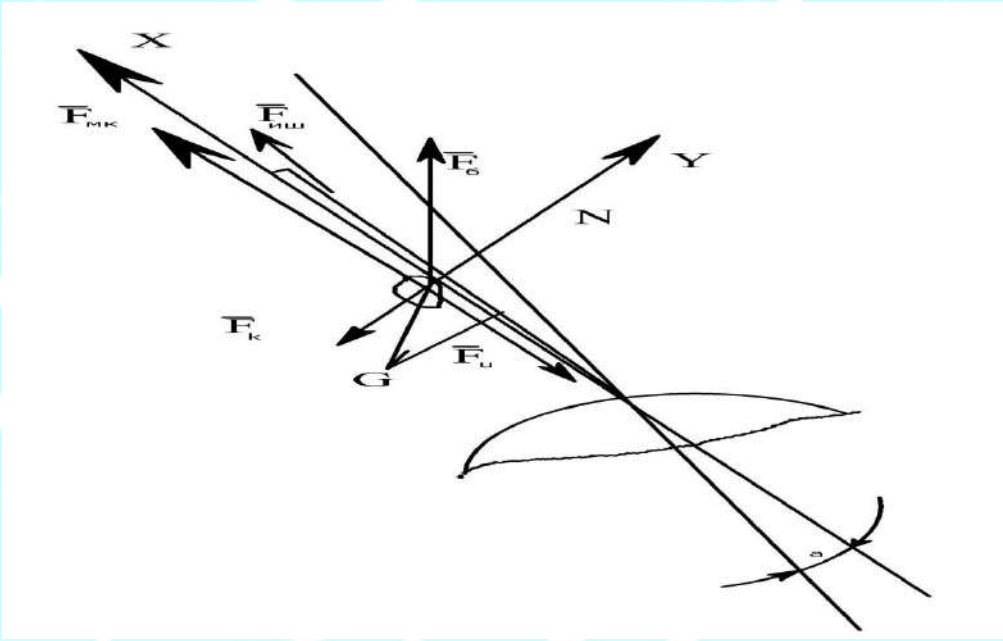
Ключевые слова: хлопковое сырье, волокнистый орех, барабан, ворс, скос, угловая скорость, сила трения, угол отклонения, масса, мелкодисперсные отходы, сила сцепления.

Кириш

Қозиқчали барабан диаметри қанча катта бўлса, толали чигитни ажратиб олишдаги қозиқча чизиқли тезлиги шунча катта бўлади. Бунда қозиқчалар пахта бўлаги билан таъсирлашиб тола ва чигитни шикастланишини кўпайтириб юбориши мумкин. Чизиқли тезлик кичик бўлса толали чигитни ажратиб олиш имконияти камаяди. Шунинг учун мақбул

ISSN 3030-3907

чизиқли тезликни аниқлаш учун унга мос бўлган қозиқчали барабан диаметрини аниқлаш муҳим ҳисобланади. Бунда шуни таъкидлаш жоизки, барабан диаметрини катта бўлиши унинг массасини ортишига, шу асосда сарф қувватини кўпайишига олиб келади [1]. Демак, қия жойлашган қозиқча илиб олган толали чигитни ўзи билан олиб кетиши учун барабан диаметри етарли даражада бўлиши талаб этилади.



2.5-расм. Пахтани майда ифлосликлардан тозалагич барабани қия қозиқчаси сиртидаги толали чигитни мувозанат холати ҳисоб схемаси.

Хисоб схемасига (2.5-расм) асосан қия қозиқча сиртидаги толали чигитни мувозанат шартини олиб, координата ўқларига кучларнинг проекцияларини олиб [2] га асосан қуйидаги дифференсиал тенгламалар системасини ёзишимиз мумкин:

$$m_n\ddot{x} = -m_n g\sin(\alpha+\alpha_1) + F_{ishq} + \frac{G}{2g}\omega^2 D\cos\alpha + F_\delta\cos(\alpha+\beta) + F_{nor}\cos\gamma$$

$$m_n\ddot{y} = -m_n g\cos(\alpha+\alpha_1) + N + \frac{G}{2g}\omega^2 D\sin\alpha + F_\delta\sin(\alpha+\beta) - F_{nor}\sin\gamma \qquad (2.3)$$

бу ерда: N -реакция кучи;

γ -кориолис кучини жойлашиш бурчаги $\gamma = \frac{\pi}{2}$;

Мос равишда [3] га асосан ишқаланиш кучи:

$$F_{ishq} = fN \qquad (2.4)$$

Бу ерда: f -толали чигит ва қозиқча сирти орасидаги ишқаланиш кучи коэффиценти.

Таъкидлаш лозимки, толали чигит қия жойлашган қозиқча сиртида x -ўқи бойлаб ҳаракат қилади лекин, толали чигит y -ўқи бойича ҳаракат

ISSN 3030-3907

қилмайди. Шунинг учун (2.4) системанинг иккинчи тенгламасини қуйидагича ёзиб олиш мумкин:

$$N = m_n g\cos(\alpha+\alpha_1) - \frac{G}{2g}\omega^2 D\sin\alpha - F_\delta \sin(\alpha+\beta) + F_{nor} \qquad (2.5)$$

Олинган (2.5) ва (2.4) ни инобатга олиб (2.3) системанинг биринчи тенгламасига қўйиб қуйидаги тенглама ҳосил қилинди:

$$m_n\ddot{x} = m_n g\left[\cos(\alpha+\alpha_1) - f\sin(\alpha+\alpha_1)\right] + \frac{G}{2g}\omega^2 D(\cos\alpha - f\sin\alpha) + F_\delta\left[\cos(\alpha+\beta) - f\sin(\alpha+\beta)\right] + 2f\dot{x}\omega m_n \qquad (2.6)$$

Қия қозиқча илиб олган толали чигитни ўзи билан олиб кетишида қўшни пахта бўлакларидан ажратиб олиш учун $x = 0$ тенг бўлиши керак, акс ҳолда толали чигит x ўқи бойлаб ҳаракатланиб қозиқча сиртидан чиқиб кетади ва қўшни пахта бўлаклари билан бирга қолади [4]. Шунинг учун ушбу ҳолатни инобатга олиб (2.6) тенгламадан қозиқчали барабан ташқи диаметрини (қозиқчалар учи бойлаб) аниқлаш ифодасини ҳосил қиламиз:

$$D \le \frac{m_n g\left[f\sin(\alpha+\alpha_1) - \cos(\alpha+\alpha_1)\right] - F_\delta\left[\cos(\alpha+\beta) - f\sin(\alpha+\beta)\right]}{\frac{G}{2g}\omega^2(\cos\alpha - f\sin\alpha)} \qquad (2.7)$$

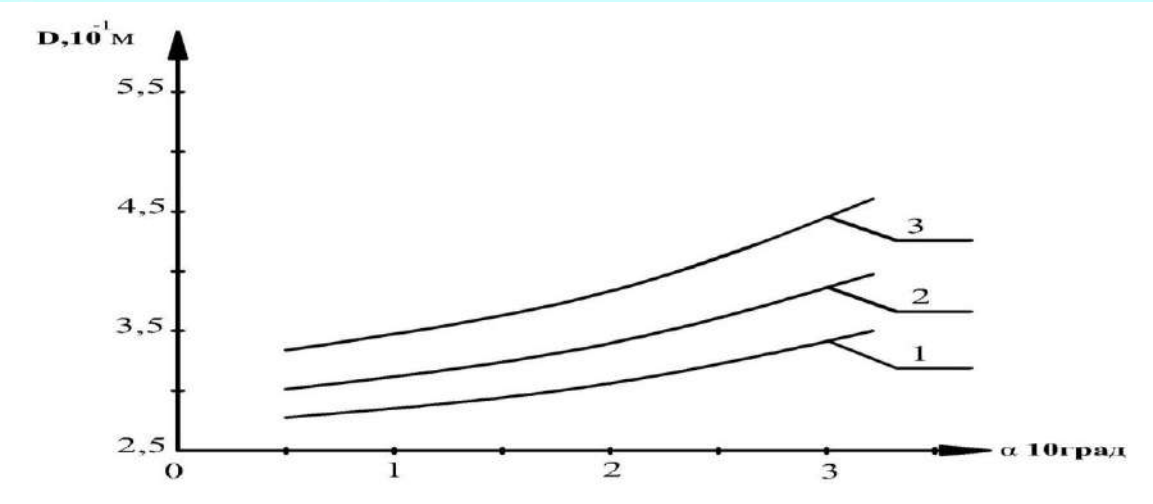
Масалани сонли ечими ва натижалар таҳлили

Масалани сонли ечими параметрларини қуйидаги бошланғич ҳисоб қийматларида амалга оширилди:

$m_n = (0{,}25 \div 0{,}07)*10^{-3}$кг; g = 9,8 м/с^2; $\alpha = (5^\circ \div 20^\circ)$; $\alpha_1 = (25^\circ \div 35^\circ)$; $\omega = (40 \div 45)$ с$^{-1}$;

$\beta = (10^\circ \div 25^\circ)$; $F_\delta = (0{,}8 \div 1{,}5)$ Н; $f = (0{,}2 \div 0{,}4)$;

Олинган (2.7) ифодани сонли ечимини амалга ошириш натижасида система параметрларини ўзаро боғланиш қонуниятлари аниқланди.

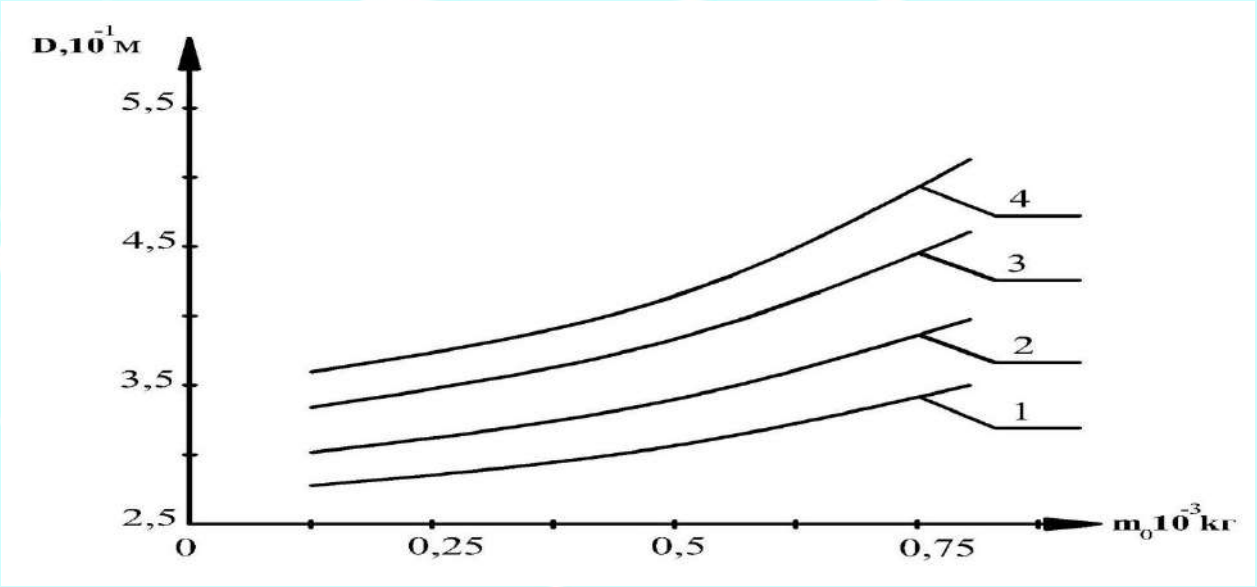


1- $f = 0{,}25$**; 2-** $f = 0{,}3$**; 3-** $f = 0{,}35$**;**

2.6-расм. Пахтани майда ифлосликлардан тозалагич қия жойлаштирилган қозиқчали барабан диаметрини қозиқчалар қиялик бурчагига боғлиқлик графиклари

ISSN 3030-3907

2.6-расмда пахтани майда ифлосликлардан тозалагич қия жойлаштирилган қозиқчали барабан диаметрини қозиқчалар қиялик бурчагига боғлиқлик графиклари келтирилган. Олинган боғланиш графикларини таҳлил қилинганда, ишқаланиш коэффицинти $f = 0{,}25$ бўлганида, ҳамда қозиқчалар қиялик бурчаги 5° дан 30° гача кўпайганида қозиқчали барабан диаметри $2{,}76*10^{-1}$ м дан $3{,}51*10^{-1}$ м гача чизиқсиз боғланишда ортиб бориши аниқланди. Ишқаланиш коэффицинти қиймати 0,35 қилиб олинганида эса, қозиқчали барабан диаметри қийматлари $3{,}4*10^{-1}$ м дан $4{,}61*10^{-1}$ м гача чизиқсиз қонуниятда ортиши аниқланди. Таъкидлаш керакки, тавсия этилган қия қозиқчали барабан диаметрини ортиши унинг ҳаракатга келтириш учун сарф қуввати ҳам ортади. Лекин бошланғич барабанда қозиқчаларини оғиш бурчагини катта бўлиши барабан диаметрини катта бўлишини тақозо қилади. Шунинг учун пахта намлигини меёрида бўлиши, ишқаланиш коэффицинтини $f \le 0{,}3$ бўлиши, ҳамда қозиқчаларни қиялик бурчагини $\alpha \le 20^{\circ}$ қилиб олинганда барабан диаметри $(0{,}31 \div 0{,}35)*10^{-1}$ м оралиғида бўлиши таъминланади.



1- $\omega = 50\,\text{с}^{-1}$**; 2-** $\omega = 45\,\text{с}^{-1}$**; 3-** $\omega = 40\,\text{с}^{-1}$**; 4-** $\omega = 35\,\text{с}^{-1}$**;**

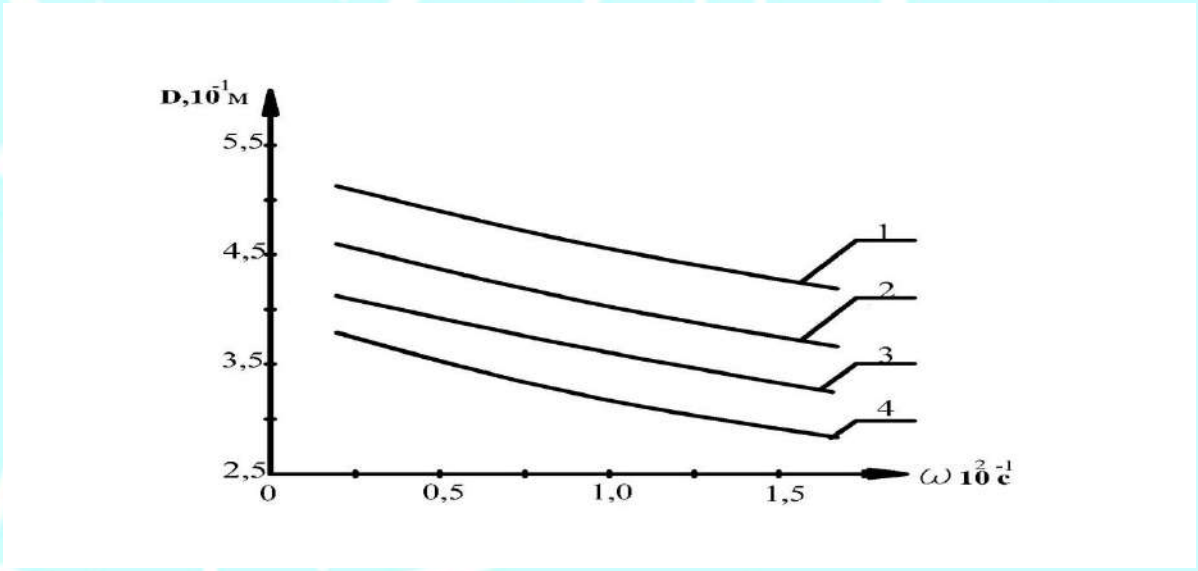
2.7-расм. Пахтани майда ифлосликлардан тозалагич қия жойлаштирилган қозиқчали барабан диаметрини қозиқчалар илиб олган пахта бўлаги массасини ўзгаришига боғлиқлик графиклари.

2.7-расмда пахтани майда ифлосликлардан тозалагич қия жойлаштирилган қозиқчали барабан диаметрини қозиқчалар илиб олган пахта бўлаги массасини ўзгаришига боғлиқлик графиклари келтирилган. Олинган график боғланишларини таҳлилига асосан барабан қозиқчалари илиб олган пахта бўлакларининг массаси $0{,}18*10^{-3}$ кг дан $0{,}75*10^{-3}$ кг гача кўпайганида, ҳамда барабан бурчак тезлиги $50\,\text{с}^{-1}$ га тенг бўлганида унинг диаметри $2{,}81*10^{-1}$ м дан $3{,}58*10^{-1}$ м гача чизиқсиз боғланишда кўпайишини

ISSN 3030-3907

кузатиш мумкин. Мос ҳолда қозиқчали барабан бурчак тезлиги қиймати $35 c^{-1}$ бўлганида унинг диаметри $3,52*10^{-1}$ м дан $5,23*10^{-1}$ м гача ортиб бориши аниқланди. Демак, қозиқчали барабан диаметрини ошиб кетмаслигини таъминлаш учун пахтани етарли даражада толали якка чигитларга ажралиши мақсадга мувофиқдир.

Қия қозиқчалари бўлган барабанлар бурчак тезликлари ортиб бориши тартибида, кетма-кетлигида [5] жойлаштирилганда, пахтани тиқилишлари бўлганида, титилиши етарли даражада бўлар эди. Шунинг учун барабан бурчак тезлиги тўғридан-тўғри унинг диаметри қийматлари танлашда муҳим рол ўйнайди.

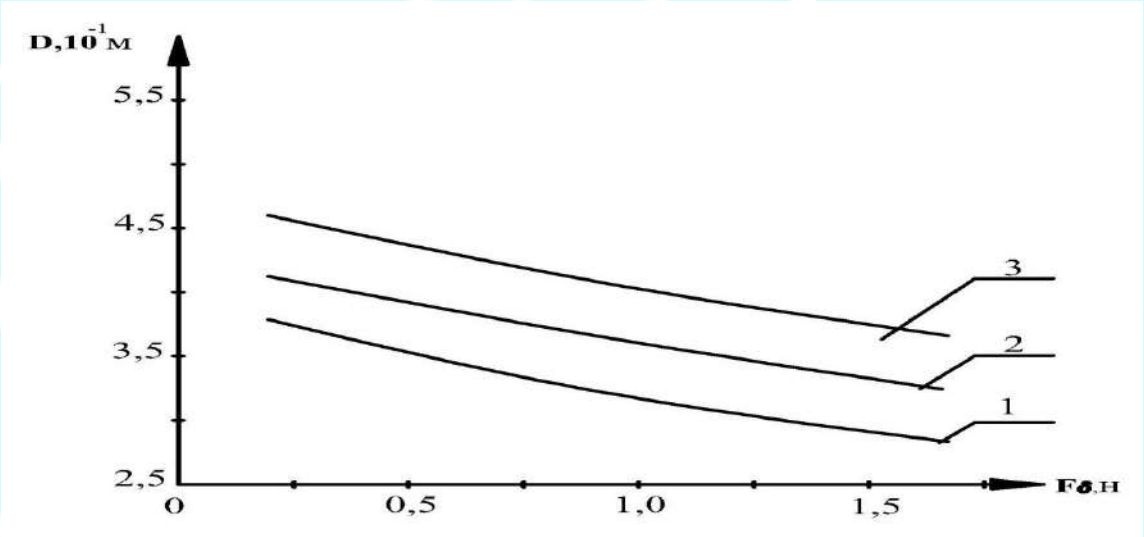


1- $\alpha = 5^\circ$ **; 2-** $\alpha = 10^\circ$ **; 3-** $\alpha = 15^\circ$ **; 4-** $\alpha = 20^\circ$ **;**

2.8-расм. Пахтани майда ифлосликлардан тозалагич қия жойлаштирилган қозиқчали барабан диаметрини барабан бурчак тезлигига боғлиқлик графиклари

2.8-расмда пахтани майда ифлосликлардан тозалагич қия жойлаштирилган қозиқчали барабан диаметрини барабан бурчак тезлигига боғлиқлик графиклари келтирилган. Қозиқчали барабан бурчак тезлиги $0,325*10^2 c^{-1}$ дан $0,45*10^2 c^{-1}$ гача кўпайганида ва қозиқчалар оғиш бурчаги $\alpha = 5^\circ$ бўлганида, барабан ташқи диаметри қийматлари $5,23*10^{-1}$ м дан $3,73*10^{-1}$ м гача чизиқсиз қонуниятда камайиб боришини таъкидлаш мумкин, мос равишда қозиқчаларни оғиш бурчаги 20° бўлганида барабан диаметри $3,52*10^{-1}$ м дан $2,74*10^{-1}$ м гача камайиб боришини кузатиш мумкин бўлади. Қозиқчали барабан диаметрини $(3,5 \div 4,5)*10^{-1}$ м оралиғида бўлишини таъминлаш учун унинг бурчак тезлиги $(0,38 \div 0,43)*10^2 c^{-1}$ оралиғида бўлиши мақсадга мувофиқдир.

ISSN 3030-3907



1- $\beta = 10^{\circ}$**; 2-** $\beta = 15^{\circ}$**; 3-** $\beta = 20^{\circ}$**;**

2.9-расм. Пахтани майда ифлосликлардан тозалагич қия жойлаштирилган қозиқчали барабан диаметрини қозиқчалар илиб олган толали чигитни қўшни пахта бўлаклари билан боғланиш кучини ўзгаришига боғлиқлик графиклари

2.9-расмда пахтани майда ифлосликлардан тозалагич қия жойлаштирилган қозиқчали барабан диаметрини қозиқчалар илиб олган толали чигитни қўшни пахта бўлаклари билан боғланиш кучини ўзгаришига боғлиқлик графиклари келтирилган. Маълумки [6], пахта бўлакларининг толалари ўзаро боғланган, чатишган бўлади. Шунинг учун уларни алоҳида якка толали чигитларга ажратиш учун уларни боғланиш кучларини енгиш керак бўлади. Мавжуд тадқиқотларга асосан [7] ушбу боғланиш кучлари $(0{,}5 \div 1{,}5)$ Н атрофида бўлсада, айрим ҳолларда $(2{,}0 \div 5{,}0)$ Н гача етиши мумкин. Келтирилган графиклар таҳлилига кўра пахта бўлакларини ўзаро боғлаш кучи 0,5 Н дан 1,5 Н гача кўпайганида қия $\beta = 10^{\circ}$ да, қозиқчали барабан диаметри, D нинг қийматлари $3{,}81 \cdot 10^{-1}$ м дан $2{,}75 \cdot 10^{-1}$ м гача ночизиқли қонуниятда пасаяди. Агарда боғланиш кучи вектори ҳосил қилган бурчак 20° гача етганида барабан диаметри қийматлари $4{,}46 \cdot 10^{-1}$ м дан $3{,}59 \cdot 10^{-1}$ м гача камайишини кўриш мумкин бўлади. Демак, барабан диаметрини $(3{,}5 \div 4{,}5) \cdot 10^{-1}$ м оралиғида бўлишини таъминлаш учун боғланиш кучи қийматлари $(1{,}0 \div 1{,}4)$ Н дан ошмаслиги тавсия этилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Ф.Н.Сирожиддинов Пахта хом ашёсини тозалаш технологик жараёнларини моделлаштириш асосида такомиллаштириш.Техника фанлари бўйича фалсафа доктори диссертацияси. Тошкент 2020 йил.

2. Ф.Омонов. Пахтани дастлабки ишлаш бўйича справичник. Услубий қўлланма. Тошкент. Ворис, 2008. 413 бет.

ISSN 3030-3907

3. Жабборов Ғ.Ж. ва бошқалар “Чигитли пахтани ишлаш техналогияси”. Дарслик Тошкент – “Ўқитувчи” 1987 й.
4. Э.Зикриёев нинг умумий тахрири остида. Пахтани дастлабки ишлаш бўйича қўлланма. Ўқув қўлланма. Тошкент-Мехнат-2019.
5. Сосновский Ю.С. Исследование и выбор оптимальных параметров очистителей тонковолокнистого хлопка-сырца машинного сбора: Дис. ... канд. техн. наук. - Ташкент, 1971 г.
6. Парпиев А.П. Основные комплексного решения проблем сохранения качество волокна и повышения производительности при предварительной переработке хлопка-сырца:Дис...док.техн.наук. -Кострома,1988. - 438с.
7. Лугачев А.Е. Разработка теоретических основ питания и очистки хлопка применительно к поточной технологии его переработки: Дис. ... док. техн. наук. – Ташкент, 1998 г.

ISSN 3030-3907

УДК621.

СОСТОЯНИЕ ФРИКЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ХЛОПКА-СЫРЦА С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ.

М.М. Садикова.

Бухарский государственный технический унверситет. т.ф.н.доцент

Республика Узбекистан

E-mail: sadikovamuhayo684@gmail.com

Аннотация: В статье приведён литературный обзор исследований трения деталей хлопкоуборочных машин и хлопка сырца. Одной из задач авторов является снижение повреждаемости хлопка- сырца при взаимодействии с металлическими органами машин и механизмов. В статье приводятся результаты исследований использования нового состава полимер-композиционного материала, обработанного ультразвуком, технологическая схема получения данного материала, а также графики зависимости свойств композиционных материалов от режимов ультразвуковой обработки.

Ключевые слова: машина, механизм, деталь, хлопок-сырец, трение, коэффициент, полимерные композиционные материалы, покрытия, влажность, графит, тальк, молибден, ультразвук, наполнитель, стекловолокно, эпоксидный материал.

Annotatsiya: Maqolada paxta terish mashinalari qismlari va paxta xom ashyosining ishqalanishini o‘rganishga adabiy sharh berilgan. Mashina va mexanizmlarning metall organlari bilan o‘zaro ta’sirlashganda paxta xomashyosining shikastlanuvchanligini kamaytirish mualliflarning vazifalaridan biridir.

Kalit so‘zlar: mashina, mexanizm, qism, paxta xomashyosi, ishqalanish, koeffitsient, polimer kompozit materiallar, qoplamalar, namlik, grafit, talk, molibden, ultratovush, plomba, shisha tola, epoksi material.

Abstract: The article provides a literary review of studies of friction of parts of cotton pickers and raw cotton. One of the tasks of the authors is to reduce the damageability of raw cotton when interacting with the metal organs of machines and mechanisms. The article presents the results of studies on the use of a new composition of a polymer-composite material treated with ultrasound, a technological scheme for obtaining this material, as well as graphs of the dependence of the properties of composite materials on the modes of ultrasonic treatment.

Key words: machine, mechanism, part, raw cotton, friction, coefficient, polymer composite materials, coatings, moisture, graphite, talc, molybdenum, ultrasound, filler, glass fiber, epoxy material.

Введение

В настоящее время в мире повышенной интерес представляет улучшению работоспособности и эффективности машин и механизмов, применяемых при первичной переработки хлопка-сырца хлопкоочистительных промышленных производств, путем разработки и исследования деталей их рабочих органов покрытых из антифрикционно-износостойкими композиционными полимерными материалами. В связи с этим, особое значение удаляется разработки высокоэффективных модифицированных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе для покрытия деталей рабочих органов машин и механизмов, используемых при очистке хлопка-сырца.

Необходимо отметить, что надежность и долговечность хлопкоперерабатывающих машин и механизмов неразрывно связано с износостойкостью деталей и элементах конструкций. Отсюда возникают повышенные требования к износостойкости деталей и элементов конструкций.

Одним из наиболее эффективных методов повышения износостойкости, и соответственно, долговечности деталей машин и механизмов является метод получения на них поверхности покрытий на основе термореактивных полимеров и органоминеральных наполнителей, обладающих высокими физико-механическими и антифрикционно-износостойкими свойствами.

Изветсные композиционные полимерные материалв или нетехнологичны, или обладают недостаточным комплексом физико-механических, антифрикционно-износостойких и эксплуатационных свойств, что ограничивает возможность их практического применения в машинах и механизмах для хлопкоочистительной промышленности. Ассортимент и объем производства композиционных полимерных материалов, выпускаемых промышленностью, весьма ограничены. В связи с этим, разработка проблема создания нового поколения машиностроительных материалов, в частности эффективных композиционных модифицированных антифрикционно-износостойких термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе с улучшенными физико-механическими, триботехническими и другими эксплуатационными свойствами на основе доступного и недорогостоящего сырья является актуальной задачей.

Взаимодействие хлопка-сырца с поверхностью конструкционных материалов с позиции оптимизации шероховатости поверхностей контртела и снижения механической повреждаемости хлопковых волокон исследовал академик Р.Г. Махкамов в работе [12], где изучена механика взаимодействия хлопка-сырца с шероховатой поверхностью рабочих органов хлопкоочисти-

ISSN 3030-3907

тельных машин. Используется модель волокнистой массы хлопка в виде тонкой сетки пересекающихся продольных и поперечных волокон, прижатых к шероховатой поверхности силами, определяемыми свойствами массы хлопка. Определены условия, при которых волокнистая масса перемещается по поверхности без механического захвата неровностями.

Автором показано, что сила взаимодействия хлопка-сырца с металлическими поверхностями увеличивается либо за счет микрорезания хлопковых волокон микровыступами, либо за счет увеличения адгезионных взаимодействий с повышением влажности хлопка-сырца. По его данным, интенсивное микрорезание волокон происходит при радиусе округления вершин менее,, чем 100 мкм.

Для условий, при которых будет отсутствовать захват волокон микровыступами шероховатостей поверхности, автор рекомендует

$$\frac{2Rz}{S} \le \frac{[N(\mu_2-\mu_1)+B_2][N(1+\mu_1\mu_2)+B^*\mu_1]-\sqrt{(1+\mu_1^2)[N^*\mu_2+B_2)^2+N^2]-B_1^2}}{[N(1+\mu_1\mu_2)+B_2\mu_1]-B_1^2} \quad (1.2)$$

где μ_1 - коэффициент трения волокна с металлической поверхностью;
B_1 - цепкость, определяемая, в основном, силами адгезии между волокном и металлической поверхностью;
μ_2 - коэффициент внутреннего трения волокон;
B_2 - цепкость волокон, определяемая силами когезии;
N - нормальная нагрузка;
Rz - высота микронеровности;
S- шаг микронеровности

Предложены оптимальные значения радиуса округления вершин неровностей (100-200 мкм) и материал (титан и хром) для рабочих поверхностей основных органов машины, позволяющие снизить силы трения при их взаимодействии с хлопком-сырцом. Р. Г. Махкамов также показал влияние парафинов в восковой (кутикулярной) части поверхностного слоя хлопковых волокон, играющих роль граничной смазки, на их взаимодействие с поверхностями трения. При этом отмечено, что наиболее эффективное смазочное действие проявляется при жестких режимах (больших значениях давления и скорости скольжения) трения, обеспечивающих температуру в контактной зоне в пределах 60-70°С. Этими же явлениями автор объясняет повышение работоспособности пильчатых джинов при жестких режимах их эксплуатационную зону для обеспечения благоприятных условий взаимодействия хлопка-сырца с поверхностями рабочих органов машин.

Однако предложение Р.Г. Махкамова и других о технологический обработке рабочих поверхностей деталей машин с радиусом скругления вершин неровностей до 110-200 мкм, нанесение металлических покрытий из

ISSN 3030-3907

титана и хрома, подача нагретого воздуха и др. представляют определенные технические сложности в условиях производства в связи с большими габаритными размерами рабочих органов хлопкоочистительных машин. К тому же хром и титан относятся к дефицитным и дорогостоящим материалам.

Кроме того эти технологические приемы не устраняют таких недостатков рабочих органов хлопковых и хлопкоочистительных машин, как возникновение пожаров от искры при наличии твердых включений в хлопке-сырце и соударения с твердыми металлическими поверхностями рабочих органов, механическую дробленность семян и т. п.

Одним из путей оптимизации процесса взаимодействия хлопка-сырца с металлическими рабочими органами машин и механизмов является покрытие их поверхности полимерными материалами, обладающими рядом положительных свойств, как низкая шероховатость, эластичность, дешевизна и др.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Президента Республики Узбекистан от 04 марта 2015 г. № УП-4707 «О программе мер по обеспечению структурных преобразований, модернизации и диверсификации производства в 2015-20199 гг.»
2. Негматов С.С; Евдокимов Ю.М; Содиков Х.У.Адгезионные и прочносные свойства полимерных материалов и покрытий на их основе - Таш¬кент: Фан 1979. - 270 с.
3. Негматов С.С. Условия эксплуатации основных рабочих органов машин и механизмов для уборки и переработки хлопка-сырца. - Ташкент: Узбекистан, 1980. - 60 с.
4. Джумабаев А.Б., Негматов С.С., Иргашев А.А. Исследования возможности применения объемной массы хлопка-сырца при определении коэффициента трения пары полимер-хлопок //Доклады VII Всесоюзного симпозиума по механизации и механохимии твердых тел. - Ташкент, 1981. С. 42-44.
5. Джумабаев А.Б., Негматов С.С., Иргашев А.А, Алматаев Т.А. Исследование возможности применения объемной массы хлопка-сырца при оп¬ределении коэффициента трения пары полимер-хлопок. В сб. докл. VII Все-союзного симпозиума по механоэмиссии и механохимии твердых тел: Т. 1981. 4.11., С.40-45.

ISSN 3030-3907

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ИОНОВ ХЛОРИДА В ПРИРОДНОЙ И ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

Хасанова Гулбахор Рахматуллаевна
Ассистенты, кафедры фармакогнозии и фармацевтических технологии
Самаркандский государственный медицинский университет
Боймуродов Эсан Суюнович
Ассистенты, кафедры фармакогнозии и фармацевтических технологии
Самаркандский государственный медицинский университет

Аннотация: Хлориды являются одними из наиболее распространённых и значимых ионов, присутствующих в природных и питьевых водах. Их содержание служит важным показателем качества воды, отражающим как природные геохимические условия, так и степень антропогенного воздействия. Повышенная концентрация хлоридов может ухудшать органолептические свойства воды, вызывать коррозию водопроводных систем и негативно влиять на здоровье человека при длительном употреблении. В статье рассмотрены основные методы определения хлоридов в воде: аргентометрический (метод Мора и Фольгарда), потенциометрический и фотометрический. Отмечены их аналитические возможности, точность и применимость в санитарно-гигиеническом и экологическом контроле. Регулярный мониторинг содержания хлоридов в воде позволяет своевременно выявлять отклонения от нормативов и разрабатывать меры по улучшению качества водоснабжения.

Ключевые слова: хлориды, вода, качество воды, аргентометрический метод, метод Мора, метод Фольгарда, фотометрия, санитарный контроль, экологический мониторинг.

Аннотация: Xloridlar tabiiy ва ichimlik suvlarida eng keng tarqalgan va muhim ionlardan biridir. Ularning miqdori suv sifatining ko‘rsatkichlaridan bo‘lib, tabiiy geokimyoviy sharoitlar hamda antropogen ta’sir darajasini aks ettiradi. Xloridlarning yuqori konsentratsiyasi suvning organoleptik xususiyatlarini yomonlashtirishi, quvurlarni korroziyaga uchratishi va uzoq muddatli iste]molda inson salomatligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Maqolada suvdagi xloridlarni aniqlashning asosiy usullari: argentometrik (Mor va Folgard usullari), potentsiometrik va fotometrik yondashuvlar ko‘rib chiqiladi. Ularning aniqligi, imkoniyatlari va sanitariya-gigiena hamda ekologik nazoratda qo‘llanilishi yoritilgan. Xlorid miqdorini muntazam monitoring qilish suv ta’minoti sifatini yaxshilash va me’yorlardan og‘ishlarni o‘z vaqtida aniqlash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: xloridlar, suv, suv sifati, argentometrik usul, Mor usuli, Folgard usuli, fotometriya, sanitariya nazorati, ekologik monitoring.

ISSN 3030-3907

Abstract: Chlorides are among the most common and significant ions present in natural and drinking waters. Their concentration serves as an important indicator of water quality, reflecting both natural geochemical conditions and the degree of anthropogenic influence. Elevated levels of chlorides can deteriorate the organoleptic properties of water, cause corrosion in water distribution systems, and negatively affect human health with prolonged consumption. The article reviews the main methods of chloride determination in water: argentometric (Mohr and Volhard methods), potentiometric, and photometric approaches. Their analytical capabilities, accuracy, and applicability in sanitary and environmental control are discussed. Regular monitoring of chloride content allows timely detection of deviations from standards and helps to develop measures to improve water supply quality.

Keywords: chlorides, water, water quality, argentometric method, Mohr method, Volhard method, photometry, sanitary control, environmental monitoring.

Введение

Воду для бытовых нужд, подаваемую в водопроводы, предварительно фильтруют и хлорируют. В ней остается так называемый свободный или остаточный хлор, содержание которого должно быть не менее 0,1 мг/л.

Определение свободного хлора, основано на его способности, вытеснять, йод из йодистого калия:

$$Cl_2 + 2\ KI = 2KC1 + I_2$$

Выделившийся йод оттитровывают раствором гипосульфита натрия:

$$I + 2Na_2S_2O_3 = Na_2S_4O_6 + 2\ NaI$$

Хлор вытесняет эквивалентное количество йода; по числу миллилитров израсходованного раствора гипосульфита определяют содержание хлора в воде.

В коническую колбу пипеткой берут 20 мл водопроводной воды, добавляют 10 мл 10%-ного раствора йодистого калия, 2-3 мл раствора крахмала и титруют 0,01 н. раствором гипосульфита натрия до обесцвечивания. Вычисление содержания свободного хлора производят по формуле:

$$X = \frac{K \cdot V_1 \cdot 0.355 \cdot 1000}{V_2} (\text{мг/л}),$$

выражая результаты в миллиграммах хлора на 1л воды,

где К - поправка к 0,01 н. раствору гипосульфита натрия;

0,355 - грамм-эквивалент хлора, соответствующий нормальности гипосульфита натрия;

V_1 - количество 0,01н. гипосульфита натрия;

V_2 - количество исследуемой воды, израсходованной на титрование, мл.

ISSN 3030-3907

Высокая растворимость хлоридов объясняет широкое распространение их во всех природных водах. В проточных водоемах содержание хлоридов обычно невелико (20-30 мг/л). Незагрязненные грунтовые воды в местах с несолончаковой почвой обычно содержат до 30-50 мг/л хлорид ионов. В водах, фильтрующихся через солончаковую почву, в 1 л могут держаться сотни и даже тысячи миллиграммов хлоридов. Вода, содержащая хлориды в концентрации более 350 мг/л, имеете солоноватый привкус, а при концентрации хлоридов 500 - 1000 мг/л неблагоприятно влияет на желудочную секрецию. Содержание хлоридов является показателем загрязнения подземных и поверхностных водоисточников и сточных вод.

Определение хлоридов ведется по методу Мора. Принцип метода Мора основан на осаждении хлоридов азотнокислым серебром в присутствии хромата калия K_2CrO_4. При наличии в растворе хлоридов $AgNO_3$ вступает с ними в реакцию, а затем образует хромат серебра оранжево-красного цвета.

$$NaCl + AgNO_3 = AgCl\downarrow + NaNO_3$$

$$2AgNO_3 + K_2CrO_4 = Ag_2CrO_4 + 2KNO_3$$

В начале устанавливают титр $AgNO_3$. Для этого в коническую колбу на 200 мл вносят 10 мл раствора NaCl и 90 мл дистиллированной воды, прибавляют 5 капель K_2CrO_4 Содержимое колбы титруют раствором $AgNO_3$ до перехода лимонно-желтой окраски мутного раствора в оранжево-красную, не исчезающую в течение 15-20 сек.

Поправочный коэффициент к титру $AgNO_3$ рассчитывают по результатам трех титрований:

$$K = \frac{30}{П_1 + П_2 + П_3},$$

где $П_1$, $П_2$, $П_3$ - количество миллилитров $AgNO_3$, пошедшее на каждое из трех титрований.

При определении хлоридов менее 250 мг/л берут 100 мл фильтрованной испытуемой воды. При большем содержании хлоридов берут 10-50 мл.

Испытуемую воду берут в две конические колбы, доводят до 100 мл дистиллированной водой, прибавляют 5 капель раствора K_2CrO_4. Раствор в одной колбе титруют из бюретки $AgNO_3$, постоянно встряхивая коническую колбу.

В конечной точке титрования появляется красное окрашивание. Вторая колба используется для контроля (цветной свидетель). Расчет концентрации хлорид-ионов. Содержание хлорид-ионов в воде рассчитывается по формуле:

$$X = \frac{П \cdot K \cdot 0{,}355 \cdot 1000}{V},$$

ISSN 3030-3907

где: X - содержание хлорид-ионов, мг/л;
П - количество мл раствора $AgNO_3$ пошедшее на титрование;
К - поправочный коэффициент к титру;

0,355 - эквивалентное количество хлора, соответствующее 0,01 н раствору $AgNO_3$.

Определение хлоридов в воде представляет собой важный этап санитарно-гигиенического и экологического контроля. Хлорид-ионы поступают в воду как из природных источников (выщелачивание минералов, морские аэрозоли), так и в результате антропогенной деятельности (сточные воды, промышленные выбросы, использование противогололёдных реагентов). Анализ показал, что оптимальными методами количественного определения хлоридов являются аргентометрические методы (Мора и Фольгарда), обладающие высокой точностью и воспроизводимостью. Вместе с тем, современные фотометрические и потенциометрические подходы расширяют возможности экспресс-анализа и применимы для полевых исследований. Регулярный контроль за содержанием хлоридов необходим для предотвращения коррозионных процессов в инженерных системах, сохранения органолептических свойств питьевой воды и обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности. Таким образом, совершенствование методов анализа и внедрение современных технологий контроля хлоридов в воде является важным условием устойчивого водоснабжения и охраны здоровья населения.

Заключение: Проведённый анализ показал, что определение количества ионов хлорида в природной и питьевой воде имеет важное санитарно-гигиеническое и экологическое значение. Содержание хлоридов служит показателем степени минерализации и возможного загрязнения водных источников. Среди существующих методов наиболее распространёнными являются титриметрический (аргентометрический) и фотометрический, обеспечивающие высокую точность и воспроизводимость результатов. Выбор метода зависит от требуемой чувствительности, состава воды и лабораторных условий. Регулярный контроль содержания хлоридов позволяет оценивать качество питьевой воды и предотвращать негативное влияние на здоровье человека и окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 31861-2012. Вода. Методы определения органолептических и химических показателей. – М.: Стандартинформ, 2013.
2. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. – М.: Минздрав РФ, 2002.

ISSN 3030-3907

3. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1989. – 448 с.
4. Алексеев, В. В. Методы анализа природных и питьевых вод. – М.: Химия, 1987. – 320 с.
5. Сидоренко, В. С. Химический анализ природных вод: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2015. – 304 с.
6. Пискунов, В. И., Иванов, С. М. Контроль качества воды: практикум. – М.: Академия, 2010. – 256 с.
7. Шварц, Г. Химико-аналитический контроль качества природных и питьевых вод. – М.: Химия, 1991. – 240 с.
8. Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., Eaton, A. D. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. – 22nd ed. – Washington: APHA, AWWA, WEF, 2012.
9. ГОСТ 4245-72 Вода питьевая. Методы определения содержания хлоридов.
10. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. – 4th ed. – Geneva: WHO Press, 2017.
11. ГОСТ Р 55684-2013 Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости
12. WILD PLANTS AS AN OBJECT OF STUDY, LIFE SAFETY, USE IN MEDICINE AND INDUSTRY MODERN EDUCATION AND DEVELORMENT ISSN 3060-4567. Khasanova Gulbahor Rakhmatullaevna. Часть–4_ Январь –2025 Выпуск журнала №-18 Стр111-121.
13. Хасанова, Г. Р., Тошпулатов, Ш. Ш., Расулов, К. Г., & Мамиров, Д. У. (2025). КОРИАНДР ПОСЕВНОЙ–CORIANDRUM SATIVUM L. Modern education and development, 18(4), 80-92.54.
14. Raxmatullayevna, X. G., Ko‘chimova, F. S., Jumaboyeva, S. E., & Xushvaqtovich, Q. D. (2025). SARIQ PARPIGUL-GENTIAN LUTEA L. Modern education and development, 18(4), 69-
15. Хасанова, Г. Р., Беканов, Б. С., Бахитов, Ш. Т., & Ходжаева, Ж. К. (2025). ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА КАЛАНХОЭ. Modern education and development, 18(4), 93-110.
16. Хасанова, Г. Р., Кунгратова, М. И., Исломов, О. И., & Норкулова, Х. Ш. (2025). ЗВЕРОБОЙ ПРОДЫРЯВЛЕННЫЙ–HYPERIGUM PERFORATUM L. ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ, 62(5), 130-144.
17. Хасанова, Г. Р., Абдуллаева, А. З., & Икрамова, Н. Б. (2025). ЧАГА ИЛИ БЁРЕЗОВЫЙ ГРИБ–JNONOTUS OBLIQUUS (PERS.) PILL. ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ, 62(5), 116-129.

ISSN 3030-3907

18. Хасанова, Г. Р., Рахманова, Н. И., & Иззатуллаева, С. Т. (2025). ОБЛЕПИХА КРУШИНОВИДНАЯ–HIPPOPHAE RHAMNOIDES L. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 38(1), 164-174.
19. Хасанова, Г. Р., Рахманова, Н. И., & Сатторов, Ш. И. (2025). ЗИРА–BUNIUM PERSICUM. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 38(1), 174-183.

ISSN 3030-3907

ОПТИМИЗИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОКИСЛЯЕМОСТИ ПРИРОДНЫХ И ПИТЬЕВЫХ ВОД

Боймуродов Эсан Суюнович

Ассистент кафедры Фармакогнозии и фармацевтических технологии

Самаркандский государственный медицинский университет

Аннотация: Окисляемость воды является одним из важнейших интегральных показателей, характеризующих её санитарно-гигиеническое состояние и степень загрязнения органическими веществами. Этот параметр отражает количество легкоокисляемых соединений, в том числе природного и антропогенного происхождения, способных потреблять окислитель при анализе. Высокая окисляемость воды указывает на значительное содержание органических примесей, которые могут ухудшать органолептические свойства, снижать качество питьевой воды и создавать благоприятную среду для развития патогенной микрофлоры. В статье рассматриваются основные методы определения окисляемости воды: перманганатометрический, бихроматный и современные фотометрические подходы. Особое внимание уделяется их аналитическим возможностям, точности и применению в санитарно-гигиеническом контроле. Регулярное определение окисляемости воды играет ключевую роль в системе экологического мониторинга, позволяет своевременно выявлять отклонения от нормативов и разрабатывать меры по улучшению качества водоснабжения.

Ключевые слова: окисляемость воды, органические загрязнители, санитарно-гигиенический контроль, перманганатометрический метод, бихроматный метод, фотометрия, экологический мониторинг, качество воды.

Annotatsiya: Suvning oksidlanish qobiliyati uning sanitariya-gigiyena holatini va organik moddalar bilan ifloslanish darajasini ifodalovchi muhim integral ko‘rsatkichlardan biridir. Ushbu parametr tahlil jarayonida oksidlovchini sarflaydigan tabiiy yoki antropogen kelib chiqishga ega oson oksidlanadigan birikmalar miqdorini ko‘rsatadi. Suvning yuqori oksidlanishi organik aralashmalarning ko‘pligidan далолат беради, бу эса унинг органолептик хусусиятларини ёмонлаштиради, ичимлик сувининг сифатини пасайтиради ва патоген микроорганизмларнинг кўпайиши учун шароит яратади. Maqolada suv oksidlanishini aniqlashning asosiy usullari – permanganatometrik, bixromatli va zamonaviy fotometrik usullar ko‘rib chiqiladi. Ularning aniqligi, imkoniyatlari ва санитария-гигиена назоратида қўлланилишига алоҳида эътибор қаратилган. Suv oksidlanishini muntazam aniqlash ekologik monitoring tizimining muhim bo‘lagi bo‘lib, normativlardan og‘ishlarni o‘z vaqtida aniqlash va suv ta’minotining sifatini yaxshilash choralarini ishlab chiqishga yordam beradi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: suvning oksidlanishi, organik ifloslantiruvchilar, sanitariya-gigiyena nazorati, permanganatometrik usul, bixromat usuli, fotometriya, ekologik monitoring, suv sifati.

Abstract: Water oxidizability is one of the most important integral indicators characterizing its sanitary-hygienic condition and the level of pollution by organic substances. This parameter reflects the amount of easily oxidizable compounds of natural or anthropogenic origin capable of consuming an oxidizing agent during analysis. High oxidizability indicates significant content of organic impurities, which can deteriorate organoleptic properties, reduce drinking water quality, and create favorable conditions for pathogenic microorganisms. The article discusses the main methods of determining water oxidizability: permanganatometric, dichromate, and modern photometric techniques. Particular attention is paid to their analytical capabilities, accuracy, and application in sanitary-hygienic control. Regular determination of water oxidizability plays a crucial role in environmental monitoring systems, enabling timely detection of deviations from standards and the development of measures to improve water supply quality.

Keywords: water oxidizability, organic pollutants, sanitary-hygienic control, permanganatometric method, dichromate method, photometry, environmental monitoring, water quality.

Введение

В данной статье рассмотрены современные и оптимизированные методы определения окисляемости природных и питьевых вод, позволяющие оценить степень загрязненности воды органическими веществами. Особое внимание уделено сравнению перманганатометрического и бихроматного методов, их чувствительности и применимости в санитарно-гигиенической практике. Приведены преимущества использования усовершенствованных аналитических методик, обеспечивающих точность и воспроизводимость результатов при контроле качества питьевой воды.

Окисляемостью называется концентрация восстановителей, содержащихся в воде, которые можно окислить тем или иным окислителем. В качестве окислителей чаще всего используют хроматы и перманганаты щелочных металлов. Выбор окислителя определяется объектом анализа. Выбирать очень сильны окислитель, каким является бихромат, следует только в тех случаях, когда в водах содержатся трудноокисляемые соединения. Использование бихромата подразумевает очень внимательное отношение к чистоте химической посуды, так как от этого зависит точность определения. Для природных вод, которые обычно не содержат трудноокисляемых соединений, лучше использовать менее сильные

ISSN 3030-3907

окислители (перманганат), так как результаты будут лучше воспроизводиться из-за меньшего влияния загрязнений химической посуды.

Окисляемость принято выражать в миллиграммах атомарного кислорода на литр воды. В связи с этим окисляемость еще называют химическим потреблением кислорода (ХПК). Существуют нормативы ХПК для различных вод. Для водоемов хозяйственно-питьевого водопользования ХПК должен быть больше 15 мг О/л.

Определение перманганатной окисляемости (метод Кубеля) состоит в окислении вещества пробы раствором перманганата калия в серной кислоте. После кипячения в пробу добавляется стандартный раствор щавелевой кислоты, которая реагирует с остатками перманганата. Избыток щавелевой кислоты оттитровывается стандартным раствором перманганата калия.

Определению мешают хлориды (>300 мг/л), которые можно маскировать добавкой сульфата ртути (II). Железо (II), сульфиды, нитраты также мешают определению. Они определяются другими методами анализа, а затем полученные значения содержания этих примесей вычитаются из результата определения перманганатной окисляемости. 1 мг нитратов потребляет 0,3 мг атомарного кислорода, 1 мг железа (II) -0,14 мг кислорода.

$$2\ KMnO_4 + 3H_2SO_4 = K_2SO_4 + 2\ MnSO_4 + 3H_2O + 5O$$

К 100 мл анализируемой пробы добавить 5 мл H_2SO_4 (1:3) и 10 мл 0,01н $KMnO_4$, Смесь нагреть до кипения за 5 минут и кипятить точно 10 минут, закрыв конической воронкой колбу, чтобы уменьшить испарение жидкости. После кипячения к горячему раствору добавить 10 мл 0,01н щавелевой кислоты. Горячую смесь титровать 0,01 н $KMnO_4$ до появления розового окрашивания Одновременно с анализом исследуемой пробы провести холостой опыт с дистиллированной водой, не упуская ни одной стадии анализа. Величину перманганатной окисляемости рассчитать по формуле:

$$ХПК = \frac{(W_1 - W_2) \cdot 80 \cdot 1000}{V}, \text{ где}$$

$$ХПК=(V_1 - V_2)80/W, \text{ где}$$

V_1 и V_2 - эквивалентные объемы перманганата калия, израсходованные на титрование анализируемой и холостой проб;

W - объем пробы.

Нормальность перманганата следует устанавливать в день проведения анализа, титруя стандартный раствор щавелевой кислоты.

Оформление результатов работы. Описать последовательность выполнения работы, на основании полученных данных рассчитать окисляемость воды и дать заключение об ее чистоте.

ISSN 3030-3907

Заключение: Окисляемость является одним из важнейших показателей, характеризующих качество природной и питьевой воды. Применение оптимизированных методов, таких как модифицированные перманганатометрические и бихроматные способы, обеспечивает более точное и быстрое определение содержания органических веществ. Полученные данные позволяют своевременно выявлять загрязнения и принимать меры по улучшению качества водных ресурсов. Таким образом, совершенствование методов определения окисляемости способствует повышению эффективности мониторинга и охраны окружающей среды. Окисляемость воды представляет собой важный индикатор экологического состояния и санитарной безопасности водных объектов. Показатель отражает суммарное содержание легкоокисляемых органических веществ, поступающих в воду из природных и антропогенных источников. Анализ продемонстрировал, что наиболее распространёнными методами определения окисляемости являются перманганатометрический и бихроматный, обладающие высокой точностью и воспроизводимостью. Наряду с ними активно развиваются экспресс-методы на основе спектрофотометрии и электрохимического анализа, что существенно расширяет возможности мониторинга. Регулярное определение окисляемости воды необходимо для предупреждения ухудшения качества питьевой воды, контроля за источниками загрязнения и обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности. Таким образом, совершенствование методов анализа окисляемости и их внедрение в практику водоканалов и экологических служб является актуальной задачей современной науки и важным условием охраны здоровья населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 31859-2012. Вода. Методы определения химического потребления кислорода. – М.: Стандартинформ, 2013.
2. ГОСТ 31942-2012. Вода. Методы определения перманганатной окисляемости. – М.: Стандартинформ, 2013.
3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. – М.: Минздрав РФ, 2002.
4. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1989. – 448
5. Алексеев, В. В. Методы анализа природных и питьевых вод. – М.: Химия, 1987. – 320 с.
6. Сидоренко, В. С. Химический анализ природных вод: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2015. – 304 с.

ISSN 3030-3907

7. Физико-химические методы анализа воды / Под ред. А. И. Бузина. – М.: Химия, 2000. – 512 с.
8. Пискунов, В. И., Иванов, С. М. Контроль качества воды: практикум. – М.: Академия, 2010. – 256 с.
9. Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., Eaton, A. D. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. – 22nd ed. – Washington: American Public Health Association, 2012.
10. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. – 4th ed. – Geneva: WHO Press, 2017.
11. ГОСТ Р 55684-2013 Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости
12. WILD PLANTS AS AN OBJECT OF STUDY, LIFE SAFETY, USE IN MEDICINE AND INDUSTRY MODERN EDUCATION AND DEVELORMENT ISSN 3060-4567. Khasanova Gulbahor Rakhmatullaevna. Часть–4_ Январь –2025 Выпуск журнала №-18 Стр111-121.
13. Хасанова, Г. Р., Тошпулатов, Ш. Ш., Расулов, К. Г., & Мамиров, Д. У. (2025). КОРИАНДР ПОСЕВНОЙ–CORIANDRUM SATIVUM L. Modern education and development, 18(4), 80-92.54.
14. Raxmatullayevna, X. G., Ko‘chimova, F. S., Jumaboyeva, S. E., & Xushvaqtovich, Q. D. (2025). SARIQ PARPIGUL-GENTIAN LUTEA L. Modern education and development, 18(4), 69-
15. Хасанова, Г. Р., Беканов, Б. С., Бахитов, Ш. Т., & Ходжаева, Ж. К. (2025). ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА КАЛАНХОЭ. Modern education and development, 18(4), 93-110.
16. Хасанова, Г. Р., Кунгратова, М. И., Исломов, О. И., & Норкулова, Х. Ш. (2025). ЗВЕРОБОЙ ПРОДЫРЯВЛЕННЫЙ–HYPERIGUM PERFORATUM L. ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ, 62(5), 130-144.
17. Хасанова, Г. Р., Абдуллаева, А. З., & Икрамова, Н. Б. (2025). ЧАГА ИЛИ БЁРЕЗОВЫЙ ГРИБ–JNONOTUS OBLIQUUS (PERS.) PILL. ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ, 62(5), 116-129.
18. Хасанова, Г. Р., Рахманова, Н. И., & Иззатуллаева, С. Т. (2025). ОБЛЕПИХА КРУШИНОВИДНАЯ–HIPPOPHAE RHAMNOIDES L. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 38(1), 164-174.
19. Хасанова, Г. Р., Рахманова, Н. И., & Сатторов, Ш. И. (2025). ЗИРА–BUNIUM PERSICUM. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 38(1), 174-183.

ISSN 3030-3907

YER RESURSLARIDAN SAMARALI FOYDALANISHDA GNSS, DRON VA GIS TIZIMLARINING ROLI.

G‘ofirov Muzaffar Jumayevich
Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti
https://orcid.org/0009-0007-2426-3752
E-mail: muzaffargofirov@gmail.com

Annotatsiya: Bugungi kunda yer resurslarini samarali boshqarish va ularning holatini kuzatib borish jamiyat va davlat uchun muhim vazifalardan biridir. Aholi ko‘payishi, sanoat va qishloq xo‘jaligi faoliyati, shuningdek, urbanizatsiya jarayonlari yer resurslariga bosimni oshirmoqda. Shu sababli, ularni monitoring qilish va o‘zgarishlarni aniqlash dolzarb ilmiy va amaliy masala hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: Yer resurslari, monitoring, geodeziya, GNSS texnologiyalari, masofadan zondlash, GIS tizimlari, urbanizatsiya, qishloq xo‘jaligi, ekologiya, tuproq degradatsiyasi, dron texnologiyalari, elektron total stansiya, barqaror boshqaruv, ma’lumotlarni vizualizatsiya qilish.

Аннотация: Современное управление земельными ресурсами и мониторинг их состояния являются важными задачами для общества и государства. Рост населения, промышленная и сельскохозяйственная деятельность, а также процессы урбанизации усиливают давление на земельные ресурсы. Поэтому их мониторинг и выявление изменений являются актуальной научной и практической задачей.

Ключевые слова: Земельные ресурсы, мониторинг, геодезия, технологии GNSS, дистанционное зондирование, GIS-системы, урбанизация, сельское хозяйство, экология, деградация почв, технологии дронов, электронная тахеометрическая станция, устойчивое управление, визуализация данных.

Abstract: Modern management of land resources and monitoring their condition are important tasks for both society and the state. Population growth, industrial and agricultural activities, as well as urbanization processes, increase pressure on land resources. Therefore, their monitoring and the detection of changes are urgent scientific and practical challenges.

Keywords: Land resources, monitoring, geodesy, GNSS technologies, remote sensing, GIS systems, urbanization, agriculture, ecology, soil degradation, drone technologies, electronic total station, sustainable management, data visualization.

Kirish.

Zamonaviy davrda yer resurslarining barqaror boshqaruvi va ulardan samarali foydalanilishi davlat va jamiyat uchun katta ahamiyatga ega. Aholi sonining o‘sishi, urbanizatsiya jarayonlari, qishloq xo‘jaligi, sanoat faoliyati va tabiiy resurslarga bo‘lgan talabning ortishi yer resurslariga bosimni

ISSN 3030-3907

kuchaytirmoqda. Shu sababli, yer resurslarini monitoring qilish va ularning holatini doimiy ravishda kuzatib borish dolzarb ilmiy va amaliy masala hisoblanadi.

Yer resurslari monitoringi – bu yer yuzasining turli turlarini, ularning holatini va o‘zgarishlarini aniqlash, baholash va prognoz qilish jarayonidir. Zamonaviy texnologiyalar, xususan, sun’iy yo‘ldosh tasvirlari, GIS tizimlari, GNSS o‘lchov vositalari, dronlar va masofadan zondlash vositalari yordamida yer resurslarini tezkor va aniqlik bilan kuzatish imkoniyati yaratilmoqda. Ushbu texnologiyalar inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytirish va ma’lumotlarni real vaqt rejimida olish imkonini beradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYASI. Maqolaning maqsadi – yer resurslari monitoringi usullarini nazariy va amaliy jihatdan o‘rganish, ularning samaradorligini tahlil qilish hamda zamonaviy texnologiyalardan foydalangan holda monitoring jarayonini optimallashtirish yo‘llarini aniqlashdan iboratdir.

Yer resurslari monitoringi sohasida ko‘plab ilmiy tadqiqotlar va amaliy ishlanmalar mavjud. Adabiyotlar tahlili quyidagi yo‘nalishlarda olib boriladi: Global tadqiqotlar quyidagilarni o‘z ichiga oladi sun’iy yo‘ldosh tasvirlari va masofadan zondlash usullarini qo‘llash orqali yer resurslarini kuzatishning zamonaviy usullari; GIS tizimlari yordamida ma’lumotlarni integratsiyalash va tahlil qilish; GNSS va dron texnologiyalari yordamida aniqlikni oshirish va inson omilini kamaytirish. Milliy tadqiqotlarga O‘zbekistonda yer resurslarini monitoring qilish, kadastr ishlari va davlat boshqaruvi tizimlari; qishloq xo‘jaligi, urbanizatsiya va sanoat jarayonlarida monitoringning ahamiyatlari kiradi.

NATIJALAR. Yer resurslarini monitoring qilish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar va tahlillar quyidagi asosiy natijalarni ko‘rsatadi. Yer resurslarini monitoring qilish aniqlik va tezkorlikni oshirish bo‘yicha GNSS texnologiyalari yordamida geodezik nuqtalarni aniqlash an’anaviy trigonometrik va topografik usullarga nisbatan 2–3 baravar tezroq amalga oshiriladi. Aniqlik ±2–5 mm darajasida bo‘lib, hududlarni keng qamrovli monitoring qilish imkonini beradi. Dronlar va masofadan zondlash (RS) vositalari yordamida yer maydonlarining holati yuqori aniqlikda, qisqa vaqt ichida baholanadi. Masalan, qishloq xo‘jaligi maydonlarini monitoring qilishda dronlar yordamida 1 ga maydonni bir necha daqiqada tahlil qilish mumkin. Yer resurslarini monitoring qilish ma’lumotlarini vizualizatsiya va tahlil qilishda GIS tizimlari orqali turli manbalardan olingan ma’lumotlar (sun’iy yo‘ldosh tasvirlari, dron tasvirlari, geodezik o‘lchovlar) birlashtiriladi va xaritalar, grafiklar va diagrammalar yordamida vizual tarzda tahlil qilinadi. Masofadan zondlash orqali yerning degradatsiyaga uchrayotgan hududlari, o‘simlik qoplamasi o‘zgarishi, suv resurslarining kamayishi kabi

ISSN 3030-3907

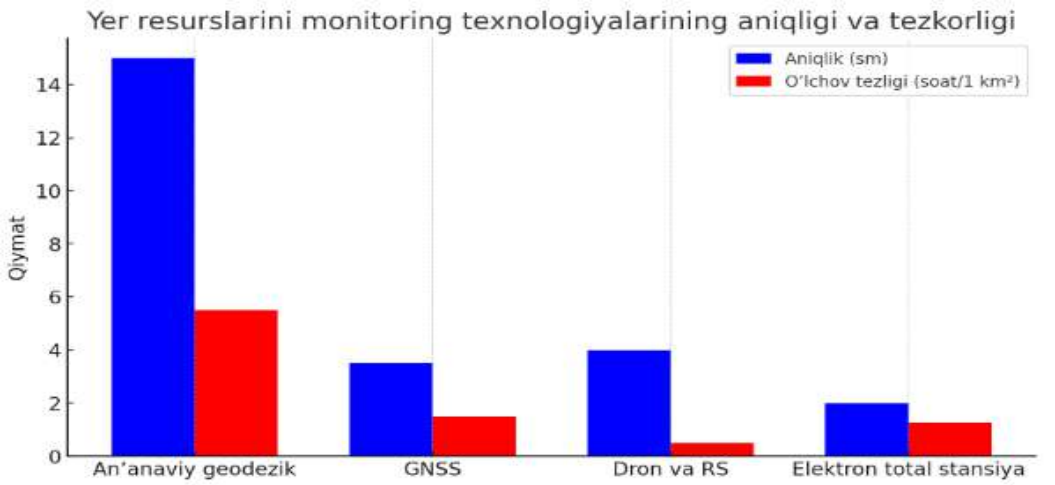
tendensiyalar real vaqt rejimida kuzatiladi. Yer resurslarini monitoring qilish samaradorlik va qo‘llanilish imkoniyatlari bo‘yicha zamonaviy texnologiyalar urbanizatsiya jarayonlarini rejalashtirish, qishloq xo‘jaligi resurslarini optimallashtirish, sanoat hududlaridagi o‘zgarishlarni aniqlashda samarali qo‘llaniladi. Inson omilini kamaytirishda elektron total stansiyalar, raqamli nivelirlar va avtomatlashtirilgan geodezik tizimlar yordamida o‘lchovlarda inson xatosi sezilarli darajada kamayadi. Bu yer resurslarini kuzatish jarayonini yanada ishonchli, barqaror va qayta ishlash uchun mos qiladi.

Zamonaviy geodezik va monitoring texnologiyalari yer resurslarini kuzatish jarayonini sezilarli darajada samarali qiladi. Aniqlik oshadi, ma’lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish osonlashadi, inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklar esa minimal darajaga tushiriladi. Shu bilan birga, monitoring natijalari turli sohalarda – kadastr, qishloq xo‘jaligi, urbanizatsiya va ekologiya – qaror qabul qilish va rejalashtirish uchun muhim manba bo‘lib xizmat qiladi.

1-jadval

Yer resurslari monitoring texnologiyalarining aniqlik va tezkorlik solishtiruvi

Texnologiya	Aniqlik (sm)	O‘lchov tezligi (soat/1 km²)
An’anaviy geodezik usullar	10–20	5–6
GNSS	2–5	1–2
Dron va RS tasvirlari	3–5	0,5
Elektron total stansiya	1–3	1–1,5



1-rasm. Yer resurslari monitoring texnologiyalarining aniqlik va tezkorlik solishtiruvi diogrammasi

MUHOKAMA. Yer resurslarini monitoring qilishda zamonaviy texnologiyalar an’anaviy usullarga nisbatan sezilarli afzalliklarga ega. Aniqlik va tezkorlik jihatidan solishtirganimizda GNSS texnologiyalari yordamida geodezik

ISSN 3030-3907

nuqtalarni aniqlash an’anaviy trigonometrik va topografik usullarga nisbatan 2–3 baravar tezroq amalga oshiriladi. Aniqlik ±2–5 sm darajasida bo‘lib, hududlarni keng qamrovli monitoring qilish imkonini beradi. Jadvalda ko‘rsatilganidek, elektron total stansiyalar va GNSS tizimlari an’anaviy geodezik usullarga nisbatan aniqroq va samaraliroq natija beradi. Ushbu natijalar GNSS va dron texnologiyalari monitoring jarayonini sezilarli darajada tezlashtirishini ko‘rsatadi. Masalan, qishloq xo‘jaligi maydonlarini dron yordamida 1 gektarni bir necha daqiqada tahlil qilish mumkin, bu an’anaviy usullarda soatlar talab qiladigan jarayon. Masofadan zondlash orqali yerning degradatsiyaga uchrayotgan hududlari, o‘simlik qoplamasi o‘zgarishi va suv resurslarining kamayishi kabi tendensiyalar real vaqt rejimida kuzatiladi. GIS tizimlari turli manbalardan olingan ma’lumotlarni (sun’iy yo‘ldosh tasvirlari, dron tasvirlari, geodezik o‘lchovlar) birlashtirib, ularni xaritalar, grafiklar va diagrammalar orqali vizual tarzda tahlil qilish imkonini beradi. Bu esa qaror qabul qilish va rejalashtirish jarayonlarini sezilarli darajada yaxshilaydi.

Elektron total stansiyalar, raqamli nivelirlar va avtomatlashtirilgan geodezik tizimlar yordamida o‘lchovlarda inson xatosi sezilarli darajada kamayadi. Bu monitoring jarayonini yanada ishonchli, barqaror va qayta ishlash uchun mos qiladi. Natijada yer resurslarini kuzatish samaradorligi oshadi, ma’lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilish osonlashadi.

Zamonaviy monitoring texnologiyalari turli sohalarda qo‘llaniladi:

- Kadastr**:** yer maydonlarini aniqlash va huquqiy reestrlarni yangilash
- Qishloq xo‘jaligi: resurslardan optimal foydalanish va hosildorlikni oshirish
- Urbanizatsiya: shahar rejalashtirish va hududiy rivojlanish monitoring
- Ekologiya: tuproq degradatsiyasi, suv resurslari va o‘simlik qoplamasini kuzatish

Shu bilan birga, natijalar ilgari mavjud tadqiqotlar bilan solishtirilganda mos keladi va zamonaviy texnologiyalarning yer resurslarini monitoring qilishdagi samaradorligini tasdiqlaydi.

XULOSA. GIS tizimlari orqali turli manbalardan olingan ma’lumotlarni birlashtirib, vizual tarzda tahlil qilish va xaritalash mumkinligi monitoring jarayonining samaradorligini oshirdi. Elektron total stansiyalar va avtomatlashtirilgan geodezik tizimlar inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni minimallashtirib, o‘lchovlarning ishonchliligini ta’minladi.

Olingan natijalar zamonaviy monitoring texnologiyalarining yer resurslarini kuzatishda, urbanizatsiya, qishloq xo‘jaligi, ekologiya va kadastr sohalarida qaror qabul qilish va rejalashtirish jarayonlarida muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, texnologiyalarning qo‘llanilishi yer resurslarini barqaror boshqarish va ekologik xavfsizlikni ta’minlashga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. G‘.N.Aliqulov, M.J.G‘ofirov, B.N.Jumanov. “Geodeziya” o‘quv qo‘llanma. Qarshi: “Intellekt” nashriyoti. 2021 y
2. M.J.G‘ofirov. “Geodeziya” darslik. Qarshi: “Intellekt” nashriyoti. 2023 y
3. G‘ofirov, M. J. (2025). GEODEZIYA, KARTOGRAFIYA VA KADASTR TA’LIM YO ‘NALISHI TALABALARNING KASBIY TAYYORGARLIGINI RIVOJLANTIRISHNING BAHOLASH MEZONLARI. RESEARCH AND EDUCATION, 4(3), 53-56.
4. G‘ofirov, M. J. (2025). ZOVURLARNI TA’MIRLASH VA BARPO ETISHDA QO ‘LLANILADIGAN GEODEZIK ASBOBLAR. RESEARCH AND EDUCATION, 4(3), 48-52.
5. Jumayevich, G. O. M., & Qizi, U. M. Y. (2024). YER RESURSLARIDAN SAMARALI FOYDALANISH JARAYONIDA VUJUDGA KELGAN MUAMMOLAR. Science and innovation, 3(Special Issue 18), 624-627.
6. Jumayevich, G. O. M., & Shamsiddin o‘g‘li, B. S. (2022). MUHANDISLIK YO ‘NALISHI TALABALARINING UMUMKASBIY TAYYORGARLIGIGA QO ‘YILADIGAN TALABLAR. RESEARCH AND EDUCATION, 78.
7. Гофиров, М. Ж. (2022). ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕФОРМ И ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ. Вестник науки, 3(10 (55)), 100-104.
8. G‘ofirov, M. J., & Mirzayev, J. O. (2022). XATOLAR NAZARIYASI HAQIDA UMUMIY MA'LUMOT. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2(1), 1175-1177.
9. G‘ofirov, M. J., Mirzayev, J. O., & Qurbonmurodov, A. A. (2022). YER TUZISH VA KADASTR ISHLARI UCHUN GEODEZIK O ‘LCHOVLARNI MATEMATIK QAYTA ISHLASH NAZARIYASI VA AMALIYOTINI TAKOMILLASHTIRISH. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2(1), 1178-1181.
10. Jumaevich, G. M. (2021). Integrated learning concept. ACADEMICIA: AN INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY RESEARCH JOURNAL, 11(1), 1188-1191.
11. Khimmataliev, D. O., Khakimov, J. O., Sharipova, S. S., Turaev, M. F., Gofirov, M. J., & Murodova, Z. Q. (2021). Formation of didactic competence of students as a pedagogical problem. Annals of the Romanian Society for Cell Biology, 25(4), 7552-7567.
12. G‘ofirov, M. J., & Bolibekov, S. S. o ‘g ‘li.(2022). Muhandislik yo ‘nalishi talabalarining umumkasbiy tayyorgarligiga qo ‘yiladigan talablar. International conferences, 1 (8), 78–82.

ISSN 3030-3907

13. G‘ofirov, M. J. Shukurova SA qizi.(2022). In Kompetentli yondashuv asosida bo ‘lajak muhandislarning umumkasbiy tayyorgarligini rivojlantirish. International conferences (Vol. 1, No. 8, pp. 12-16).

ISSN 3030-3907

ALMASHINGAN BENZIMIDAZOLLAR QATORI TIOAMIDLARINI ALKILLASH

Pirnazarova Nasiba Baymanovna
Qarshi davlat universiteti, k.f.f.d (PhD)., dotsent
Jumag‘ulova Saodat Ernafasovna
Qarshi davlat universiteti, magistr
Eshmo‘minov Sandjar Shermamat o‘g‘li
Qarshi davlat universiteti, bakalavr
E-mail:pirnazarovanasiba05@gmail.com

Annotasiya. Tarkibida oltingugurt atomi saqlagan organik birikmalarning muhim vakillaridan biri tioamidlar va ularning hosilalaridir. Tioamidlarda bifunksional xususiyatlarning borligi yoki azot va oltingugurt markazlarining mavjudligi, ularning reaksiyalarda elektrofil yoki nukleofil reagentlar sifatida ishtitok etishi, u yoki bu reaksion markazli geterosiklik birikmalar hosil bo‘lishiga olib keladi. Tioamidlarning turli modifikatsiyalarini tadqiq etish ham nazariy ham amaliy jihatdan ahamiyatga egadir. Chunki, tioamidlardagi reaksion faol funksional guruhlar va fragmentlar oson reaksiyaga kirishib yangi potensial biologik faol birikmalar hosil qilishi mumkin. Shuning uchun, mazkur maqolada sintez qilingan ayrim tioamidlarni alkillash reaksiyalari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: tioamidlar, benzimidazol, aromatiklik, , alkillash, elektronoakseptor, proton, alkilgalogenidlar.

Аннотация. Одними из важных представителей органических соединений, содержащих атом серы, являются тиоамиды и их производные. Наличие у тиоамидов бифункциональных свойств или наличие азотистых и серных центров, их способность выступать в реакциях в качестве электрофильных или нуклеофильных реагентов приводит к образованию гетероциклических соединений с тем или иным реакционным центром. Изучение различных модификаций тиоамидов имеет как теоретическое, так и практическое значение, поскольку реакционноспособные функциональные группы и фрагменты в тиоамидах могут легко реагировать с образованием новых потенциально биологически активных соединений. Поэтому в данной статье представлены реакции алкилирования некоторых синтезированных тиоамидов.

Ключевые слова: тиоамиды, бензимидазол, ароматичность, алкилирование, акцептор электронов, протон, алкилгалогениды.

Abstract. One of the important representatives of organic compounds containing a sulfur atom is thioamides and their derivatives. The presence of bifunctional properties in thioamides or the presence of nitrogen and sulfur centers, their ability to act as electrophilic or nucleophilic reagents in reactions, leads to the formation

ISSN 3030-3907

of heterocyclic compounds with one or another reaction center. The study of various modifications of thioamides is of both theoretical and practical importance, since the reactive functional groups and fragments in thioamides can readily react to form new potentially biologically active compounds. Therefore, this article presents the alkylation reactions of some synthesized thioamides.

Keywords: thioamides, benzimidazole, aromaticity, , alkylation, electron acceptor, proton, alkyl halides.

Kirish.

Adabiyot ma'lumotlarini tahlil qilish asosida geterosiklik tioamidlar kimyosi sintetik organik kimyoda hali ham katta qiziqish uyg'otadi. Shuningdek, sintez qilingan tioamidlarning biologik faolligi juda keng ta'sir doirasi bilan ifodalanadi. Xususan, ular orasida tibbiyotda qo'llash uchun: yurak-qon tomir kasalliklari, virus va bakteriyalar, yallig'lanish, artrit, allergiya, saraton, sil va yaralarga qarshi, analgetiklik, antidiabet, antigistamin va boshqa dori vositalari aniqlangan. Qishloq xo'jaligida qo'llash uchun esa: insektisidlar, fungisidlar, gerbisidlar, nematosidlar tavsiya etilgan. Ushbu ma'lumotlar, tioamidlar qatori birikmalarining ham nazariy ham amaliy ahamiyati yuqori ekanligini bildiradi. Bizgacha amalga oshirilgan tadqiqotlarda benzimidazollar qatorida tioamidlar sintezi, kimyoviy o'zgarishlari va biologic faolliklari bo'yicha, ayrim ilmiy-amaliy izlanishlar olib borilgan. Bunday tadqiqotlar sifatida, mualliflar tomonidan trisiklik benzimidazollar ishtirokida olib borilgan har xil Vilgerodt-Kindler reaksiyalari, olingan tioamidlarning elektrofil va nukleofil almashinish reaksiyalarini ko'rishimiz mumkin.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya. Sintez qilingan birikmalarning IQ-spektrlari Perkin-Elmer firmasining IQ-Fure Sistema 2000 spektrometrida KBr li tabletkalarda, ^{1}HYaMR- spektri Unity-400 asbobida (ishchi chastotasi 400 MGs, ichki standart GMDS, δ-shkalasi) $CDCl_3$, CD_3OD, CD_3COCD_3, $CDCl_3$+CD_3OD erituvchilarida olindi, yupqa qatlamli xromatografiya (YuQX «Sorbfil» (Rossiya), «Whatman® UV-254» (Germaniya) plastinkalarida tekshirildi, elyutenlar sifatida esa benzol:aseton-3:2(A), benzol:methanol-3:1 (B), xlaroform:methanol- 3:1 (C) erituvchlar sistemasi qo'llanildi. Ochiltiruvchi (proyavitel): UB-nuri (254 va nm, Spektroline, AQSH) va yod bug'lari.

2-Metilbenzimidazol sintezi

Tubi yumaloq 500 ml li kolbaga 54 g (0,5 mol) o-fenilindiamin, 45 ml (0,75 mol) muz sirka kislota va 1-2 ml xlorid kislota solindi. Kolba qaytarma sovitgichga ulanib moy hammomida 2-soat qaynatildi. So'ngra aralashmani 60 ml suv bilan suyultirib kolbaga 5 g aktivlangan ko'mir qo'shildi va 30 minut davomida qaynatildi. Aralashma Byuxner voronkasida filtrlandi. Filtrat sovitib turilgan holda ammiak eritmasi bilan nyqtrallandi. Tushgan cho'kma suv bilan yuvib quritildi.

ISSN 3030-3907

Unum 55,4 g (84,5%), suyuqlanish harorati 176-177^{0}S, R_f = 0,45 (benzol:methanol). Adabiyot bo‘yicha $T_{suyuq.}$- 178-179.

2-Metil-5-xlorbenzimidazol

4-Xlor -2 – nitroanilinning 1,73 g (10 mmol), sirka kislotasining 3,6 g (60 mmol), 1,68 g (30 mmol) temir kukuni 10 ml 32% xlorid kislota aralashmasi 70^{0}S ga qadar qizdiriladi, shu haroratda 1 soat, so‘ngra 90-100^{0}S da 2 soat davomida ushlab turiladi. Reaksiya aralashmasi sovitiladi va unga pH 9-10 ga kelgunicha 20% natriy gidroksid qo‘shiladi, hosil bo‘lgan cho‘kma spirt bilan qayta tozalanadi. Miqdori 1,4 g (84,0%), suyuqlanish harorati 205-207^{0}S, R_f = 0,69 (benzol:methanol). Adabiyot bo‘yicha suyuqlanish harorati 206-207^{0}S. 2-Metil-5-xlorbenzimidazol: Spektr ^{1}H YaMR (δ, m.d., J/Gs): 2.50 (3H, s, CH_3), 7.11 (1H, dd, J=8.5, J=2.0, $H_{arom.}$-6), 7.36 (1H. ush.d, J=8.5, H_{aro}-7), 7.40 (1H, ush.s, $H_{aro.}$-4).

5-Xlorbenzimidazolil-2-tiokarbon kislota anilidi sintezi

Tubi yumaloq 200 ml hajmli kolbaga 1.66 g (10 mmol) 2-metil-5-xlorbenzimidazol, 1.0 ml (1.02 g, d=1.02 g/ml, 11 mmol) anilin, 0.96 g (30 mmol) oltingugurt, 0.192 g (0.8 mmol) Na_2S*9H_2O, 6 ml DMSO aralashmasi moy hammomida 130-135^{0}S da 10 soat davomida qizdirildi. Reaksion aralashmani 70^{0}S ga sovitilib, 3 marta 5% ml NaOH eritmasi bilan (30 ml dan) ekstraksiya qilindi. Ekstraktlar filtrlandi. Filtrat suyultirilgan H_2SO_4 bilan pH 5-6 ga keltirildi. Tushgan cho‘kma filtrlandi, quritildi va izopropil spirtda qayta kristallandi. Natijada 2.51 g (87%) anilid olindi, suyuqlanish harorati 262-264^{0}S, R_f =0.62 (benzol:atseton-3:2)

5-Xlorbenzimidazolil-2-tiokarbonkislota morfolidi

Yuqoridagi usulga 1.66 g (10 mmol) 2-metil-5-xlorbenzimidazol 1.68 ml (1.7 r, d=1.01 g/ml, 20 mmol) morfolin, 0.96 g (30 mmol) oltingugurtdan 2.03 g (72%) morfolid olindi, suyuqlanish harorati 222-224^{0}S, R_f=0.80 (benzol:aseton-3:2).

Metil (E) –N-fenil-5-xlorbenzimidazol-2-karbimidotioat

Qaytarma sovitgich bilan jihozlangan 200 ml li kolbaga 2.87 g (10 mmol) 5-xlorbenzimidazolil-2-tiokarbonkislota anilidi, 0.56 g (10 mmol) kaliy gidroksid, 50 ml etil spirit solib, moddalar to‘liq erigunicha suv hammomida qizdirildi. Reaksion aralashma sovutilib, 2.13 g metil yodid (15 mmol, 0.93 ml, d=2.28 g/ml) solindi, suv hammomida 6 soat 75-80^{0}S da qaynatildi. Reaksion aralashma avval 5% li natriy gidroksid eritmasi, so‘ngra xloroform bilan ekstraksiya qilindi. Ekstraksiya haydab olindi, qoldiq metanolda qayta kristallandi va 2.34 g (78%) unum bilan mahsulot olindi, suyuqlanish harorati 158-160^{0}S , R_f =0.76 (benzol:methanol – 3:1)

Etil (E) –N-fenil-5 -xlorbenzimidazol-2-karbimidotioat

ISSN 3030-3907

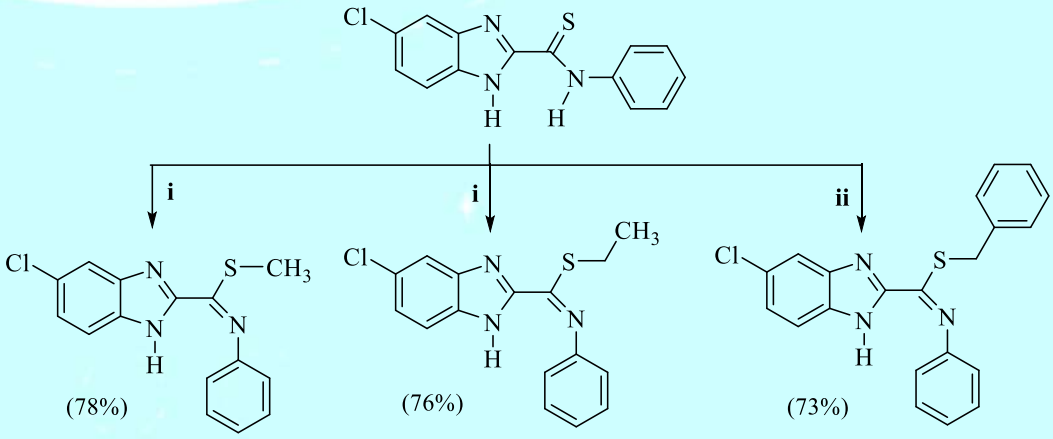
Yuqoridagi usul yordamida 2.87 g (10) 5-xlorbenzimidazolil-2-tiokarbonkislota anilidi, 0.56 g (10 mmol) natriy gidroksid, 2.39 g (76%) mahsulot olindi, suyuqlanish harorati 117-119^{0}S, R_f = 0.83 (benzol:metanol-3:1). IQ (v,sm^{-1}): 2987 (NH), 1450 (C=N), 1280(C=S).

Benzil (E)-N-fenil-5-xlorbenzimidazol-2-karbimidotioat

2.87 g (10 mmol) 5-xlorbenzimidazolil-2-tiokarbonkislota anilidi, 0.56 g (10 mmol) kaliy gidroksid, 1.26 g (10 mmol, 1.14 ml, d=1.100 g/ml) benzil xlorid va 50 ml etil spirtidan yuqoridagi usul asosida 2.84 g (73%) mahsulot olindi, suyuqlanish harorati 180-182^{0}S, R_f=0.85 (benzol:aseton -3:2).

Muhokama. Tioamidlarning turli modifikatsiyalarini tadqiq etish ham nazariy ham amaliy jihatdan ahamiyatga egadir. Chunki, tioamidlardagi reaksion faol funksional guruhlar va fragmentlar oson reaksiyaga kirishib yangi potensial biologik faol birikmalar hosil qilishi mumkin. Shuning uchun, mazkur maqolada sintez qilingan ayrim tioamidlarni alkillash reaksiyalari keltirilgan.

Jumladan, 5-xlorbenzimidazolil-2-tiokarbonkislota anilidini alkillash reaksiyalari spirt eritmasida ishqoriy katalizator ishtirokida olib borildi. Alkilgalogenidlar sifatida metil va etil yodidlar hamda benzil xlorid qo‘llaniladi. 5-xlorbenzimidazolil-2-tiokarbonkislota anilidi: alkilgalogenid:KOH – 1:1.5:1 (metil va etil yodidlar bilan) va 1:1:1 (benzil xlorid bilan) nisbatdagi aralashmasini 6 soat qaynatib olib borildi. Natijada E-izomer shakldagi: metil (E)-N-fenil-5-xlorbenzimidazol-2-karbimidotioat (78%), etil (E)-N-fenil-5-xlorbenzimidazol-2-karbimidotioat (59%), benzil (E)-fenil-5-xlorbenzimidazol-2-karbimidotioatlar (73%) hosil bo‘lishi, yani reaksiyalarning selektiv tarzda oson qutblanuvchan S-oltingugurt atomiga ketishi aniqlandi.



i) :MeI/EtI:KOH - 1:1.5:1; EtOH, 75-80^{0}C, 6 c; **ii**) BnCl:KOH - 1:1:1; EtOH, 75-80^{0}C, 6 c

ISSN 3030-3907

1-jadval

Bunda alkil zanjirlarning kattalashib borishi bilan mahsulotlar unumi qisman kamayib borishini kuzatishimiz mumkin.

Birikma	Brutto formulasi	Alkil galogenid	Unum, %	Rf (sistema)	Suyuqlanish harorati, ^{0}S
1	$C_{15}H_{12}ClN_3S$	Metil yodid	78	0.76	158-160
2	$C_{16}H_{14}CN_3S$	Etil yodid	76	0.83	117-119
3	$C_{20}H_{16}N_4O_2S$	Benzil xlorid	73	0.85	180-182

Olingan birikmalarning tuzilishi spectral usullar yordamida isbotlandi. Masalan, (E)-N-fenil-5-xlorbenzimidazol-2-karbimidotioatning ^{1}H YaMR-spektrida ($CDCL_3$: aromatik protonlar kuchsiz 8.11 m.u. sohadabir protonli dublet (H-4), 7.97 m.u. da ham bir protonli dublet (H), 7.87 m.u da bir protonli dublet (H-7), fenil fragmentining aromatik protonlari: 7.52 m.u da ikki protonli dubletlar tripleti (H-4’), fenil fragmentining aromatic protonlari: 7.52 m.u da ikki protonli dubletlar triplet ((H-4’), 7.32-7-46 m.u da to‘rt protonli multiplet (H-2’,3’,5’,6’) shaklida ko‘rinishi va metil S-CH_3 guruhi protonlari 4.41 m.u da uch protonli singlet (3H s) ko‘rinishida namoyon bo‘lishi unining tuzilishini tasdiqlaydi va metillash reaksiyasi S- atomiga ketganligini bildiradi.

Xulosa. Shunday qilib, reaksiyalarning selektiv tarzda oson qutblanuvchan S-atomiga ketishi aniqlandi. Bunda alkil zanjiri kattalashib borishi bilan mahsulotlar unumi qisman kamayib borishini kuzatishimiz mumkin.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Koketsu M., Ishihara H. Synthesis and applications of chalcogenoamide: thio-seleno- and telluroamides // Curr. Org. Synth. –2007. –Vol.4. –P.15–29.

2. Якубов У.М., Пирназарова Н.Б., Джуматанова Т.У., Османов З.Н., Мамадрахимов А.А., Шахидоятов Х.М. Поиск биологически активных соединений в ряду анилида 5-хлорбензимидазолил-2-тиокарбоновой кислоты // Материалы научно-практической конференции «Интеграция образования, науки и производства в фармации». -Ташкент. –2014 . –С.57-58.

3. Abdullaev S., Pirnazarova N.B., Obidova I.F., Rashidov M., Yakubov U.M, Ashurov J.M. Synthesis and crystal structure of 1H-benzo[d]imidazole-2-yl-(morpholino)methanethione //Actual problems of the chemistry of natural compounds. Scientific conference of young scientists. March 17, 2022. Tashkent. –P.123.

4. Yakubov U.M., Pirnazarova N.B., Mamadrahimov A.A., Shakhidayatov Kh.M. Alkylation of anilide-2-benzimidazolyl thiocarbonic acid // Xth International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds. Abstracts. November 21-23, 2013. Tashkent-Bukhara, Uzbekistan. -P.104.

ISSN 3030-3907

5. Pirnazarova N.B., Yakubov U.M., Shaxidoyatov X.M. Sintez 5-nitrobenzimidazolil-2-tiokarbonovoy kisloti // Respublika ilmiy va ilmiy-texnik anjumani maqolalar to‘plami. Tabiiy birikmalar va polimerlarning spektroskopik tadqiqotlarini tashkil etish masalalari. 2013, 17 iyun. -Qarshi. -149-150 b.

ISSN 3030-3907

ZAMONAVIY GEODEZIK O‘LCHOV USULLARI VA ULARNING AMALIYOTDA QO‘LLANILISHI

G‘ofirov Muzaffar Jumayevich
Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti
https://orcid.org/0009-0007-2426-3752
E-mail: muzaffargofirov@gmail.com

Annotatsiya: Geodeziya sohasida qo‘llanilayotgan zamonaviy o‘lchov usullarini nazariy va amaliy jihatdan o‘rganish, ularning an’anaviy usullardan ustun tomonlarini ko‘rsatish hamda turli sohalarda samarali qo‘llash imkoniyatlarini tahlil qilishdan iboratdir. Xususan, GNSS texnologiyalari, elektron total stansiyalar, raqamli nivelirlar va masofadan zondlash vositalarining imkoniyatlarini o‘rganish orqali geodezik o‘lchovlarning aniqligi va tezkorligini oshirish yo‘llarini tahlil qilish, zamonaviy texnologiyalar yordamida inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytirish usullarini ko‘rsatib berishdan iborat.

Kalit so‘zlar: geodeziya, geodezik o‘lchovlar, zamonaviy texnologiyalar, GNSS, GPS, total stansiya, raqamli nivelir, masofadan zondlash, dron, GIS texnologiyalari, aniqlik, monitoring, kadastr.

Аннотация: в области геодезии исследование современных методов измерений с теоретической и практической точек зрения, выявление их преимуществ по сравнению с традиционными методами, а также анализ возможностей эффективного применения в различных сферах. В частности, изучение возможностей технологий GNSS, электронных тотальных станций, цифровых нивелиров и дистанционных зондирующих устройств с целью анализа способов повышения точности и оперативности геодезических измерений, а также демонстрация методов снижения ошибок, связанных с человеческим фактором, с использованием современных технологий.

Ключевые слова: геодезия, геодезические измерения, современные технологии, GNSS, GPS, тотальная станция, цифровой нивелир, дистанционное зондирование, дрон, технологии ГИС, точность, мониторинг, кадастр.

Abstract: in the field of geodesy, this involves the study of modern measurement methods from both theoretical and practical perspectives, identifying their advantages over traditional methods, and analyzing the possibilities for their effective application in various fields. In particular, it includes examining the capabilities of GNSS technologies, electronic total stations, digital levels, and remote sensing instruments to analyze ways of improving the accuracy and efficiency of geodetic measurements, as well as demonstrating methods to reduce human-related errors using modern technologies.

ISSN 3030-3907

Keywords: geodesy, geodetic measurements, modern technologies, GNSS, GPS, total station, digital level, remote sensing, drone, GIS technologies, accuracy, monitoring, cadaster.

Kirish.

Mustaqillik yillarida mamlakatimizda fan va texnika sohasida katta yutuqlarga erishildi. Ayniqsa, geodeziya va kartografiya yo‘nalishida zamonaviy texnologiyalarni joriy etish orqali an’anaviy o‘lchov usullari takomillashtirildi hamda yuqori aniqlikdagi natijalarga erishish imkoniyati yaratildi. Hozirgi davrda geodezik o‘lchovlar faqatgina qurilish yoki yer tuzish ishlarida emas, balki transport infratuzilmasi, ekologik monitoring, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, kadastr tizimlari va kosmik tadqiqotlarda ham keng qo‘llanilmoqda. Geodeziyada zamonaviy o‘lchov texnologiyalari sifatida GNSS (Global Navigation Satellite Systems)**,** total stansiyalar**,** raqamli nivelirlar**,** shuningdek dronlar va masofadan zondlash tizimlari keng qo‘llanilmoqda. Bu usullar nafaqat tezkorlik va aniqlikni oshiradi, balki mehnat unumdorligini ko‘paytirib, inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytiradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYASI. Yer yuzidagi biror nuqtaning boshlang‘ich deb qabul qilingan nuqtaga nisbatan o‘rnini ifodalovchi miqdorga shu nuqtaning koordinatasi deyiladi. Fan texnikasining turli sohalarida xilma – xil koordinata sistemalari qo‘llaniladi, geodeziyada asosan geografik, to‘g‘ri burchakli va qutbli koordinata sistemalari qo‘llaniladi.

Ma’lum orbitalardagi maxsus yer sun’iy yo‘ldoshlarining signallaridan foydalanib nuqtaning koordinatasi (o‘rnini - pozitsiyasini) ni aniqlash yangi geodezik texnologiya hisoblanadi. Hozirda yer sun’iy yo‘ldoshlaridan foydalanib koordinatalarni aniqlashda uch xil balandlikdagi orbitalarda uchayotgan yo‘ldoshlar tizimidan foydalanilmoqda, bular; Rossiyaning GLONASS (Sun’iy yo‘ldoshlar global navigatsiya tizimi), Amerikani NAVSTAR GPS - (masofa va vaqt aniqlashni navigatsiya tizimi, koordinata aniqlashni global tizimi), Yevropaning GALILEO tizimlari. Sun’iy yo‘ldoshlardan foydalanib koordinata (nuqta o‘rnini) aniqlash uch sigmentdan iborat: yer yo‘ldoshlari - kosmik apparatlar; yerdan nazorat qilish va boshqarish; qabul qilish qurilmasi (foydalanuvchi apparatlari).

NATIJALAR. GNSS texnologiyasi hozirgi davrda geodezik o‘lchovlarning eng keng tarqalgan usullaridan biri hisoblanadi. Tadqiqot davomida statik va RTK (Real-Time Kinematic) rejimlari orqali kuzatuvlar olib boriladi. Statik kuzatuvlar uzun muddatli kuzatuv natijasida koordinatalar ±5 mm aniqlikda qayd etadi. Ushbu natija xalqaro standartlarga mos keladi va yuqori aniqlik talab qilinadigan geodezik tarmoqlarni loyihalashda ishonchli hisoblanadi. RTK kuzatuvlar qisqa muddatli kuzatuv asosida koordinatalar ±20 mm aniqlikda belgilandi. Bu usul tezkorlik

ISSN 3030-3907

jihatidan samarali bo‘lib, qurilish va kadastr ishlarida amaliy ahamiyat kasb etadi. Signal sifati kuzatuv hududida signal to‘siqlari minimal bo‘lgani sababli hal qilish muvaffaqiyati 95% dan yuqori bo‘ladi. GNSS texnologiyasi katta hududlarda tezkor koordinata olishda va milliy geodezik tarmoqlarni yaratishda samarali vosita bo‘lib xizmat qiladi.

Total stansiya natijalari shuni ko‘rsatadiki, bu texnologiya qisqa masofalarda va yuqori aniqlik talab qilinadigan muhandislik inshootlari ko‘prik, bino, gidrotexnika inshootlari loyihalash va qurishda muhim vosita bo‘lib xizmat qiladi.

Yopiq poligon shaklida olib borilgan nivelirlash natijasida balandlik xatosi 1 km masofaga 0.35 mm gacha bo‘ladi. Bu ko‘rsatkich me’yoriy talablar (0.5 mm/km) dan yuqori aniqligini ifodalaydi. Nivelirlash natijalari GNSS yordamida aniqlangan geoid balandliklari bilan solishtirilganda ±15 mm farq kuzatiladi. Bu esa GNSS texnologiyasida balandlik hisoblashda geoid modelini tanlash muhimligini ko‘rsatadi. Nivelirlash balandliklarni yuqori aniqlikda aniqlash uchun eng ishonchli usul bo‘lib, transport infratuzilmasi va gidrotexnika inshootlarini loyihalashda asosiy rol o‘ynaydi.

1-jadval

O‘lchov usullarini taqqoslanishi. Turli texnologiyalar natijalarini quyidagi jadvalda keltirildi:

O‘lchov usuli	O‘rtacha aniqlik	Afzalliklari	Cheklovlari
GNSS (statik)	±5 mm	Keng hududda yuqori aniqlik	Uzoq vaqt kuzatuv zarur
GNSS (RTK)	±20 mm	Tezkorlik, real vaqt natijasi	Referens stansiyaga bog‘liq
Total stansiya	±2–3 mm	Yuqori aniqlik, ko‘p funksiyali	Ko‘rish chizig‘i talab etadi
Nivelir	0.3–0.5 mm/km	Juda yuqori aniqlikda balandlik	Faqat balandlikka cheklangan

Taqqoslash natijalariga ko‘ra, eng yuqori aniqlik nivelirlashda kuzatiladi, GNSS esa keng hududlarda tezkorlik jihatidan afzal. Total stansiya esa ko‘p funksiyaliligi va universal qo‘llanishi bilan ajralib turadi.

MUHOKAMA. Yuqorida qayd etilgan ko‘rsatkichlarni tekshirish natijasida quyidagilarni keltirishimiz mumkin bo‘ladi.

Kombinatsiyalashgan qo‘llash**.** Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, turli texnologiyalarni kombinatsiyalashgan holatda qo‘llash eng samarali natija beradi. Masalan, GNSS yordamida umumiy tarmoq loyihalansa, total stansiya orqali muhandislik inshootlari aniqlashtiriladi, nivelirlash esa balandlikni yuqori aniqlikda ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

Amaliy samaradorlik**.** Qurilish, transport va kadastr ishlarida GNSS va total stansiyani kompleks qo‘llash vaqt va mablag‘ni 25–30% tejash imkonini beradi. Respublikamizda CORS stansiyalari tarmog‘ining rivojlanishi GNSS texnologiyalarini keng joriy etish imkonini bermoqda. Shu bilan birga, tog‘li hududlarda ko‘rish chizig‘i cheklanganligi sababli total stansiya va nivelirlash texnologiyalaridan foydalanish hamon dolzarb bo‘lib hisoblanadi.

Cheklovlar GNSS texnologiyasi elektromagnit shovqinlar, atmosfera xatolari va signal to‘silishi sababli ba’zi hollarda ishonchsiz natijalar berishi mumkin. Total stansiyalar esa qimmat va yuqori malakali mutaxassislarni talab qiladi. Nivelirlash esa faqat balandlik aniqlash bilan cheklangan.

XULOSA. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, zamonaviy geodezik o‘lchov usullari – GNSS, total stansiya va raqamli nivelir – turli amaliy ehtiyojlar uchun yuqori samaradorlik bilan qo‘llanilishi mumkin.

GNSS texnologiyasi keng hududlarda tezkor koordinata olish imkonini beradi va real vaqt kuzatuvlari yordamida qurilish, kadastr va yer resurslarini monitoring qilishda muhim vosita hisoblanadi.

Total stansiya yuqori aniqlik va ko‘p funksiyalilikni ta’minlab, muhandislik inshootlarini loyihalash va monitoring qilishda dolzarbdir.

Nivelirlash ishlari balandliklarni eng yuqori aniqlikda aniqlash imkonini beradi, shuning uchun transport infratuzilmasi, gidrotexnika va topografik ishlarda ustuvor vosita sifatida ishlatiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, turli texnologiyalarni kompleks qo‘llash samaradorlikni oshiradi va xatoliklarni kamaytiradi.

O‘zbekiston sharoitida zamonaviy geodezik texnologiyalarni keng tatbiq etish uchun CORS tarmog‘i va masofadan zondlash tizimlaridan samarali foydalanish tavsiya etiladi.

Qurilish, transport va kadastr ishlari uchun texnologiyalarni kombinatsiyalash, masalan, GNSS bilan tarmoq koordinatalarini aniqlash, total stansiya bilan muhandislik ob’ektlarini tekshirish, nivelirlash bilan balandlikni aniqlash, eng optimal natijalarni beradi.

Tashkilot va korxonalarda malakali kadrlarni tayyorlash, asbob-uskunalarni muntazam kalibrlash va sifat nazoratini joriy etish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. G‘.N.Aliqulov, M.J.G‘ofirov, B.N.Jumanov. “Geodeziya” o‘quv qo‘llanma. Qarshi: “Intellekt” nashriyoti. 2021 y
2. M.J.G‘ofirov. “Geodeziya” darslik. Qarshi: “Intellekt” nashriyoti. 2023 y
3. G‘ofirov, M. J. (2025). GEODEZIYA, KARTOGRAFIYA VA KADASTR TA’LIM YO ‘NALISHI TALABALARNING KASBIY TAYYORGARLIGINI

ISSN 3030-3907

RIVOJLANTIRISHNING BAHOLASH MEZONLARI. RESEARCH AND EDUCATION, 4(3), 53-56.
4. G‘ofirov, M. J. (2025). ZOVURLARNI TA’MIRLASH VA BARPO ETISHDA QO ‘LLANILADIGAN GEODEZIK ASBOBLAR. RESEARCH AND EDUCATION, 4(3), 48-52.
5. Jumayevich, G. O. M., & Qizi, U. M. Y. (2024). YER RESURSLARIDAN SAMARALI FOYDALANISH JARAYONIDA VUJUDGA KELGAN MUAMMOLAR. Science and innovation, 3(Special Issue 18), 624-627.
6. Jumayevich, G. O. M., & Shamsiddin o‘g‘li, B. S. (2022). MUHANDISLIK YO ‘NALISHI TALABALARINING UMUMKASBIY TAYYORGARLIGIGA QO ‘YILADIGAN TALABLAR. RESEARCH AND EDUCATION, 78.
7. Гофиров, М. Ж. (2022). ПРОБЛЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕФОРМ И ЗЕМЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ. Вестник науки, 3(10 (55)), 100-104.
8. G‘ofirov, M. J., & Mirzayev, J. O. (2022). XATOLAR NAZARIYASI HAQIDA UMUMIY MA'LUMOT. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2(1), 1175-1177.
9. G‘ofirov, M. J., Mirzayev, J. O., & Qurbonmurodov, A. A. (2022). YER TUZISH VA KADASTR ISHLARI UCHUN GEODEZIK O ‘LCHOVLARNI MATEMATIK QAYTA ISHLASH NAZARIYASI VA AMALIYOTINI TAKOMILLASHTIRISH. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2(1), 1178-1181.
10. Jumaevich, G. M. (2021). Integrated learning concept. ACADEMICIA: AN INTERNATIONAL MULTIDISCIPLINARY RESEARCH JOURNAL, 11(1), 1188-1191.
11. Khimmataliev, D. O., Khakimov, J. O., Sharipova, S. S., Turaev, M. F., Gofirov, M. J., & Murodova, Z. Q. (2021). Formation of didactic competence of students as a pedagogical problem. Annals of the Romanian Society for Cell Biology, 25(4), 7552-7567.
12. G‘ofirov, M. J., & Bolibekov, S. S. o ‘g ‘li.(2022). Muhandislik yo ‘nalishi talabalarining umumkasbiy tayyorgarligiga qo ‘yiladigan talablar. International conferences, 1 (8), 78–82.
13. G‘ofirov, M. J. Shukurova SA qizi.(2022). In Kompetentli yondashuv asosida bo ‘lajak muhandislarning umumkasbiy tayyorgarligini rivojlantirish. International conferences (Vol. 1, No. 8, pp. 12-16).

ISSN 3030-3907

BOSHLANG‘ICH SINF O‘QUVCHILARIDA MEDIA SAVODXONLIKNI OSHIRISHDA ZAMONAVIY METODLARNING QO‘LLANILISHI

Xo‘jaqulov Shavkat Samatovich

A.Avloniy nomidagi Pedagogik mahorat milliy instituti mustaqil izlanuvchisi

Annotatsiya: Ushbu maqola boshlang‘ich sinf o‘quvchilarida media savodxonlikni oshirishda zamonaviy metodlar, psixologik yondashuvlar, xalqaro tajribalar va 4K modelining ahamiyati tahlil qilinadi. Tadqiqotda o‘quvchilarning yoshiga mos metodlar, o‘qituvchilar va ota-onalar ishtiroki, baholash mezonlari, shuningdek, O‘zbekistondagi ilg‘or tajribalar asosida fikr yuritiladi. Maqolada ilmiy-nazariy va amaliy tajribalar asosida boshlang‘ich sinf o‘quvchilarining media savodxonlik ko‘nikmalarini takomillashtirish bo‘yicha takliflar beradi.

Kalit so‘zlar: media savodxonlik, boshlang‘ich ta’lim, 4K modeli, media pedagogika, media axloq, raqamli xavfsizlik

Аннотация: В данной статье анализируется значение современных методов, психологических подходов, международного опыта и модели 4К в повышении медиаграмотности учащихся начальных классов. В исследовании рассматриваются методы, соответствующие возрастным особенностям учащихся, участие учителей и родителей, критерии оценки, а также приводятся рассуждения исходя из передового опыта Узбекистана. В статье на основе научно-теоретических и практических данных представлены предложения по совершенствованию медиаграмотностных навыков учащихся начальных классов.

Ключевые слова: медиаграмотность, начальное образование, модель 4К, медиапедагогика, медиаэтика, цифровая безопасность.

Annotation: This article analyzes the significance of modern methods, psychological approaches, international experiences, and the 4K model in increasing media literacy among primary school students. The research discusses age-appropriate methods for students, the involvement of teachers and parents, assessment criteria, as well as reflections based on the advanced experiences of Uzbekistan. The article presents proposals for improving media literacy skills of primary school students based on scientific-theoretical and practical experiences.

Keywords: media literacy, primary education, 4K model, media pedagogy, media ethics, digital security.

Kirish

So‘nggi o‘n yillikda raqamli texnologiyalarning ta’limga jadal kirib kelishi boshlang‘ich ta’lim tizimini ham tubdan o‘zgartirdi. Axborotga tezkor kirish imkoniyati, turli media platformalarning mavjudligi yosh o‘quvchilar hayotiga erta bosqichdan ta’sir ko‘rsatmoqda. Shu bois, ta’lim tizimi ularni axborotni tanqidiy

ISSN 3030-3907

tahlil qilish, ishonchli va ishonchsiz ma’lumotni ajrata olish, shuningdek, raqamli axloqqa amal qilishga o‘rgatishi zarur.

Boshlang‘ich sinf o‘quvchilari hozirgi kunda YouTube, TikTok, Telegram kabi platformalarning faol foydalanuvchisiga aylangan. Bu esa ularning e’tiborini faqat o‘qituvchi emas, balki boshqa raqamli manbalar ham boshqarayotganini anglatadi. Shunday sharoitda media savodxonlikni shakllantirish nafaqat ta’lim sifati, balki axborot xavfsizligi va madaniy ong uchun ham muhim hisoblanadi (UNESCO 2022).

Media savodxonlikni o‘rgatish esa oddiy informatika darslaridan farqli ravishda keng qamrovli yondashuvni talab qiladi. Bu o‘z ichiga psixologik moslashuv, didaktik strategiyalar, texnologik integratsiya va sotsial muhitni qamrab oladi. Tadqiqot aynan shu omillarni tizimli tahlil qilishga qaratilgan.

Ushbu tadqiqot tahliliy-nazariy va qisman empirik usullar uyg‘unligida amalga oshirildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi boshlang‘ich sinf o‘quvchilarida media savodxonlikni shakllantirishda zamonaviy metodlarning qamrovini aniqlash va ularning ta’lim jarayonidagi samaradorligini aniqlashdan iborat bo‘ldi.

Tahlil qilish uchun xalqaro va mahalliy miqyosdagi 20 dan ortiq manba, jumladan, UNESCO, Common Sense Media, Media Literacy Now tashkilotlari hisobotlari, ilmiy maqolalar, monografiyalar va mahalliy tajribalar tanlab olindi. Ushbu manbalar kontent tahlili usuli asosida o‘rganildi. Kontent tahlili orqali pedagogik va psixologik yondashuvlar, metodik tavsiyalar, tajriba asosidagi yondashuvlar ajratib olindi va tematik jihatdan guruhlandi.

Empirik asos sifatida O‘zbekistonda amalga oshirilgan media savodxonlik dasturlari – yangi darsliklar, metodik marafonlar, raqamli resurslar portali, informatika fanining erta bosqichda joriy qilinishi misol tariqasida tanlab olindi. Bu ma’lumotlar rasmiy veb-saytlar va normativ hujjatlardan to‘plandi.

Shuningdek, nazariy asoslarni kuchaytirish maqsadida Ganiyeva (2023), Mazanyuk (2023), Fedorov (2015) kabi mualliflarning boshlang‘ich sinf o‘quvchilari uchun media savodxonlikni shakllantirishga doir tadqiqotlari tavsifiy yondashuv asosida tahlil qilindi.

Tahlil qilinayotgan har bir muammo uchun kamida ikki xil manba — biri xalqaro, ikkinchisi esa lokal tadqiqotdan tanlab olindi. Bu yondashuv tahlilni yanada kontekstual va moslashtirilgan qilish imkonini berdi. Metodologik yondashuvda shuningdek IMRAD tuzilmasi asos qilib olindi. Unda har bir bo‘lim o‘z funksional vazifasiga mos holda empirik dalil va nazariy asoslar bilan boyitildi.. Tahlil qilinayotgan har bir muammo uchun kamida ikkita nazariy yoki amaliy manba asos qilib olindi.

Tadqiqotning asosiy yo‘nalishi boshlang‘ich sinf o‘quvchilarining media savodxonlik darajasini aniqlash, zamonaviy metodlarning ular uchun

ISSN 3030-3907

samaradorligini baholash va xalqaro tajribalar bilan mahalliy yondashuvlarni taqqoslashdan iborat bo‘ldi. Tadqiqot quyidagi asosiy yo‘nalishlarda olib borildi: (1) media savodxonlikning didaktik va psixologik asoslarini tahlil qilish, (2) ta’lim tizimidagi real amaliyotlarni o‘rganish, (3) ilg‘or xalqaro va mahalliy tajribalarni solishtirish.

Birinchi bosqichda media savodxonlik tushunchasi psixologik jihatdan bolalarning yoshiga mos ravishda qanday shakllanishi mumkinligi o‘rganildi. Bu borada Mazanyuk (2023), Fedorov (2015), Bonderenko (2020) va Khilko (2001) kabi mualliflarning ishlariga tayanildi. Ularning ilmiy qarashlariga ko‘ra, erta yoshdagi bolalar bilan ishlashda vizual, kinestetik va emotsional yondashuvlar asosiy rol o‘ynaydi.

Ikkinchi bosqichda O‘zbekiston ta’lim tizimida media savodxonlik bo‘yicha amalga oshirilayotgan aniq amaliyotlar chuqur o‘rganildi. Jumladan, yangi darsliklarda qo‘llanilayotgan QR kodlar, interfaol topshiriqlar, “Yagona ta’lim resurslari” portali, informatika fanining 1-sinfdan boshlab o‘qitilishi va o‘qituvchilarning malakasini oshirishga qaratilgan kurslar tahlil qilindi. Ushbu ma’lumotlar O‘zbekiston Respublikasi Xalq ta’limi vazirligining rasmiy nashrlari va onlayn platformalari asosida baholandi.

Uchinchi bosqichda esa Common Sense Media (2023), UNESCO (2022) va Media Literacy Now (2023) kabi xalqaro tashkilotlarning tavsiyalari asosida media savodxonlikni shakllantirish bo‘yicha global yondashuvlar tahlil qilindi. Bu manbalar orqali bolalarda tanqidiy tafakkur, media axloq, axborot xavfsizligi va ijodiy fikrlashni shakllantirishga xizmat qiladigan metodikalar aniqlab olindi.

Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, boshlang‘ich sinf o‘quvchilarida media savodxonlikni shakllantirishda metodik vositalar bilan bir qatorda, ularni qo‘llash uslubi ham muhim. Masalan, QR kodlar yoki interaktiv platformalar faqat texnik vosita bo‘libgina qolmasligi, balki bolalarda mustaqil fikrlash, tanqidiy tahlil va ijtimoiy axloqni shakllantirishga yo‘naltirilgan bo‘lishi kerak (UNESCO 2022; Ganiyeva 2023).

Bundan tashqari, tadqiqot davomida mahalliy va xalqaro yondashuvlar orasida uyg‘unlik nuqtalari aniqlanib, boshlang‘ich ta’lim darajasida qo‘llash mumkin bo‘lgan universal model ishlab chiqildi. Bu model 4K modeli (kollaboratsiya, kommunikatsiya, kreativlik, tanqidiy fikrlash) asosida shakllantirilib, unga qo‘shimcha tarzda axborot xavfsizligi, media axloq va oila bilan hamkorlik elementlari kiritildi.

Ushbu yondashuvlar sintez qilinar ekan, Ganiyeva (2023) va Fedorov (2015) ishlaridagi metodik tafsilotlar amaliy takliflar bilan uyg‘unlashtirildi. Tadqiqotdan chiqqan asosiy xulosa shuki: media savodxonlik – bu alohida fan emas, balki

ISSN 3030-3907

fanlararo integratsiyalashgan yondashuv orqali shakllanuvchi kompetensiyalar majmuidir.

Tadqiqot natijalari asosida media savodxonlikni boshlang‘ich sinflarda shakllantirishda bir necha omillar o‘zaro uzviy bog‘liq ekanligi aniqlandi. Tahlil davomida asosiy e’tibor quyidagi yo‘nalishlarga qaratildi: (1) nazariy va amaliy yondashuvlar sintezi, (2) yosh xususiyatlari va metodik uyg‘unlik, (3) xalqaro va mahalliy tajriba taqqoslanishi, (4) baholash mezonlarining tizimlashtirilishi.

Nazariy va amaliy yondashuvlarning integratsiyasi

Tadqiqotda foydalanilgan adabiyotlar shuni ko‘rsatadiki, media savodxonlik alohida o‘quv fanidan ko‘ra, ko‘p fanli va ko‘p bosqichli yondashuvni talab etadi (Fedorov 2015; Bonderenko 2020). Yangi darsliklarda bu integratsiya aniq namoyon bo‘lgan: QR kodlar orqali multimedia vositalariga havola, vizual materiallar, guruhiy mashg‘ulotlar va mustaqil tahlil topshiriqlari mavjud. Shuningdek, bolalarda tanqidiy tafakkur va media axloqni shakllantirishga xizmat qiladigan topshiriqlar doimiy qo‘llaniladi.

Yosh xususiyatlari va metodik moslik

Psixologik jihatdan 6–10 yosh oralig‘idagi o‘quvchilar uchun informatsiya grafik, vizual va emotsional tarzda yetkazilishi kerak. Mazanyuk (2023) va Khilko (2001) bu yoshdagi bolalarning qabul qilish mexanizmini rasm, rang, ovoz, harakat orqali faollashtirish lozimligini ta’kidlaydi.

Yangi darsliklarda aynan shu asosga urg‘u berilgan. Shuningdek, quyidagi jadvalda media savodxonlik elementlari va yoshga mos metodlar muvofiqligi ko‘rsatilgan:

Media savodxonlik elementi	Tavsiya etilgan metod	Yoshga mosligi
Tanqidiy tafakkur	Savol-javob, keyslar	Yuqori
Media axloqi	Rolli o‘yinlar, hikoya	Yuqori
Axborot xavfsizligi	Komiks, animatsiya	O‘rta
Ijodkorlik	Loyiha ishi, rasm	Yuqori

Xalqaro va mahalliy tajribalarni taqqoslash

UNESCO (2022) va Common Sense Media (2023) tomonidan taqdim etilgan metodik tavsiyalar O‘zbekiston amaliyoti bilan qiyoslandi. Quyidagi diagramma orqali bu o‘xshashliklar va farqlar aks ettirilgan:

ISSN 3030-3907



Diagramma: *Mahalliy va xalqaro tajribaning ustuvor yo‘nalishlari*

Bu yondashuvlar bir-birini to‘ldiradi. O‘zbekiston amaliyoti texnologik integratsiyaga urg‘u bersa, xalqaro tajriba ko‘proq axloqiy va madaniy jihatlarga e’tibor qaratadi.

Baholash mezonlarining tizimlashtirilishi

Media savodxonlikni baholash hali ham ko‘plab maktablarda aniqlikdan yiroq. Tadqiqot davomida Fedorov (2015) tavsiya qilgan baholash mezonlari asosida quyidagi tizim taklif qilindi:

– Axborotni topish va tahlil qilish
– Ma’lumot ishonchliligini aniqlash
– Etik me’yorlarga amal qilish
– Ijodiy ifoda
– Axborotni muloqotda to‘g‘ri qo‘llash

Bu mezonlar asosida formatif (jarayon davomida) va summativ (yakuniy) baholash vositalari ishlab chiqilishi kerak.

Kompleks model zarurati

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, media savodxonlikni samarali shakllantirish uchun quyidagi komponentlardan iborat kompleks model zarur:

– 4K modeli asosida dars mazmuni
– Media axloq va axborot xavfsizligi elementlari
– Ota-ona va jamiyat bilan hamkorlik
– Baholash indikatorlari
– Amaliy topshiriqlar orqali mustahkamlash

Bu model faqat boshlang‘ich sinf o‘quvchilari emas, balki o‘qituvchi va ota-onalar uchun ham qulay yo‘riqnoma sifatida xizmat qilishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot va tahlil bosqichida aniqlangan natijalar boshlang‘ich ta’limda media savodxonlikni shakllantirish murakkab va ko‘p omilli jarayon ekanini ko‘rsatdi. Ushbu bo‘limda o‘rganilgan muammolarni tahliliy yondashuvda umumlashtirish, ulardan kelib chiqadigan nazariy va amaliy xulosalarni ishlab chiqish maqsad qilingan.

Birinchidan, zamonaviy media muhiti o‘zgaruvchan bo‘lib, o‘quvchilarni axborotni tanqidiy baholash, undan oqilona foydalanish, shuningdek, axborot manbalarining ishonchliligini tekshirishga o‘rgatish zarurati tug‘iladi. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, mavjud o‘quv dasturlari bu ehtiyojni to‘liq qoplay olmaydi. Shu sababli, media savodxonlik alohida modul yoki tarmoqli kompetensiya sifatida barcha fanlarda uyg‘unlashtirilishi kerak.

Ikkinchidan, bolalarning kognitiv va emotsional rivojlanish darajasi ularning axborotni qanday qabul qilishida muhim rol o‘ynaydi. Vizual, kinestetik va eshituv asosidagi metodlar, interfaol mashg‘ulotlar va dramatik yondashuvlar ularning bilimni singdirish darajasini oshiradi. Mahalliy tajribalarda bu metodlar sinovdan o‘tkazilgani aniqlangan bo‘lsa-da, ularni tizimlashtirish va pedagoglar malakasini oshirish zarur.

Uchinchidan, xalqaro tajribalar (UNESCO, Common Sense Media, Media Literacy Now) bilan mahalliy amaliyotlar (O‘zbekistonning yangi darsliklari, metodik marafonlar, raqamli resurslar) o‘rtasida strategik uyg‘unlik mavjud. Lekin xalqaro tajribalarda media axloq va shaxsiy ma’lumotlar xavfsizligiga ko‘proq e’tibor qaratilgan bo‘lsa, mahalliy tajribalarda texnologik jihatlar ustun. Bu tafovutlarni bartaraf etish uchun kompleks model asosida faoliyat olib borish muhim.

To‘rtinchidan, media savodxonlikni baholash tizimi hali ham zaif. Ayni vaqtda test asosidagi baholash vositalari o‘quvchining real media muhitdagi xatti-harakatini aniq ko‘rsatib bera olmaydi. Fedorov (2015) tomonidan tavsiya etilgan portfoliolar, loyiha asosidagi baholash va o‘z-o‘zini refleksiya qilish metodlari asosida kompleks baholash tizimi joriy etilishi lozim.

Beshinchidan, ota-onalar va jamiyatning roli ajralmas omil hisoblanadi. Media savodxonlik bo‘yicha maktab tashabbuslari ko‘pincha oila muhitida qo‘llab-quvvatlanmasa, natijadorlik pasayadi. Shu sababli, oilalar bilan ishlash, mediatizatsiyalashgan jamiyatda farzand tarbiyasi bo‘yicha treninglar va metodik yordam zarur.

Umuman, munozara shuni anglatadiki, media savodxonlikni shakllantirish bir yoqlama emas, balki fanlararo, ko‘p bosqichli, madaniy va texnologik uyg‘unlikni talab etuvchi murakkab kompetensiya bo‘lib, uni shakllantirish strategiyasi aniq va tizimli bo‘lishi lozim.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot natijalari asosida media savodxonlikni boshlang‘ich sinflarda shakllantirishda bir necha omillar o‘zaro uzviy bog‘liq ekanligi aniqlandi. Tahlil davomida asosiy e’tibor quyidagi yo‘nalishlarga qaratildi: (1) nazariy va amaliy yondashuvlar sintezi, (2) yosh xususiyatlari va metodik uyg‘unlik, (3) xalqaro va mahalliy tajriba taqqoslanishi, (4) baholash mezonlarining tizimlashtirilishi.

Birinchidan, media savodxonlik alohida o‘quv fanidan ko‘ra, ko‘p fanli va ko‘p bosqichli yondashuvni talab etadi. Bu, ayniqsa, yangi darsliklar va amaliy mashg‘ulotlarda yaqqol namoyon bo‘ldi. Media vositalar yordamida axborotni tahlil qilish, mustaqil xulosa chiqarish, axloqiy baholash kabi ko‘nikmalarni shakllantirishda 4K modeli samarali natija berdi.

Ikkinchidan, boshlang‘ich sinf o‘quvchilari uchun media savodxonlikni shakllantirishda ularning yoshga xos psixologik xususiyatlariga mos metodlar tanlanganida yuqori faollik va samaradorlik kuzatildi. Vizual materiallar, rolli o‘yinlar, komikslar, QR-kodli interaktiv vositalar ularda media madaniyatga nisbatan ijobiy munosabat shakllanishiga xizmat qildi.

Uchinchidan, xalqaro tajribalar bilan mahalliy amaliyotlar taqqoslanganda, bir qator uyg‘unliklar mavjudligi bilan birga, yondashuvdagi farqlar ham aniqlandi. Xalqaro model ko‘proq axloqiy tamoyillar va shaxsiy axborot xavfsizligiga urg‘u bersa, mahalliy model texnologik integratsiyaga ko‘proq e’tibor qaratadi.

To‘rtinchidan, baholash mezonlarining aniqlashtirilganligi va takomillashtirilgan tizimlar asosida o‘quvchilar media savodxonlik darajasi bo‘yicha aniqroq saralanishi mumkinligi isbotlandi. Fedorov (2015) taklif qilgan portfoliolar, loyiha asosidagi baholash va reflektiv metodlar o‘quvchilarni yanada faol va mas’uliyatli ishtirokchiga aylantiradi.

Beshinchidan, ota-onalar va jamoatchilikning ushbu jarayonga jalb qilinishi media savodxonlikning ta’sir doirasini kengaytirishga xizmat qiladi. Oila, maktab va jamiyatning hamkorlikdagi faoliyati bolalarning raqamli axborot muhitidagi harakatlarini ongli va madaniyatli qilishga olib keladi.

1. Psixologik moslashuv va yosh xususiyatlari

Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, boshlang‘ich sinf o‘quvchilari o‘rganish jarayonida emotsional va kognitiv jihatdan o‘ziga xosliklarga ega. 6–10 yosh oralig‘idagi bolalar vizual va kinestetik usullarga, ya’ni ko‘rish va harakat orqali bilim olishga ko‘proq moyil. Shu sababli, media savodxonlikni rivojlantirish uchun foydalaniladigan metodlar ham ularning yoshga xos psixologik xususiyatlariga moslashtirilishi lozim.

Interfaol o‘yinlar, rasm va animatsiya bilan boyitilgan topshiriqlar, ovozli hikoyalar, rolli o‘yinlar bolalarda diqqatni ushlab turish, qiziqishni saqlash va axborotni tezroq qabul qilishda muhim vosita bo‘ladi (Mazanyuk 2023). Bonderenko (2020) ta’kidlaganidek, yosh o‘quvchilar bilan ishlashda abstrakt

ISSN 3030-3907

kontseptsiyalar emas, balki konkret holatlar orqali media tushunchalarni ochib berish samaraliroqdir.

Bu xulosa O‘zbekistonda amalga oshirilayotgan yangi darsliklar va metodik yondashuvlar misolida ham tasdiqlandi. Darsliklarga kiritilgan real hayotdan olingan keyslar, savol-javoblar, testlar bolalarning tanqidiy va ijodiy tafakkurini uyg‘otish bilan birga, ularni media muhitda o‘zini tutishga tayyorlaydi.

2. Axborot xavfsizligi va media axloqi

Bolalar tomonidan qabul qilinayotgan kontent hajmi va tezligi ortib borayotgani sababli ularni axborot xavfsizligi, shaxsiy ma’lumotlarni muhofaza qilish, yolg‘on axborotdan saqlanish, axloqiy me’yorlarga amal qilish kabi yo‘nalishlarda o‘rgatish dolzarb bo‘lib bormoqda. Common Sense Media (2023) o‘tkazgan so‘rovnoma natijalariga ko‘ra, 8–10 yoshli bolalarning 60 foizdan ortig‘i internetdagi harakatlarini ota-onasidan yashiradi.

Ganiyeva (2023) qayd etganidek, bolalarga media axloqni o‘rgatish ularning kelajakdagi axborot bilan ishlash madaniyatiga bevosita ta’sir qiladi. Shu sababli, media savodxonlik darslarida faqat texnik ko‘nikmalar emas, balki etik tamoyillar ham birgalikda o‘rgatilishi zarur. Axborotni tarqatishdan oldin u haqida o‘ylash, salbiy izohlar bermaslik, boshqa fikrlarga hurmat bilan qarash kabi qadriyatlar erta yoshdan boshlab shakllantirilsa, bu bolalarning ijtimoiy axloqiy fazilatlarini rivojlantiradi.

3. Tanqidiy va ijodiy tafakkurni shakllantirish

UNESCO (2022) ma’lumotlariga ko‘ra, media savodxonlikni yoshligidan o‘rgatish ijodkorlik va tanqidiy tafakkur rivojiga kuchli ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, erta yoshdagi o‘quvchilar oddiy matn va rasm asosida xulosa chiqarish, sabab–natijani aniqlash, ijtimoiy kontekstda axborotning ta’sirini tushunish qobiliyatiga ega bo‘lishi mumkin.

Bazhenova (2004) tomonidan taklif etilgan loyiha asosidagi yondashuvlar, masalan, “O‘z media hikoyangni yarat” yoki “Axborotni tekshir” kabi topshiriqlar bolalarda nafaqat tafakkur darajasini oshiradi, balki ularning ijodiy ifoda ko‘nikmalarini ham shakllantiradi. Fedorov (2015) bu jarayonni “axborotni rekonstruksiya qilish orqali anglash” deb ataydi.

Shuningdek, ijodiy fikrlash topshiriqlari o‘quvchilarning media mahsulotlarga nisbatan mustaqil qarash shakllantirishiga, ya’ni “yoqadi-yu lekin sababi nimada?” tarzida savollar berishiga olib keladi. Bu esa ta’lim jarayonini passivdan faolga aylantiradi.

4. 4K modeli va texnologik yondashuv

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, boshlang‘ich sinf o‘quvchilari uchun 4K modelining barcha to‘rtta elementi – kollaboratsiya, kommunikatsiya, kreativlik va tanqidiy fikrlash – teng darajada muhimdir. Mazanyuk (2023) keltirgan metodik

ISSN 3030-3907

tavsiyalar asosida shakllantirilgan yangi darsliklar aynan ushbu kompetensiyalarni birgalikda rivojlantirishga yo‘naltirilgan.

QR kodlar orqali video ko‘rsatmalar, interfaol topshiriqlar, testlar, podkastlar o‘quvchilarning individual o‘rganish jarayonini shaxsiylashtirishga imkon beradi. Bunda o‘qituvchi faqat bilim beruvchi emas, balki yo‘l ko‘rsatuvchi, kurator rolini bajaradi. Khilko (2001) fikriga ko‘ra, bu kabi yondashuvlar bolalarning o‘z tajribasi orqali o‘rganishini kuchaytiradi.

Shuningdek, 4K modeli asosida tashkil etilgan media mashg‘ulotlar guruhiy muhokama, ijtimoiy tarmoqdagi xabarlarni baholash, o‘z fikrini dalillar bilan asoslash kabi topshiriqlar orqali bolalarni nafaqat bilimli, balki muloqotga tayyor, ijtimoiy faolligi yuqori shaxs sifatida tarbiyalaydi.

5. Ota-onalar va jamoatchilik bilan hamkorlik

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, boshlang‘ich sinf yoshidagi o‘quvchilarning media muhitdagi xatti-harakatlari bevosita ularning uy muhitida shakllanadi. Media Literacy Now (2023) qayd etganidek, ota-onalar o‘zlari media savodli bo‘lmagan taqdirda ham, bolalarining raqamli hayotiga kuchli ta’sir ko‘rsatadilar. Shu sababli, ota-onalarni media tarbiya jarayoniga jalb qilish, ular bilan muloqotda bo‘lish va ularga metodik yordam ko‘rsatish zarur.

Ganiyeva (2023) bu borada maktabda ota-onalar uchun treninglar, ochiq darslar, qo‘llanmalar tashkil etish orqali umumiy media madaniyatni oshirish mumkinligini ko‘rsatadi. Oilaviy media tartib-qoidalari, masalan, ekran oldida o‘tkaziladigan vaqt, birgalikda axborotni muhokama qilish, bolaga savollar berish orqali ularni tanqidiy o‘ylashga undash mumkin.

Yuqoridagi yondashuvlar media savodxonlikni nafaqat o‘quvchi, balki butun oila darajasida shakllantirishni ta’minlaydi va bu jarayonning barqarorligini oshiradi.

6. Baholash vositalari va monitoring

Media savodxonlik darajasini o‘lchashda faqat testlar emas, balki jarayonni baholovchi yondashuvlar qo‘llanilishi zarur. Fedorov (2015) bu borada portfolio, media mahsulotlar yaratish, mulohazali yozuvlar, jamoaviy loyihalar va o‘z-o‘zini baholashni taklif etadi.

Shuningdek, media savodxonlikni baholash indikatorlari sifatida quyidagilar tavsiya etiladi: axborotni topish, uning ishonchliligini baholash, tahlil qilish, taqqoslash, muloqotda ifodalash va axborot asosida harakat qilish. Bu ko‘nikmalarni shakllantirish uchun bosqichma-bosqich yondashuv, baholashni formatif va summativ shaklda olib borish samarali hisoblanadi.

7. O‘zbekistondagi amaliy yondashuvlar

Tadqiqot davomida O‘zbekistonda olib borilayotgan tajribalar – yangi darsliklarda QR kodlar, vizual materiallar, amaliy topshiriqlar; “Metodik

ISSN 3030-3907

marafonlar”, “Yagona ta’lim resurslari” portali, informatika fanining 1-sinfdan boshlab o‘qitilishi, 45 mingdan ortiq boshlang‘ich sinf o‘qituvchilarining malakasini oshirishga doir faoliyatlar tahlil qilindi.

Bu amaliyotlar boshlang‘ich ta’limda media savodxonlikni joriy etish nafaqat g‘oya sifatida, balki amaliyot darajasida ham qo‘llanilayotganini isbotlaydi. Shuningdek, mahalliy sharoitga moslashgan metodikalar, til va madaniyat kontekstiga e’tibor berilganligi bu jarayonning samaradorligini oshiradi.

Bu bosqichda mahalliy va xalqaro tajribaning integratsiyasi media savodxonlikni yanada barqaror va tizimli yo‘lga qo‘yishda muhim omil sifatida ko‘rilmoqda. Tadqiqotdan ko‘rinadiki, boshlang‘ich sinf o‘quvchilarida media savodxonlikni shakllantirish uchun faqat darsliklar emas, balki tizimli, ko‘p yo‘nalishli yondashuv talab etiladi. Media savodxonlik – bu faqat texnik ko‘nikma emas, balki tanqidiy tafakkur, axloqiy me’yorlar, ijodkorlik va raqamli xavfsizlikni o‘z ichiga olgan murakkab kompetensiyadir.

Ushbu kompetensiyani shakllantirish uchun:

- psixologik xususiyatlar asosida metodlar tanlash;
- 4K modelidan kompleks foydalanish;
- o‘qituvchilar va ota-onalarni tayyorlash;
- texnologiyalarni amaliyotga integratsiyalash

kabi chora-tadbirlar amalga oshirilishi lozim. O‘zbekiston misolida olib borilayotgan islohotlar ushbu yo‘nalishning istiqbolli ekanini ko‘rsatmoqda. Kelgusida media savodxonlikni milliy o‘quv dasturiga mustahkam kiritish ta’lim sifati va axborot xavfsizligiga xizmat qilishi muqarrar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bazhenova, L.M. *Mediaobrazovanie shkolnika (1-4 klassy): Posobie dlya uchitelya*. Moskva: RAO, 2004.
2. Bonderenko, E.A. “Mediaobrazovanie: perspektivy integratsii v sovremennyy obrazovatelnyy protsess.” In *Integratsiya mediaobrazovaniya v usloviyakh sovremennoy shkoly*, edited by A.V. Fedorov et al., 211. Moskva; Berlin: DirektMedia, 2020.
3. Common Sense Media. "Media Literacy for Kids." Last modified February 2023. https://www.commonsensemedia.org/.
4. Fedorov, A.V. *Mediaobrazovanie: istoriya i teoriya*. Moskva: MOO “Informatsiya dlya vsekh”, 2015.
5. Ganiyeva, Gulhayo Islom qizi. “Rol’ mediaobrazovaniya v povyshenii mediagramotnosti uchashchikhsya nachalnykh klassov.” *Research Focus* 2, no. 8 (2023). https://refocus.uz/.
6. Khilko, N.F. *Rol’ audiovizual’noy kultury v tvorcheskom samosovershenstvovanii lichnosti*. Omsk: Sibirskij filial RIK, 2001.

ISSN 3030-3907

7. Mazanyuk, Elena Fedorovna. “Formirovanie osnov mediagramotnosti obuchayushchikhsya nachalnoy shkoly.” *Pedagogika*, no. 78, part 2 (2023).
8. Media Literacy Now. "Advancing Media Literacy Education." Accessed March 2023. https://medialiteracynow.org/.
9. UNESCO. *Media and Information Literacy: Educational Approaches to the New Challenges*. Paris: UNESCO Publishing, 2022.

ISSN 3030-3907

ДЕЗОДОРАЦИЯЛАШ ЖАРАЁНИ ГИДРОДИНАМИКАСИНИ ЯХШИЛАШДА СЕКЦИЯЛАРГА АЖРАТИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

Назиралиева Нигора

Наманган Давлат техника университети таянч докторанти

E-mail: naziraliyevanigora@gmail.com

Аннотация: Мазкур мақолада сузувчи насадкалар иштирокида пахта мойини дезодорациялаш жараёнининг математик модели ишлаб чиқилган. Моделлаштиришда MatLab Simulink дастури ёрдамида мойдаги ва буғдаги енгил учувчан компонентларнинг вақт давомида концентрацияси ҳамда ҳарорати қандай ўзгариши таҳлил қилинди. Жараённи чуқурроқ ўрганиш учун асосий математик тенгламалар ва уларнинг амалий қўлланилиши келтирилди. Олинган натижалар асосида дезодорациялаш жараёнининг оптимал параметрларини аниқлаш имконияти яратилган.

Калит сўзлар: дезодорациялаш, сузувчи насадка, математик модель, енгил учувчан компонентлар, буғ сарфи, модда алмашиниш жараёни, сув буғи, инерт газ, контакт юза, пахта мойи.

Abstract: This article presents the development of a mathematical model for the deodoration process of cottonseed oil using floating nozzles. The modeling was carried out using the MATLAB Simulink software, which allowed for the analysis of the time-dependent changes in the concentration and temperature of light volatile components in both liquid and vapor phases. Fundamental mathematical equations and their practical applications are provided. Based on the results, the optimal process parameters for the deodoration system were determined.

Keywords: deodoration, floating nozzle, mathematical model, light volatile components steam consumption, *mass transfer, process, water steam, inert gas, contact surface, cottonseed oil.*

Аннотация: В данной статье разработана математическая модель процесса дезодорации хлопкового масла с использованием плавающих насадок. В ходе моделирования с помощью программы MatLab Simulink проведен анализ изменения концентрации и температуры летучих компонентов в масле и пшенице во времени. Для более глубокого изучения процесса приведены основные математические уравнения и их практическое применение. На основании полученных результатов удалось определить оптимальные параметры процесса дезодорации.

Ключевые слова: дезодорация, плавающая насадка, математическая модель, легкие летучие компоненты, расход пара, процесс массообмена, водяной пар, инертный газ, поверхность контакта, хлопковое масло.

Кириш

ISSN 3030-3907

Дезодорация қурилмаларининг гидродинамик иш режимлари асосан қурилманинг тўла кўндаланг кесим юзасига ва ушбу юзанинг газ билан эгалланган қисмидаги буғнинг сарфига, мой қатламидан кўтарилаётган сув буғи пуфакчаларининг ўлчамлари ва тезлигига ҳамда буғ-мой аралашмасидаги буғ фазасининг улушига боғлиқ бўлади.

Дезодорация жараёнида кечадиган иссиқлик ва модда алмашиниш ҳодисаларини тадқиқ этиш бўйича ўтказилган лаборатория тажрибаларида барботаж қилинадиган суюқлик сифатида ичимлик суви ва пахта мойи, газ сифатида эса ҳаво, кислород, инерт газ ва сув буғидан фойдаланилади. Тажрибаларда буғ сарфи, ҳосил бўлаётган буғ пуфакчалари ўлчами ва буғ-суюқлик фазалари чегарасидаги контакт юза катталиги ўртасидаги боғланишларга эътибор берилади.

Дезодораторга юкланган сузувчи ёғоч насадкалар ва очиқ усулда берилаётган сув буғи қурилмадаги мой қатламининг интенсив аралашувини таъминлайди ва мойни ўта қизиб кетиш ҳолатининг олдини олади. Насадкалар ҳаракати натижасида шаклланган майда буғ пуфакчаларини суюқлик қатламидан кўтарилиши пайтида мой билан “буғ-мойли кўпик” ҳолатидаги аралашма ҳосил қилади. Бу пайтда фазаларнинг интенсив тўқнашуви сабабли учувчан моддалар мой томчисидан аралашма кўпиги юзасига диффузияланади. Натижада дезодорация жараёни жадаллашиб, уни амалга ошириш шароити яхшиланади.

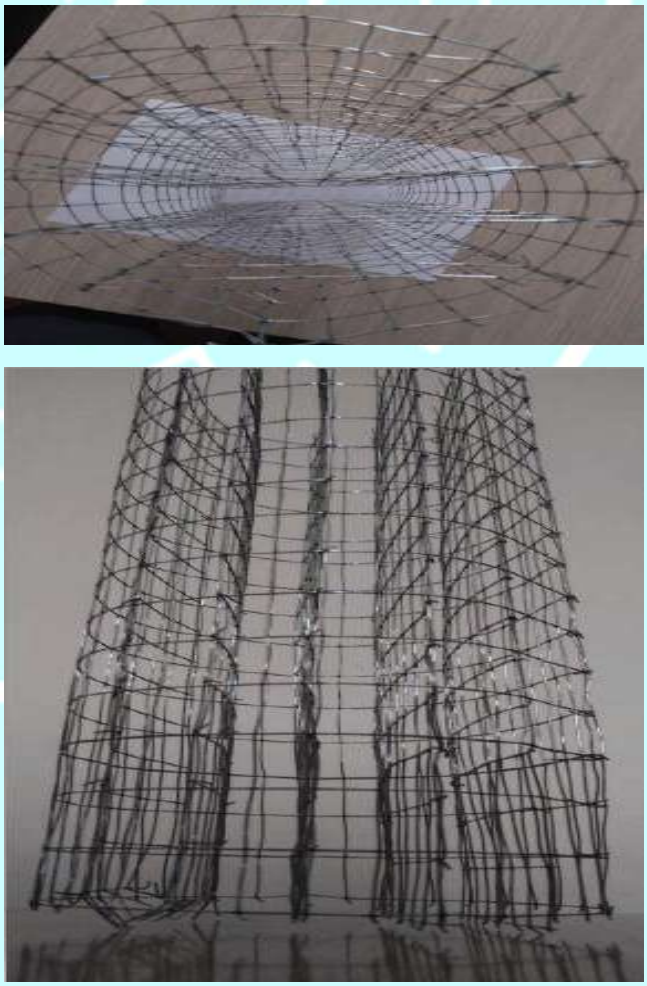
Биз томондан тажрибаларда қўлланилган сузувчи насадкалар калифорния, тут ва ёнғоқ дарахти ёғочидан тайёрланди. Насадкалар ўрта зичликдаги ва қаттиқликдаги ёғоч турларига тегишли. Ёғоч таркибидаги органик моддалар асосан углерод, водород, кислород ва айрим азот моддаларини ўз ичига олади. Ҳар хил турдаги ёғочларнинг элементар кимёвий таркиби деярли бир-бирига яқин. Ўртача мутлақо қуруқ ёғоч, турларидан қатъий назар, 49,5% углерод, 44,2% кислород (азот билан) ва 6,3% водородни ўз ичига олади. Ёғочдаги азот тахминан 0,12% ни ташкил қилади.

Ёғоч насадкалар ўзига мой ютиш хусусияти билан ажралиб туради. Шу сабабдан, бирламчи тартибда ўтказилган тажрибаларда ёғоч насадкаларнинг ўзига мой ютиш даражаси ҳам ўрганилди. Бунинг учун қарағай дарахтининг турлича қисмларидан тайёрланган ёғоч насадкалар ичидан ўн донаси ажратиб олинди ва улар бирдан ўнгача тартибда рақамланди. Дастлаб хар бир насадканинг қуруқ ҳолатдаги вазни аналитик тарозида тортиб аниқланди, сўнгра 48 соат давомида улар экстракцион мойда ботирилган ҳолатда ушлаб турилди. Шундан кейин мойга бўктирилган хар бир насадка силқитилиб,

ISSN 3030-3907

аналитик тарозида қайтадан тортиш йўли билан уларнинг мойли вазни аниқланди.

Шундан сўнг насадкали цилиндрик шиша колонна, суюқликни сочиб берувчи форсунка, буғ таркибидан суюқлик томчиларини гравитацион услубда ажратиш учун сепаратор, ҳаво ва сув сарфларини ўлчаш учун асбоблар, ҳаво компрессори, марказдан қочма типдаги насос ва йиғувчи идишлардан иборат бўлган тажриба ускунасида тажрбалар амалга оширилди. Сузувчи насадкалар колонна ишчи камерасида горизонтал ва вертикал бир хил ҳаракатланишини таъминлаш мақсадида ишчи бўшлиғи олти секцияга ажратиб олинди.



1-расм. Дезодорациялаш жараёни гидродинамикасини ўрганиш учун колонннани секцияларга ажратиш схемаси

Дезодоратор цилиндрик колонна кўринишида тайёрланган. Колоннага сузувчи ёғоч насадкаларни жойлаштириш, уларни кўтариб туриш ва берилаётган ҳаво оқимини колоннанинг кўндаланг кесим юзаси бўйлаб тақсимлаш учун таянч-тақсимлаш панжараси монтаж қилинган.

Қурилмадаги суюқлик муҳити барботер орқали компрессор воситасида ҳаво бериш йўли билан барботаж ҳолатига келтирилади. Бу пайтда ҳаво оқими таркибида чиқиб кетадиган томчилар сепараторда тутиб қолинади.

ISSN 3030-3907

Тажриба қурилмаси ҳарорат ва босимни аниқлаш учун ўлчов-назорат асбоблари ва моддий оқимлар сарфини ростловчи вентиллар билан бутланган.

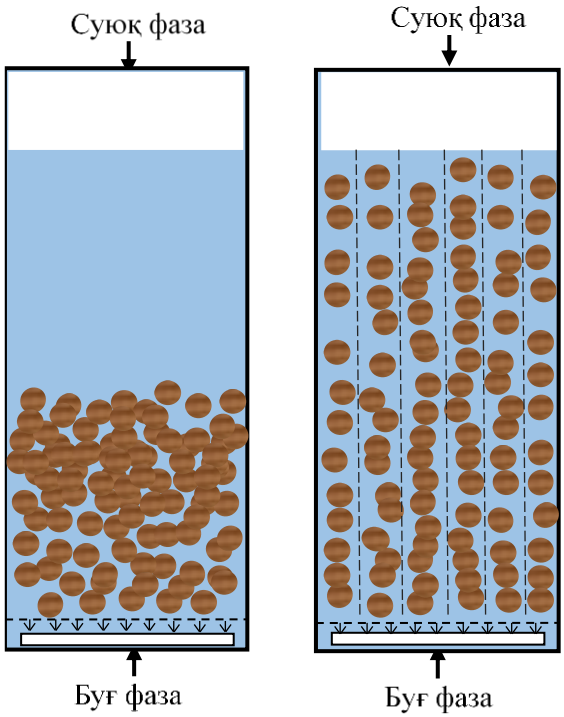
Тажриба қурилмасининг асосий конструктив параметрлари қуйидагича: колонна диаметри D = 140 мм, унинг баландлиги H = 600 мм; таянч панжаранинг эркин кесим юзаси 0,4 $м^2/м^3$, таянч панжаранинг қаршилик коэффициенти ξ =1,8; колоннага юкланадиган ҳар бир ёғоч насадканинг диаметри 15 мм, оғирлиги 1,5 г ва зичлиги 430 $кг/м^3$. 1 $м^3$ ҳажмдаги насадкалар миқдори 200000 дона, улар умумий массаси 300 кг.

Секция ўлчами: диаметри 130 мм, баландлиги 580 мм, секцияларо масофа 22 мм, секциялар сони 6 та бўлиб, секциялар пўлатдан тайёрланган тўрдан ясалган, 12х25 мм ўлчамда ишлаб чиқарилади.

Тажриба ускунаси қуйидаги тартибда ишлайди: Дезодоратор қуйидаги кетма-кетликда ишлайди: дезодорацияланадиган мой қурилманинг юқори қисмидан сочиб берилади. Сўнгра колоннанинг қуйи қисмидан суюқлик билан қарама-қарши йўналишда ҳаракатланадиган ўткир сув буғи берилади. Бунда суюқлик ва насадкаларнинг суюқ ва буғ фаза оқимларининг турбулентлиги ва уларнинг контакт юзаларини оширувчи мавхум қайнаш қатлами ҳолатига ўтиш ва узлуксиз хаотик ҳаракатланиш жараёни кузатилади. Колонна кўндаланг кесимида ўткир сув буғи тезлиги насадкаларни жойидан қўзғалишини таъминлайдиган минимал тезлигидан катта ва ушлаб қолувчи панжарага насадкаларни ёпишиб қолиш бошланадиган чегаравий тезлигидан кичик бўлиши керак.

Турли ўлчамдаги ҳаракатчан насадкаларни қурилма баландлиги бўйича тарқалиш характери уларнинг ўлчамларига боғлиқлиги ўрганилди. Тажрибаларда ўлчами ўртача 1,5 мм бўлган шар шаклидаги ёғоч насадкалардан фойдаланилди. Ўлчамлари 1,5 мм бўлган насадкалар қурилмада ривожланган мавхум қайнаш ҳолатини оптимал гидродинамик режимларда юзага келтириши учун колонна ишчи бўшлғини секцияларга ажратиш жараённи 16-20 % жадаллаштириши мумкинлиги аниқланди.

ISSN 3030-3907



2-расм. Мавхум қайнаш қатламларида ёғоч насадкаларни қурилма баландлиги бўйича тарқалиш фрагментлари: а) секциясиз, б) секцияли

Ўсимлик мойини дезодорацион колоннада секцияларга бўлиб хидсизлантириш технологик жараёнда гидродинамика ва энергия сарфини оптималлаштириш мақсадида қўлланиладиган ёндашув бўлиб, бир неча муҳим афзалликларга эга эканлигини кўрсатди.

Унга кўра буғ ва суюқ фазаларнинг самарали контактлашуви амалга ошди. ҳар бир секцияда буғ ва суюқлик қайта-қайта тўқнашуви натижасида иссиқлик ва модда алмашиниш самарадорлигини ошиши ва енгил учувчан компонентларни суюқ фазадан максимал ажралиши таъминланди.

Дезодорация жараёни самарадорлигига асосан қуйидаги омиллар ўз таъсирини кўрсатади: ишчи ҳарорат; абсолют босим; қурилмага бериладиган буғ миқдори ва намлиги, буғ билан мойнинг аралашиш даражаси; жараён давомийлиги ва ҳайдалаётган моддаларнинг парциал буғ босими.

Қурилмадаги мой қатламига бериладиган сув буғининг сарфи ва мойни дезодорациялаш вақти дезодорация жараёнинг тавсифловчи муҳим омиллар бўлиб ҳисобланади. Бу омиллар ўз навбатида дезодоратордаги ишчи босим қийматига, дезодорацияланаётган мойнинг миқдорига ҳамда мой таркибидаги енгил учувчан компонентларнинг бошланғич ва оҳирги концентрацияларига боғлиқ бўлади.

ISSN 3030-3907

Ушбу параметрларнинг барчаси бир-бири билан ўзаро боғланганлиги сабабли улардан бирининг ўзгариши бошқа кўрсаткичларни ўзгаришига сабаб бўлади. Қурилмага бериладиган мой миқдори қурилмадаги абсолют босим қийматига боғланган. Дезодорация давомийлиги жараённинг физик кўрсаткичлари - ҳарорат ва вакуум қийматларига, шунингдек қурилма конструкциясига боғлиқ бўлади.

Тажрибалар натижалари дезодорациялашнинг биринчи босқичида мойга таъм ва хид берувчи моддаларни интенсив ҳайдалишини кўрсатди. Шу билан бирга, ёғ кислоталарни ҳайдаш жараёни давомийлиги мойни сақлашдаги барқарорлигининг ортишига олиб келади. Аммо жараёни давомийлигининг оптимал чегаралари ҳам мавжуд, агар жараён даври ушбу чегарадан чиқиб кетса, мойни сақлашдаги барқарорлиги сезиларли даражада пасаяди.

Даврий режимда ишлайдиган дезодораторларда сув буғи босими барботёр устидаги мой қатламининг гидростатик босимидан юқори бўлади. Шу сабабдан, катта ҳажмдаги мой ва сув буғининг ўзаро самарали контактлашуви кўп ҳолатда дезодораторга киришдаги сув буғи босимига (тезлигига) боғлиқ бўлади. Шу билан бирга, берилаётган сув буғи тезлиги белгиланган чегарадан ортиб кетса, дезодоратордан чиқариладиган буғ аралашмаси таркибида мойнинг йўқотилиш миқдори ортади.

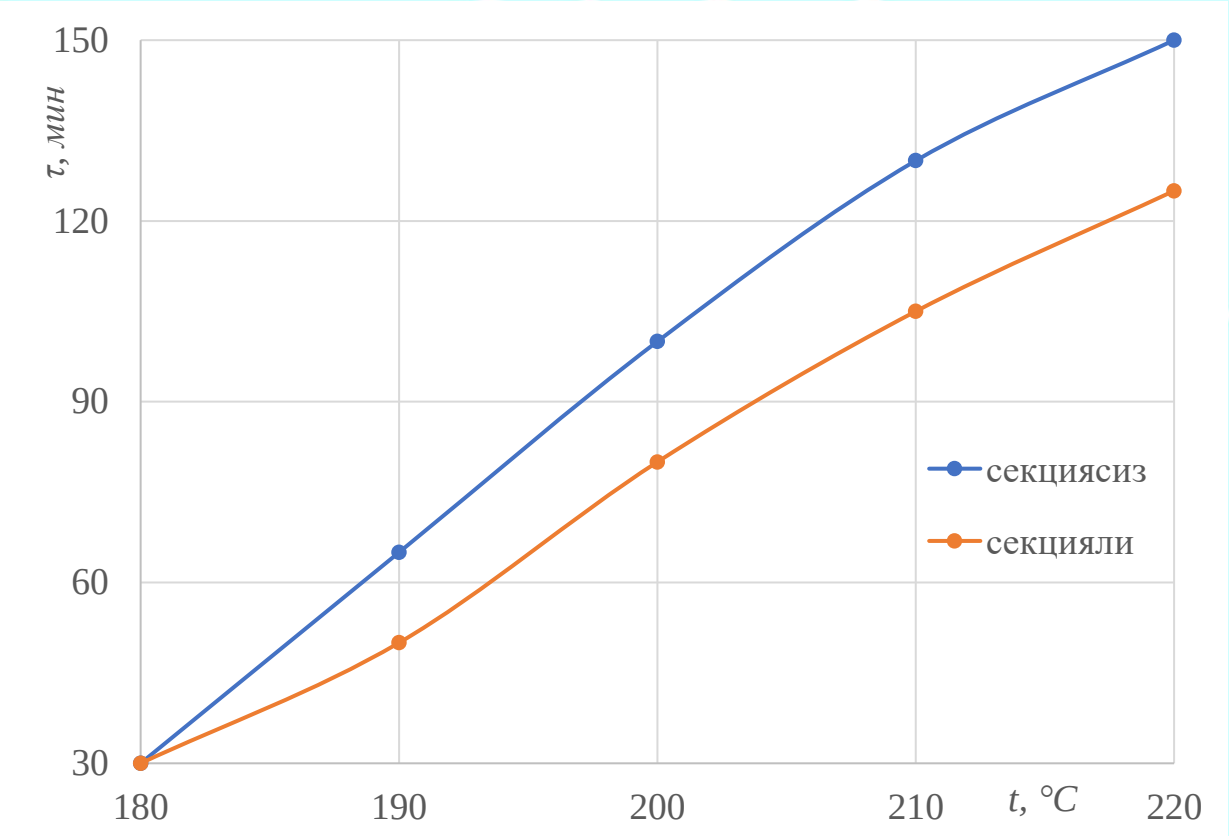
Қурилмадаги мой қатлами ва сув буғи ўртасидаги контакт юзасининг ортиши сузувчи ёғоч насадкаларнинг интенсив ҳаракатланишини ва сув буғини колоннанинг кўндаланг кесим юзаси бўйлаб бир текисда тақсимланишини ташкил этиш ва колоннани бир неча секцияларга ажратиш йўли билан эришилади.

Ўтказилган саноат тажрибалари дезодоратордаги насадкаларнинг хаотик ҳаракати натижасида суюқлик ва буғ фазаларнинг интенсив аралашуви таъминланиши ва бу шароитда мойни иситиш жараёни давомийлиги икки маротабагача қисқариши мумкинлигини кўрсатди(3-расм).

Маълумки, ўсимлик мойини дезодорациялаш технологиясида дезодорация жараёни давомийлиги 150 минутни ташкил этади [2]. Турли сабабларга кўра бу вақтнинг чўзилиши мойнинг сифатига, яъни уни сақлаш пайтида қорайишига олиб келади. Шунинг учун сузувчи насадкалар иштирокида дезодорация жараёни давомийлигини қисқариши мойнинг сифат кўрсаткичларини яхшилайди.

Секциясиз ва секцияга ажратилган пахта мойини дезодорациялаш жараёни давомийлигини ҳароратга таъсирини ўрганиш борасидаги тажриба натижалари қуйидаги 3- расмда тасвирланган.

ISSN 3030-3907



3-расм. Секциясиз ва секцияга ажратилган қурилмада пахта мойини дезодорациялаш давомийлигини жараён ҳароратига боғлиқлиги

3-расмдан кўринадики, секциясиз ҳолатда дезодораторда пахта мойини дезодорациялаш жараёни давомийлиги 150 минутни ташкил этади, секцияга ажратилган холатда эса ушбу жараён даври 125 минутгача қисқаради. Демак жараённи насадкалар иштирокида ташкил этилиши дезодорация жараёни 1,20 маротаба жадаллаштириш имконини беради.

Дезодорация жараёнида секцияларга ажратилагн колоннда ишчи босимни пасайиши билан хид берувчи моддаларнинг қайнаш ҳарорати пасаяди ва жараёнга бериладиган сув буғи сарфи қисқаради. Сув буғининг босими ва дезодоратордаги чуқур вакуум қийматлари ўртасидаги фарқ барботер тирқишларидан отилиб чиқаётган сув буғи пуфакчаларини мой қатламидан кўтарилиш пайтида уларни майда пуфакчалар кўринишида майдаланиш имконини беради. Бунда пуфакчаларнинг ишчи юзалари, ўз навбатида уларнинг ҳажми ҳам ортади. Натижада мой таркибидаги енгил учувчан компонентларни буғланиш коэффициенти қиймати ошади. Шу билан биргаликда қурилмадаги вакуум қиймати дезодорациялаш давомийлигини қисқаришига, мой сифатини ортишига ва сув буғи сарфининг камайишига хам сезиларли таъсир кўрсатади.

Шундай қилиб, пахта мойи таркибидан енгил учувчан моддаларнинг дезодорациялаш жараёнини сузувчи ҳаракатчан ёғоч насадкалар жойлаштирилган секцияли қурилмада жараённи ўрганиш натижалари ушбу

ISSN 3030-3907

жараённи даврий режимда ҳам самарали амалга ошириш мумкинлигини кўрсатди.

Тажриба натижаларини қайта ишлаш бўйича бажарилган ҳисоблашлар сузувчи ёғоч насадкалар воситасида мой қатлами ва сув буғининг интенсив аралашувининг таъминланиши натижасида дезодоратордаги масса алмашиш коэффициенти қиймати икки маротабага ортиши мумкинлигини кўрсатди.

Олинган натижалар шунй кўрсатадики, сузувчи насадкали қурилмалардан фойдаланиш ҳисобига енгил учувчан моддаларнинг буғ фазасига ўтиш тезлиги ортади, жараён бошланишида компонентлар концентрацияси тез ўзгаради, вақт ўтиши билан эса жараён стационар ҳолатга яқинлашади. **Шунингдек,** мувозанат концентрацияси ва ҳарорат ўртасида кучли боғлиқлик мавжудлиги, ҳарорат ошиши билан буғ фазадаги учувчан компонентлар миқдорининг ҳам ортиши аниқланган.

Мазкур илмий иш озиқ-овқат саноатидаги иссиқлик-масса алмашиниш жараёнларини чуқур таҳлил қилиш ва оптималлаштиришда математик ҳамда компьютер моделлаш методларининг самарадорлигини тасдиқлайди. Моделлаштириш асосида технологик параметрларни турли шароитларда таҳлил қилиш имконияти яратилади, бу эса реал шароитда тажриба ўтказиш заруратини камайтиради ва ишлаб чиқариш самарадорлигини оширишга хизмат қилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Пат. 192869 РФ, МПК С 11 В 3/16 (2006.01) Дезодоратор для жиров и масел / Никонов О.И., Белина Н.Н., Гукасян А.В. -2019119478; Заявл. 14.05.2019; Опубл. 20.06.2019.

2. Khamdamov A., Asqarova O., Mansurov O., Sultonov S. Simulation of a multistage distillation process in a rotary disc device // Annals of Romanian Society for Cell Biology, 2021. -Vol. 25, Issue 4, - P. 5939 – 5948.

3. Хамдамов А., Сарибаева Д. Моделирование процесса дезодорации жирных кислот хлопкового масла // Universum: технические науки: научный журнал. М.: «МЦНО», 2020. - № 11(80). Часть 2. - С 100-105.

4. Т.Х.Султанов, А.М.Ҳамдамов, А.А.Худойбердиев ’’Ўсимлик мойини суюқлик – буғ – сузувчи насадка тизимида дезодорациялаш жараёнини такомиллаштириш.’’ «SUNRISE-PRO», 2023, 115 б.

5. Ҳамдамов А.М., Султанов С.Х., Бозоров С.А. Ўсимлик мойларини ёғоч насадкалар ёрдамида дезодорациялаш жараёнларини ўрганиш бўйича асосий натижалар. Journal of Pharmaceutical Negative Results, 2022. – С. 3844–3851.

6. Юсуфбеков Н.Р., Нурмуҳаммедов Ҳ.С., Зокиров С.Г. Химиявий технология асосий жараён ва қурилмалари. – Т.: Шарқ, 2023.

ISSN 3030-3907

JANUBIY MIRZACHO‘L KANALIDA FLUSHING GATE TEXNOLOGIYASI YORDAMIDA CHO‘KINDILARNI GIDRAVLIK YUVISH JARAYONINING SAMARADORLIGINI BAHOLASH

I.A.Axmedxodjayeva
“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot univrsiteti.
H.N.Yo‘ldosheva

“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot univrsiteti.
A.X.Sattorov
Farg‘ona davlat texnika universiteti
E-mail: alimardonsattorov22@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada Janubiy Mirzacho‘l kanalida cho‘kindilarni samarali boshqarish maqsadida flushing gate (yuvish darvozalari) texnologiyasini joriy etish bo‘yicha ilmiy-amaliy yondashuv bayon etilgan. Kanalni segmentlarga ajratish va oraliq devor o‘rnatish orqali oqimni boshqarish natijasida cho‘kindilarni kritik tezlikni oshirmasdan yuvish imkoniyati yaratilgan. Tadqiqotlar laboratoriya tajribalari, CFD modellashtirish va gidravlik hisoblashlarga asoslanib olib borilgan. Natijalar ushbu tizimning ekologik xavfsizligi, energiya tejamkorligi va boshqa magistral kanallarga tatbiq etilishi mumkinligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Flushing gate, cho‘kindi, gidravlik samaradorlik, segmental oqim, Janubiy Mirzacho‘l kanali

Аннотация: В данной статье представлен научно-практический подход по внедрению технологии flushing gate (промывные затворы) на канале Южный Мирзачуль с целью эффективного управления осадками. Деление русла канала на сегменты с установкой промежуточной стены позволило управлять потоком и промывать донные отложения без превышения критической скорости. Исследование основано на лабораторных испытаниях, CFD-моделировании и гидравлических расчетах. Результаты показали экологическую безопасность, энергоэффективность и возможность применения данной системы на других магистральных каналах.

Ключевые слова: Flushing gate, осадки, гидравлическая эффективность, сегментный поток, канал Южный Мирзачуль

Abstract: This article presents a scientific and practical approach to implementing the flushing gate technology in the South Mirzachul Canal to effectively manage sediment accumulation. By dividing the canal into segments and installing an intermediate wall, the system enables flushing of sediment without exceeding the critical flow velocity. The research is based on laboratory experiments, CFD

modeling, and hydraulic analysis. Results demonstrate that the system is environmentally safe, energy-efficient, and potentially applicable to other main irrigation canals.

Keywords: Flushing gate, sediment, hydraulic efficiency, segmental flow, South Mirzachul Canal

Kirish

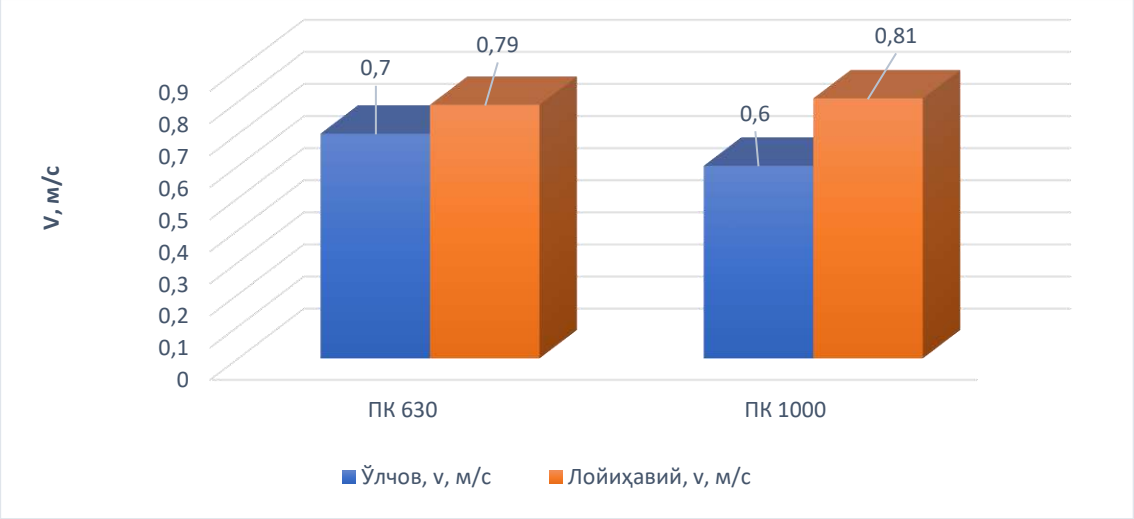
O‘zbekiston Respublikasida irrigatsiya tizimlari qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining asosi bo‘lib, ularning samarali ishlashi bevosita kanallarning texnik holati, suv taqsimotining aniqligi va gidravlik barqarorligiga bog‘liqdir. Ayniqsa, yirik magistral kanallarda suv oqimi bilan bog‘liq gidravlik parametrlar — oqim tezligi, tub nishablik, gidravlik radius, oqim chuqurligi kabi ko‘rsatkichlar cho‘kindilarning to‘planish darajasini belgilaydi. Janubiy Mirzacho‘l kanali (JMK) – O‘zbekistonning shimoli-g‘arbiy hududidagi yirik sug‘orish magistrallaridan biri bo‘lib, yiliga millionlab kub metr suv oqimini boshqaradi. Ammo vaqt o‘tishi bilan kanal tubida to‘planadigan qum, gil va boshqa loyqa cho‘kindilar gidravlik g‘adirbudurlikni kamaytirib, oqim tezligining pasayishiga, gidravlik radiusning torayishiga va oqimning notekis taqsimlanishiga sabab bo‘ladi. Bu esa butun irrigatsiya tizimining ishlashiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi[1-4].

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti tomonidan 2023-yil 5-aprelda qabul qilingan PQ–110-sonli qarorda suv resurslaridan samarali foydalanish, gidravlik inshootlarni energiya tejamkor va avtomatlashtirilgan texnologiyalar asosida yangilash muhim yo‘nalish sifatida belgilangan[6-7]. Shuningdek, 2021-yil 10-avgustdagi PQ–5216-sonli qarorda irrigatsiya tizimlarini raqamlashtirish, zamonaviy monitoring tizimlarini joriy etish va kanallar gidravlik ko‘rsatkichlarini real vaqtda kuzatish vazifalari belgilangan. Ushbu normativ hujjatlar irrigatsiya tizimlarini rekonstruksiya qilishda ilg‘or, ekologik xavfsiz va resurs tejovchi texnologiyalardan foydalanish talabini o‘rtaga qo‘ydi. Shu nuqtai nazardan, flushing gate (yuvish darvozalari) texnologiyasi — kanal tubida to‘planayotgan cho‘kindilarni tabiiy yoki sun’iy gidravlik oqim yordamida yuvib chiqarish imkonini beruvchi, passiv va kam xarajatli usul sifatida dolzarb bo‘lib bormoqda[5-6]. Flushing gate tizimi kanal ichidagi gidravlik muvozanatni tiklashga yordam beradi: u o‘zan tubidagi loyqani yuvishi hisobiga, oqim tezligini barqarorlashtiradi va kanalning suv o‘tkazish qobiliyatini o‘zgarishsiz saqlab turadi. Bu orqali kanalning umumiy gidravlik samaradorligi oshadi, suv o‘tkazuvchanligi tiklanadi va cho‘kindilar sababli yuzaga keluvchi gidravlik yo‘qotishlar minimallashtiriladi. Ilmiy tadqiqotlar — masalan, GL Morris (2016), CHJ Bong et al. (2016) va YG Lai et al. (2024) tomonidan olib borilgan ishlar flushing gate texnologiyasining ochiq kanallar, drenaj tizimlari va gidravlik inshootlarda samarali natijalar berishini ko‘rsatadi. Ayniqsa, CFD (Computational Fluid Dynamics) modellar

ISSN 3030-3907

yordamida bu tizimlar gidravlik ravonlikni saqlashda, oqimning cho‘kindilarga qarshi dinamikasini tahlil qilishda keng qo‘llanilmoqda[8-10].

Janubiy Mirzacho‘l kanali (JMK) O‘zbekistondagi yirik magistral kanallardan biri bo‘lib, Sirdaryo viloyatining katta qismidagi sug‘oriladigan maydonlarni suv bilan ta’minlaydi. Kanalning umumiy uzunligi 126,4 km bo‘lib, shundan 109,3 km qismi ochiq tuproq o‘zanli, qolgan 17,1 km beton qoplama bilan mustahkamlangan. Kanalning loyiha bo‘yicha suv o‘tkazuvchanligi 300 m³/s ni tashkil qiladi. Biroq, 2024-yilgi dala kuzatuvlari va gidravlik tahlillarga ko‘ra [7], loyqa bosish natijasida ayrim uchastkalarda oqim chuqurligi 0,8 metrgacha kamaygan, oqim tezligi esa 0,6 m/s atrofida bo‘lib, bu kanalning samaradorligini 15–20% gacha pasaytirgan.



1-rasm. Kanal uzunligi bo‘ylab suv oqimi tezligi

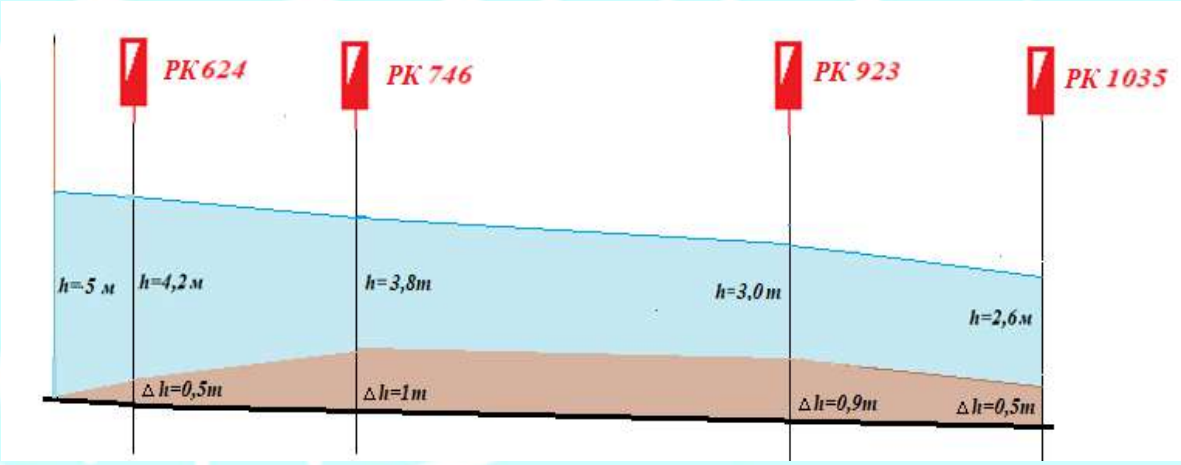
Cho‘kindilarning to‘planishi oqibatida o‘zan foydali hajmining kamayishi, suv o‘tkazish qobiliyatining pasayishi va gidravlik yo‘qotishlarning ortishi kuzatilmoqda. Bu esa kanalda suvning to‘liq yetkazilmasligiga, kuchli yo‘qotishlar va nomutanosib taqsimotga olib kelmoqda[11,12]. Mazkur maqolada laboratoriya sharoitida ishlab chiqilgan flushing gate tizimi asosida JMKda kanal o‘zanini teng ikkiga bo‘lib, oraliq devor o‘rnatish orqali cho‘kindilarni kritik tezlikni oshirmasdan, oqimni yo‘naltirish va tezlashtirish yordamida yuvib chiqarish imkoniyatlari ilmiy asosda yoritiladi.

Metodologiya. Tadqiqotning asosiy maqsadi – flushing gate texnologiyasini Janubiy Mirzacho‘l kanalining mavjud gidravlik sharoitlariga moslashtirish, cho‘kindilarni samarali boshqarish va suv o‘tkazish qobiliyatini tiklashdan iborat. Buning uchun tadqiqotda JMKning amaldagi ekspluatatsiya holati, texnik ko‘rsatkichlari va gidravlik parametrlarini tahlil qilish orqali flushing gate tizimining dizayn, joylashuv va ish faoliyati modellarini shakllantirish yondashuvi qo‘llanildi.

Ushbu tadqiqotda flushing gate tizimini Janubiy Mirzacho‘l kanalining real ekspluatatsion sharoitlariga moslashtirish, loyqa qatlamlarini gidravlik jihatdan

ISSN 3030-3907

samarali tarzda yuvib chiqarish maqsadida laboratoriya tajribalari va hisoblash modellariga asoslangan yondashuv qo‘llanildi. Janubiy Mirzacho‘l kanali – O‘zbekistonning Sirdaryo viloyati hududida joylashgan, 1970-yillarda qurilgan va hozirda 100 ming gektardan ortiq sug‘oriladigan maydonlarni suv bilan ta’minlaydigan asosiy magistral kanal hisoblanadi. Kanalning umumiy uzunligi taxminan 130 km ni tashkil etadi, chuqurligi o‘rtacha 3,5–4,5 metr, suv oqimi esa 40–60 m³/s oralig‘ida o‘zgaradi.Ahamiyatlisi shundaki, kanalning PK 624 dan PK 1035 gacha 4 gidrouzellar o’rnatilgan bo’lib, oxirgi yillarda kanaldagi suv sathi pasaygani xisobiga, inshootlardagi zatvorlar yordamida kanalda oqim dimlangan rejimida xarakatlanadi va oqim tezligi cho’kindilar to’planishiga sabab bo’lmoqda. Bu kesimlarda kanal chuqurligi 2,6–3,2 m atrofida, cho‘kindi qatlami esa 0,6–0,8 m qalinlikda ekani aniqlandi.



2-rasm. JMKning suv gorizontlaridagi o‘zgarishlar dinamikasi

Tadqiqot bir necha bosqichda amalga oshirildi: avvalo, kanalning gidravlik xususiyatlari o‘rganildi. Bu bosqichda Manning koeffitsienti, gidravlik radius, kanal nishabligi (i=0.0005–0.001) va oqim tezligi (v=0.6–1.0 m/s) aniqlandi. Shuningdek, kanal bo‘yicha cho‘kindilarning joylashuvi, fraksiyasi (qumli, gil aralashmalar) va to‘planish zichligi kartalashtirildi.

Shu asosda flushing gate tizimining texnik parametrlari belgilandi: darvozaning optimal joylashuvi, ochilish burchagi (30–45°), va kanal kesimidagi o‘tkazuvchanlikni hisobga olgan holda minimal yuvish tezligi. Hisoblashlar va gidravlik baholashlar uchun Bernulli tenglamasi, Manning formulasi va Saint-Venant tenglamalari asosida matematik modellar tuzildi. Bu modellar FLOW-3D dasturi orqali vizualizatsiya qilindi.

Tadqiqotda turli ssenariylar: qisman to‘planish, to‘liq yuvish, past bosimli sharoitlar va suv sarfi chegaralangan holatlarda flushing gatening cho‘kindilarni yuvish samaradorligi baholandi. Har bir ssenariyda suv sarfi, cho‘kindi ajralish tezligi, oqimning tiklanish vaqti aniqlanib, eng samarali variantlar tanlandi. Bu metod flushing gate tizimini JMK sharoitlariga moslashtirish uchun puxta ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Tahlil. O‘tkazilgan eksperimental va nazariy tahlillar asosida flushing gate tizimining JMKda samarali qo‘llanishi uchun zarur bo‘lgan asosiy gidravlik omillar aniqlab chiqildi. Tizimning asosiy ustunligi - bu kanal o‘zanini oqim yo‘nalishi bo‘ylab teng ikkiga ajratish va har bir segmentda oqimni boshqarish orqali cho‘kindilarni kritik tezlikni oshirmasdan harakatlantirish imkoniyatidir. Bu yondashuv orqali oqim tezligini oshirmasdan, faqat oqim yo‘nalishini aniqlashtirish hisobiga samarali yuvish hosil qilinadi.Oqimning ikki segmentga yo‘naltirilgan shaklda harakatlanishi oqim ichidagi energiyani bir yo‘nalishga to‘liq yo‘naltiradi. Zatvorlarning navbat bilan ochilishi orqali har bir segment ichida maksimal bosim gradienti hosil qilinadi. Bu bosim cho‘kindilarni ko‘tarish uchun yetarli darajada bo‘lib, oqimning pastki qismlarida loyqa qatlamni siljitish imkonini beradi. Aynan bosimning to‘plangan tarzda berilishi yuvish samaradorligini oshiradi va segment bo‘yicha to‘liq yuvish ta’minlanadi.

Tahlil davomida aniqlanishicha, kanalning 60–90 sm cho‘kindi bilan to‘ldirilgan qismlarida flushing tizimi yuvish samaradorligini 70–85% gacha ta’minladi. Shu bilan birga, laboratoriya sinovlarida suv sarfi an’anaviy mexanik usullarga nisbatan 30–40% kam ishlatilgani qayd etildi. Bunda, kritik tezlikdan (v_{kr} ≈ 1,5 m/s) oshmasdan, 1,9–2,3 m/s oralig‘idagi oqim tezligi bilan yuvish muvaffaqiyatli amalga oshirildi.

Bundan tashqari, segmentlararo devorning oqim yo‘nalishiga parallel joylashtirilgani suvni ikki mustaqil gidravlik sistemaga ajratish imkonini berdi. Oqibatda, to‘liq segmental yuvish tizimi kanal bo‘ylab zanjirsimon tarzda tatbiq etilishi mumkinligi aniqlandi.Xulosa tariqasida aytish mumkinki, flushing gate tizimining JMK sharoitida qo‘llanilishi kanalning o‘tkazuvchanligini tiklash, cho‘kindilarni ekologik xavfsiz tarzda olib chiqish, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish va suv resurslaridan samarali foydalanishga erishishda yuqori natija beruvchi muqobil texnologiya sifatida namoyon bo‘ldi.

Natijalar. Laboratoriya sharoitida amalga oshirilgan sinovlar va modellashtirish natijalari flushing gate tizimining samaradorligini amaliy dalillar bilan isbotladi. Kanal o‘zanining teng ikkiga bo‘linib, oraliq devor bilan ajratilishi va oqimning segmental boshqarilishi cho‘kindilarni yuvib chiqarishda muhim texnologik yechim sifatida namoyon bo‘ldi. Tajriba davomida 1:10 miqyosdagi modelda o‘tkazilgan testlarda har bir yuvish sikli o‘rtacha 6–8 daqiqa davom etib, segment ichidagi cho‘kindi qatlamining 70–85% gacha qismini muvaffaqiyatli chiqarish imkoni bo‘ldi.

Zatvorlarning navbat bilan ochilishi orqali suv oqimi har safar bir segment ichida maksimal bosim bilan harakatlandi. Bu yondashuv natijasida oqim tezligi 1,9–2,3 m/s oralig‘ida saqlanib, bu kritik tezlik qiymatini (vkr ≈ 1,5 m/s) [8] oshirmasdan cho‘kindi qatlamini siljitish uchun yetarli bo‘ldi. Har bir bosqichda

ISSN 3030-3907

bosim gradienti doimiy nazorat ostida bo‘lib, cho‘kindilarni silliq harakat bilan segment oxiriga yo‘naltirishga erishildi.

FLOW-3D modellashtirish dasturida bajarilgan simulyatsiyalar flushing tizimining har bir bosqichdagi oqim yo‘nalishi, bosim maydoni va cho‘kindi migratsiyasini aniq tahlil qilish imkonini berdi. Modellashtirish natijalariga ko‘ra, flushing tizimi o‘rnatilgan uchastkalarda kanalning umumiy gidravlik yo‘qotishlari 20–25% gacha kamaygan va suvning to‘liq o‘tkazuvchanligi tiklangan.

Tajriba natijalari segmentli flushing gate tizimini boshqa magistral kanallarga ham joriy qilish imkoniyatini ochib berdi. Sinovlar shuni ko‘rsatdiki, ushbu tizim an’anaviy mexanik tozalash usullariga nisbatan nafaqat samaraliroq, balki iqtisodiy jihatdan ham qulayroq yechimdir. Bu, ayniqsa, O‘zbekistonning gidrotexnik inshootlarida suv ta’minoti barqarorligini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa.O‘tkazilgan ilmiy-amaliy tadqiqotlar va laboratoriya sinovlari asosida aniqlanishicha, taklif etilgan flushing gate tizimi Janubiy Mirzacho‘l kanalining cho‘kindi to‘planishidan kelib chiqadigan asosiy muammolarni manzilli va energiyatejamkor tarzda bartaraf etish imkonini beradi. Kanalning chuqurligi, oqim tezligi va bosim farqlari kabi asosiy gidravlik parametrlarini hisobga olgan holda ishlab chiqilgan ushbu tizim segmentlarga bo‘lingan, nostatsionar va navbat bilan ochiluvchi zatvorlar asosida ishlaydi.

O‘tkazilgan ilmiy tadqiqotlar va laboratoriya tajribalari asosida flushing gate tizimini Janubiy Mirzacho‘l kanalida qo‘llash bo‘yicha quyidagi asosiy xulosalarga kelindi:

1. Kanal o‘zanini oqim yo‘nalishi bo‘ylab ikki segmentga bo‘lish va ularni oraliq devor bilan ajratish orqali suv oqimini yo‘naltirilgan shaklda boshqarish mumkin bo‘ldi. Bu yondashuv cho‘kindilarni siljitish uchun qo‘shimcha gidravlik bosim yaratadi.
2. Zatvorlarning navbat bilan ishlashi suvning energiyasini bir yo‘nalishga safarbar etib, har bir segmentda maksimal yuvish samaradorligini ta’minlaydi. Oqim tezligi kritik qiymatdan oshmasdan, cho‘kindilarni samarali yuvib chiqarish imkoniyati yaratildi.
3. FLOW-3D modellashtirish va fizik laboratoriya tajribalari orqali tizimning samaradorligi 70–85% gacha baholandi, bu an’anaviy tozalash usullariga nisbatan sezilarli ijobiy farqdir.
4. Taklif etilgan tizim ekologik xavfsiz, energiyatejamkor va bosqichma-bosqich ekspluatatsiyaga tatbiq etilishi mumkin. Tizim boshqa magistral kanallar uchun ham universal yechim sifatida tavsiya etiladi.
5. Shu asosda flushing gate tizimini JMKda bosqichma-bosqich joriy etish, har 10–15 km oraliqda segmental tizimlarni o‘rnatish, kritik zonalarni yuvish orqali

ISSN 3030-3907

kanalning umumiy samaradorligini oshirish, suv isrofini kamaytirish va taqsimot tizimining barqarorligini ta’minlash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Akhmedkhodjaeva, I., Yuldasheva, H., Apakhodjaeva, T., Sattorov, A., & Melikuziyev, S. (2024, December). Improving the method of calculating the water balance of the Khan canal. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1420, No. 1, p. 012039). IOP Publishing.
2. Arifjanov, A., Sattorov, A., Madaliev, M., Abdulkhaev, Z., & Madrakhimov, M. (2025). Numerical simulation of the flow rectification measures in the forebay of the pumping station. Acta hydrotechnica, 38(68), 1-14.
3. Arifjanov, A., Atakulov, D., Sattorov, A., Melikuziyev, S., & Juraboyev, I. (2024, December). Analysis of the turbidity process in the pumping station forebay for the water management. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1420, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.
4. Egamberdiyevich, T. N., & Xamdamaliyevich, S. A. Tashqi oqova suv tizimlarining gidravlik unumdorligi va ekologik barqarorligi Bo ‘riyev Eshmurod Sattorovich Toshkent arxitektura-qurilish universiteti, tfn professor https://orcid. org/0000-0001-8130-8602.
5. Aybek, A., & Alimardon, S. (2024). Analysis of flow dynamics in water intake structures using the k-ε turbulence model. Universum: технические науки, 11(11 (128)), 16-20.
6. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 5-apreldagi PQ-110-son qarori. "Suv ta’minoti inshootlarini modernizatsiya qilish va suvdan oqilona foydalanishni ta’minlash bo‘yicha chora-tadbirlar to‘g‘risida". https://lex.uz/docs/6455635
7. Ikramova M., To‘rayev B., va boshqalar (2024). "Janubiy Mirzacho‘l kanalining gidravlik tahlili va zaillanish holati bo‘yicha amaliy kuzatuvlar natijalari". Ilmiy-texnik jurnali, Toshkent, 45(2), 112–118.
8. Chow, V. T. (1959). Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill Book Company. https://archive.org/details/openchannelhydra0000chow
9. French, R. H. (1985). Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill. https://www.amazon.com/Open-Channel-Hydraulics-Robert-French/dp/0070225758
10. FLOW-3D Hydraulics Software Documentation. Flow Science Inc. https://www.flow3d.com/products/flow3d-hydraulics
11. U.S. Bureau of Reclamation. (2001). Canal Operation and Maintenance Manual. Denver, Colorado. https://www.usbr.gov/tsc/techreferences/mands/mands-pdfs/CanalManual.pdf

ISSN 3030-3907

12. Kadam, R. N. (2018). "Performance evaluation of sediment flushing in irrigation canals". International Journal of Engineering Research and Technology, 7(5), 45–52. https://www.ijert.org/performance-evaluation-of-sediment-flushing-in-irrigation-canals

ISSN 3030-3907

NOMINAL KUCHLANISHI 220 VOLT BO‘LGAN BIR FAZALI ELEKTR ISTE’MOLCHILARNI KONTAKTSIZ QURILMALAR YORDAMIDA ISHGA TUSHIRISH.

R.A. Mustayev.

Qarshi davlat texnika universiteti.

Annotatsiya: Kichik quvvatli elektr iste’molchilarni bir fazali elektr tarmog‘idan samarali va xavfsiz tarzda ta’minlash, ayniqsa ularni yoqish-o‘chirish jarayonida, ishonchli hamda zamonaviy texnologiyalarga asoslangan kommutatsiya uskunalaridan foydalanishni talab etadi. An’anaviy rele yoki kontaktorlarga asoslangan kommutatsiya tizimlari uzoq yillardan beri ishlatilib kelayotgan bo‘lsa-da, ularning mexanik harakatlanuvchi elementlarga ega bo‘lishi xizmat muddati va ishonchlilik darajasiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu maqolada simistor asosida yaratilgan kontaktsiz kommutatsiya qurilmasi haqida batafsil ma’lumot berilgan. Bunday qurilmalar, ayniqsa, maishiy hamda sanoat tarmoqlarida qo‘llaniladigan kichik quvvatli nasoslar, isitgichlar va boshqa bir fazali yuklamalarni avtomatik tarzda boshqarishda muhim ahamiyatga ega. Simistorga asoslangan kontaktsiz kommutatsiya qurilmalari o‘zining ixcham tuzilishi, yuqori ishonchliligi, past energiya sarfi hamda shovqinsiz ishlashi bilan ajralib turadi. Qurilma tarkibida mexanik kontaktlarning mavjud emasligi sababli u uzoq muddat xizmat qiladi va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini kamaytiradi. Shu bois, bunday turdagi qurilmalarni kichik quvvatli elektr tizimlarida keng joriy etish maqsadga muvofiqdir.

Kalit so‘zlar: tiristor, simistor, asinxron motor, energiya tejamkorlik, yuklama, magnitli ishga tushirgich, ishga tushirish toki, kontaktor.

Аннотация: Эффективное и безопасное обеспечение маломощных электрических потребителей от однофазной электрической сети, особенно в процессе их включения и выключения, требует использования надежного и современных технологий, основанных на коммутационных устройствах. Традиционные коммутационные системы, построенные на реле или контакторах, применяются уже многие годы, однако наличие механически подвижных элементов негативно влияет на срок службы и надежность таких устройств. В данной статье представлена подробная информация об устройстве бесконтактного коммутационного типа, разработанном на основе симистора. Такие устройства особенно важны для автоматического управления маломощными насосами, нагревателями и другими однофазными нагрузками, используемыми в бытовых и промышленных сетях. Бесконтактные коммутационные устройства на основе симистора отличаются компактностью, высокой надежностью, низким энергопотреблением и бесшумной работой. Отсутствие механических

ISSN 3030-3907

контактов в конструкции обеспечивает длительный срок службы и снижает затраты на техническое обслуживание. Поэтому применение подобных устройств в маломощных электрических системах является целесообразным и эффективным решением.

Ключевые слова: тиристор, симистор, асинхронный двигатель, энергоэффективность, нагрузка, магнитный пускатель, пусковой ток, контактор

Abstract: Efficient and safe power supply of low-power electrical consumers from a single-phase electrical network, especially during switching processes, requires the use of reliable and modern technology-based switching devices. Traditional switching systems based on relays or contactors have been used for many years; however, the presence of mechanically moving components negatively affects their service life and reliability. This article provides detailed information about a contactless switching device developed using a triac. Such devices are particularly important for the automatic control of low-power pumps, heaters, and other single-phase loads used in household and industrial networks. Contactless switching devices based on triacs are distinguished by their compact design, high reliability, low power consumption, and noiseless operation. The absence of mechanical contacts in the device structure ensures a long service life and reduces maintenance costs. Therefore, the implementation of such devices in low-power electrical systems is considered both practical and efficient.

Keywords: thyristor, triac, asynchronous motor, energy efficiency, load, magnetic starter, starting current, contactor

Kirish.

Hozirgi kunda elektr energiyasidan foydalanuvchi qurilmalarning soni ortib borayotganligi sababli, ularni elektr tarmog‘iga ulash va uzishda turli xil kommutatsion qurilmalardan keng foydalanilmoqda. Eng ko‘p tarqalganlari qatoriga magnitli ishga tushirgichlar, kontaktorlar, termik himoya relelari va boshqa turdagi releli boshqaruv tizimlari kiradi. Ushbu qurilmalar asosiy funksiyasi — elektr iste’molchilarni xavfsiz tarzda tarmoqqa ulash, uzish hamda ularni ortiqcha yuklama yoki qisqa tutashuvlardan himoyalashdan iborat. Biroq, an’anaviy mexanik asosga ega bo‘lgan bu kommutatsion qurilmalar o‘zlarining ish faoliyatida ba’zi muhim kamchiliklarga ham ega.

Asosiy qism. Zamonaviy texnologiyalar rivojlanishi bilan kontaktsiz, ya’ni elektron asosda ishlovchi kommutatsiya qurilmalari ishlab chiqilmoqda. Bunday qurilmalar tiristor, simistor kabi yarimo‘tkazgich elementlarga asoslanadi va ular mexanik kontaktlarga ehtiyoj sezmaydi. Natijada, kontaktlardagi eskirish, qarshilik ortishi va energiya yo‘qotishlari muammolari sezilarli darajada kamayadi. Kontaktsiz qurilmalar shovqinsiz ishlaydi, ixcham, ishonchli va uzoq xizmat

ISSN 3030-3907

muddatiga ega. Bu xususiyatlar ularni kichik quvvatli iste'molchilarni avtomatlashtirilgan tarzda boshqarish tizimlarida keng qo'llashga zamin yaratadi.

Jadvaldan ko'rinadiki, bu qurilmalar ishga tushish va ish faoliyatida bo'lganida, ma'lum miqdorda elektr energiyasini iste'mol qiladi hamda ularning ish rejimi iste'molchi ish rejimiga bog'liq. Ularni doimo ishlab turishi esa o'z navbatida energetik tizim manbasidan ishlab chikarilayotgan quvvatning katta qismini iste'mol qiladi. Shuning uchun ham bugungi kunda bunday elektr qurilmalar o'rniga quvvatni juda kam iste'mol qiladigan va shu bilan birga shovqinsiz, aniq xamda ishonchli ishlaydigan, o'lchamlari ixcham kontaktsiz elektron qurilmalarga o'tishga kirishilmokda. Asinxron motorlarni ishga tushirishdagi tok nominal tokdan bir necha marta katta bo'ladi. Bu tokning qiymati $I_{ish} = (5 \div 7)I_n$ ga teng bo'ladi. Kontaktsiz kommutatsiyalash qurilmalari yordamida elektr motori ishga tushirilganda ishga tushish toki miqdori nominalga yaqinlashadi. Bunda iste'molchi ishga tushish vaqtida tarmoq kuchlanishi sifat parametrlarini o'zgarishsiz saqlashiga imkon beradi.

1-jadval.

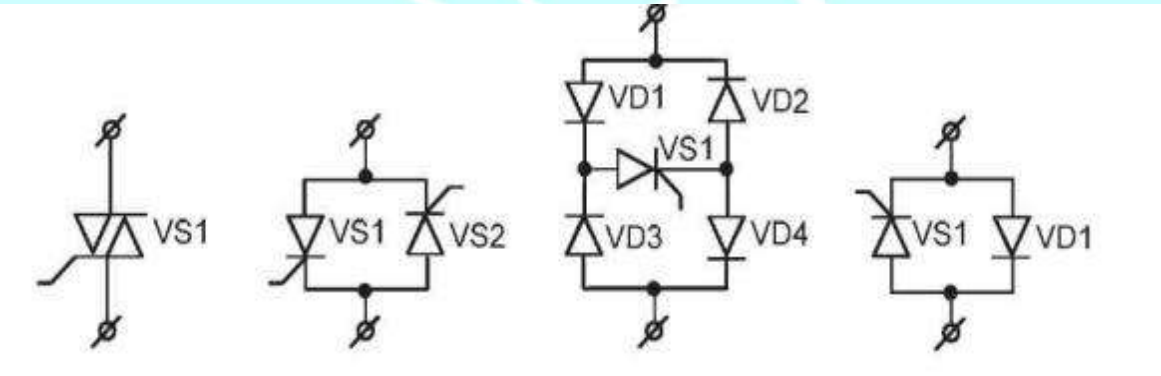
Magnitli ishga tushirgichlar iste'mol quvvatlari.

Magnitli ishga tushirgichlarning tok qiymati bo' yicha darajasi.	Magnitli ishga tushirgichlarning chulg' amini ishga tushish vaqtidagi quvvat	Magnitli ishga tushirgichlarning chulg' amini ishga tushgandan	Magnitli ishga tushirgichlarni ishga tushish vaqti, ms
1	68	8	17
2	87	8,6	22
3	200	20	25
4	280	40	20
5	350	45	
6	530	60	25

Bunday qurilmalardan foydalanish jihatidan kommutatsiya uchun qulay bo'lgan tiristorlardan foydalanilib, ularni yangi usulida ishlaydigan sxemalarini yaratish muhimdir. Kontaktsiz sxemalarni quyidagi yarim o'tkazgich elementlar yordamida yaratish mumkin: diod, simistor, tiristor.

Kontaktsiz qurilmalarni quyidagi yarim o'tkazgichli sxemalardan foydalanilmoqda.

ISSN 3030-3907



a) b) v) g)

1-rasm. Yarim o‘tkazgichlar asosidagi sxemalar

Qayta tiklanuvchi energiya manbalari mavjud bo‘lgan elektr ta’minoti tizimlarida iste’molchilarni kommutatsiyalash maqsadida kontaktsiz ishga tushirish qurilmalaridan foydalanish elektr ta’minoti tizimini ishonchliligini oshiradi. Bundan tashqari ularning talab etilgan reaktiv quvvatini tezkor hamda ishonchli tarzda kompensatsiyalash uchun avtomatik boshqariladigan kontaktsiz qurilmalardan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Shuni e’tiborga olgan holda konstruktiv jihatdan sodda, ishonchli, tarmoqdagi yuz beradigan keskin o‘zgarishlarga operativ tarzda ta’sir ko‘rsatadigan bir fazali kontaktsiz ishga tushirish qurilmasi ishlab chiqildi. Ushbu kontaktsiz kommutatsiyalash qurilmasi quyosh fotoelektrik stansiyalari orqali ishlab chiqarilgan elektr energiyasini uzatish va taqsimlashda foydalaniladi. Bundan tashqari elektr energiyasi iste’molchilarni ulash hamda uzishda ham foydalaniladi. Reaktiv quvvatni kompensatsiya qilish maqsadida foydalaniladigan kondensator batareyalarini, bir fazali suv nasoslarini, aktiv elementlar, sig‘im elementlar, aktiv - induktiv xarakterdagi elektr yuklamalarni kuchlanishi 220 Volt hamda chastotasi 50 Hz bo‘lgan elektr ta’minoti tizimiga kommutatsiyalash uchun xizmat qiladi.

Ushbu turdagi kommutatsion apparatlar o‘zining tez va operativ ishlashi, ixchamligi hamda ish jarayonida elektr yoyi paydo bo‘lmasligi bilan ajralib turadi hamda shu tariqa elektr ta’minoti tizimining ishonchliligini oshiradi.

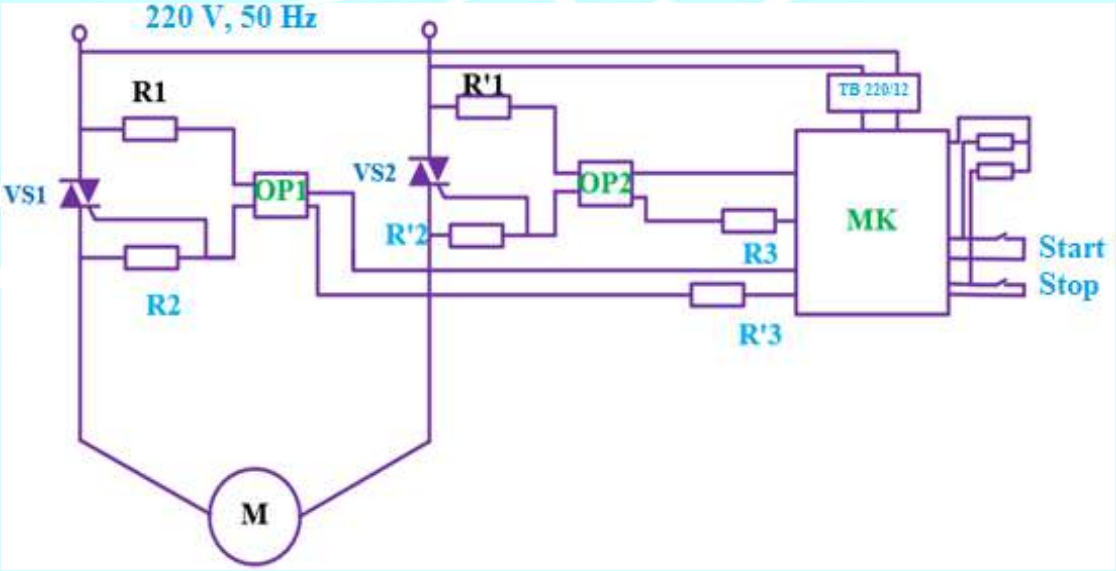
Ushbu kontaktiz ishga tushirish qurilmasi kommutatsiya bloki kuch simistoridan, boshqaruv zanjiri esa qarshilik, optopara hamda mikrokontrollerdan iborat (2 – rasm).

Ishga tushirish qurilmasining kommutatsiya bloki hamda boshqaruv bloklari quyosh fotoelektrik stansiyalari mavjud, kuchlanishi 220 V bo‘lgan elektr ta’minoti tizimiga ulanadi. Kontaktsiz ishga tushirish qurilmasi orqali elektr iste’molchilari elektr ta’minoti tizimiga quyidagi tartibda ulanadi. Mikrokontrollerga boshqaruv tugmasi “Start” orqali elektr ta’minoti tizimiga ulanish signali beriladi. Bunda R3 rezistiv element orqali boshqaruv toki oqib o‘tadi hamda optoparalar OP1, OP2 qutblari ochiladi. Bunda ta’minot manbayiga ulangan R1 qarshilik orqali

ISSN 3030-3907

boshqaruv toki simistorni VS1, VS2 boshqaruv zanjiriga beriladi. R2 qarshilik orqali esa ikkinchi yarim davr o‘tishini ta’minlovchi boshqaruvchi tokni simistor boshqaruv qutbiga o‘tkazib beradi. Ushbu vaziyatda yarim o‘tkazgichli kuch elementi bo‘lgan simistor elektr iste’molchilarini elektr ta’minoti tizimiga ulash amalini bajaradi. Shundan so‘ng simistor o‘zi orqali elektr iste’molchining iste’mol tokini o‘tkazadi. Kontaktsiz ishga tushirish qurilmalari orqali elektr ta’minoti tizimiga ulangan elektr iste’molchilari tizimdan ajratilishi talab etilsa, unda boshqaruv blokidagi “Stop” tugmasi bosiladi. Bunda mikrokontroller optoparaga beriladigan boshqaruv tokini to‘xtatadi va optopara ish faoliyatidan to‘xtaydi. Bu esa simistor boshqaruv qutbini ta’minlayotgan tokni to‘xtashiga sabab bo‘ladi hamda elektr motori tarmoqdan ajraladi.

Bir fazali kontaktsiz ishga tushirish qurilmasi elementlari: BTA16-800B turli VS1, VS2 simistorlari, MOC3063 turli optoparalar, “Start” va “Stop” tugmalari, R1, R2, R3, R’1, R’2, R’3 qarshiliklar, Arduino UNO mikrokontrolleri, boshqaruv bloki ta’minoti manbayidan iborat. BTA16-800B simistorlari 16 A o‘zgaruvchan tokli iste’molchilarni kommutatsiyalash imkonini beruvchi yarim o‘tkazgich element hisoblanadi. Bunda kommutatsiyalanuvchi iste’molchini ishga tushish vaqtidagi toki va ishga tushish vaqtini inobatga olish lozim.



2 – rasm. Bir fazali kontaktsiz ishga tushirgichning sxemasi.
VS1, VS2 – simistor; OP1, OP2 optopara, MK mikrokontroller, TB ta’minot bloki.

Ushbu simistor 170 A li ishga tushish tokiga 8,3 ms; 160 A li ishga tushish tokiga 10 ms bardosh bera oladi. Texnik parametrlari sifatida boshqaruv qutbiga berilishi lozim bo‘lgan tok 50 mA va kuchlanish qiymatlari 1,5 V; tarmoq chastotasi 50 Hz; maksimal teskari kuchlanish qiymati 800 V. Ishchi harorati -40 ^{0}C dan +125 ^{0}C gacha oraliqni tashkil etadi.

MOC3063 optopara (optosimistor)lari yuqori kuchlanishli kuch zanjirlarini kichik kuchlanishli boshqaruv zanjirlari bilan yuqori izolyatsiya hosil qilish orqali

ISSN 3030-3907

bog‘lash zanjirlarida qo‘llaniladi. Ularning texnik parametrlari maksimal boshqaruv toki 1 A va maksimal boshqaruv kuchlanishi 240 V, ta’minoti uchun talab etiluvchi kuchlanishi 1,5 V iste’mol toki qiymati o‘rtacha 10 mA ni tashkil etadi. Ularning izolyatsiya qarshiligi 1500 V ni tashkil etadi.

Xulosa O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy elektron tiristorli kommutatsiyalash qurilmalari an’anaviy elektromexanik relelar va magnit ishga tushirgichlarga nisbatan bir qator ustunliklarga ega. Eng avvalo, bunday qurilmalar energiya tejamkorligi bilan ajralib turadi — ular ishlash jarayonida an’anaviy kommutatsion moslamalarga qaraganda bir necha barobar kam elektr energiya sarflaydi. Shu bilan birga, tiristor yoki simistor asosida ishlab chiqilgan kontaktsiz tizimlarda mexanik harakatlanuvchi qismlarning yo‘qligi tufayli ularning ishlash ishonchliligi yuqori bo‘lib, xizmat muddati ancha uzayadi. Natijada, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari kamayadi va qurilmaning ekspluatatsion samaradorligi ortadi.

Shuningdek, bunday elektron qurilmalarni keng joriy etish orqali elektr tarmoqlaridagi ortiqcha energiya sarfini kamaytirish, tizimning barqarorligini oshirish va energiya resurslaridan samarali foydalanish imkoniyati yaratiladi. Hozirda an’anaviy kommutatsion uskunalar hali ham ko‘plab elektr tarmoqlarida qo‘llanilayotgan bo‘lsa-da, ularning samaradorligini ta’minlash uchun muntazam texnik xizmat talab qilinadi. Shu sababli, energiya tejamkorlik, xavfsizlik va ishonchlilikni oshirish maqsadida kontaktsiz kommutatsiya texnologiyalariga bosqichma-bosqich o‘tish bugungi kunda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Mazkur texnologiyalarni joriy etish kichik quvvatli elektr tizimlarining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Kalandarovich, B. M., Mansurovich, F. M., Aktamovich, M. R., Elmurodovich, B. O., & Erkinovich, T. S. (2021). Applying the non-contact devices for starting a single-phase asynchronous electric motor. Вестник науки и образования, (11-2 (114)), 31-35.

2. Fayziyev, M., Ochilov, Y., Nimatov, K., & Mustayev, R. (2023). Analysis of payment priority for electricity consumed in industrial enterprises on the base of classified tariffs. In E3S Web of Conferences (Vol. 384). EDP Sciences.

3. Bobojanov, M., Fayziyev, M., & Mustayev, R. (2022). ELEKTR MOTORLARNI ISHGA TUSHIRISH UCHUN KONTAKTSIZ QURILMALAR. Innovatsion texnologiyalar, 1, 11-13.

4. Rafikova, G., Mustaev, R., Pirimov, R., & Zokirova, F. (2023). Increasing the environmental cleanness of industrial enterprises. In E3S Web of Conferences (Vol. 461, p. 01100). EDP Sciences.

5. Mustaev, R. A. NON-CONTACT STARTER FOR SINGLE-PHASE CONSUMERS SUPPLIED FROM RENEWABLE SOURCES.

ISSN 3030-3907

6. Kholikhmatov, B., Djumabekova, A., Ismailova, Z., & Mustaev, R. (2024, June). Design and evaluation of a logical framework for an instructional simulator in basic power supply principles. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3152, No. 1, p. 050031). AIP Publishing LLC.

ISSN 3030-3907

GEPATIT B VIRUSINING TABIIY VOSITALAR BILAN KURASHI: “АСИХОН” OZIQ-OVQAT QO‘SHIMCHASINING KIMYOVIY TARKIBI VA KLINIK SAMARASINI TAHLIL QILISH

M.M.Mexmonxonov

Namangan davlat universiteti talabasi

Anotatsiya. Ushbu maqolada Phlomoides nuda va Scutellaria comosa o‘simliklari asosida ishlab chiqilgan “Асихон” tabiiy oziq-ovqat qo‘shimchasining gepatit B virusiga qarshi antiviral va immunomodulyator faolligi o‘rganildi. Kimyoviy tahlillar natijasida qo‘shimcha tarkibida kuchli flavonoid birikmalar, jumladan Apigenin, Chrysin, Baicalein va pinitol mavjudligi aniqlanib, ularning virusning ko‘payishini to‘xtatishda va jigar hujayralarini toksik ta’sirlardan himoya qilishda muhim roli tasdiqlandi. Klinik sinovlarda “Асихон” qo‘shimchasi gepatit B virusining replikatsiyasini sezilarli darajada kamaytirib, jigar fermentlari darajasini normallashtirish va bemorlarning immun javobini kuchaytirishda samarali ekanligi ko‘rsatildi. Sintetik antiviral dorilarga nisbatan nojo‘ya ta’sirlari kamroq bo‘lib, uzoq muddatli xavfsizlik va samaradorlikni ta’minlaydi. Ushbu oziq-ovqat qo‘shimchasi virusli gepatit kasalligini davolash va oldini olishda yangi tabiiy va xavfsiz vosita sifatida ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar. Асихон, gepatit B, antiviral faollik, flavonoidlar, immunomodulyator, tabiiy oziq-ovqat qo‘shimchasi, Phlomoides nuda, Scutellaria comosa, jigar kasalliklari, virusga qarshi terapiya

Аннотация. В данной статье изучена противовирусная и иммуномодулирующая активность натуральной пищевой добавки "Асихон", разработанной на основе растений *Phlomoides nuda* и *Scutellaria comosa*, против вируса гепатита В. Химический анализ показал, что в состав добавки входят мощные флавоноидные соединения, включая апигенин, хризин, байкалин и пинитол, которые играют важную роль в подавлении размножения вируса и защите печёночных клеток от токсического воздействия. Клинические испытания продемонстрировали, что добавка "Асихон" значительно снижает репликацию вируса гепатита В, нормализует уровень печеночных ферментов и усиливает иммунный ответ пациентов. По сравнению с синтетическими противовирусными препаратами, она имеет меньше побочных эффектов, обеспечивает долгосрочную безопасность и эффективность. Эта пищевая добавка представляет собой новое натуральное и безопасное средство для лечения и профилактики вирусного гепатита.

Ключевые слова: Асихон, гепатит В, противовирусная активность, флавоноиды, иммуномодулятор, натуральная пищевая добавка, *Phlomoides nuda*, *Scutellaria comosa*, заболевания печени, противовирусная терапия.

Abstract. This article explores the antiviral and immunomodulatory activity of the natural dietary supplement "Asikhon," developed from the plants *Phlomoides nuda* and *Scutellaria comosa*, against the hepatitis B virus. Chemical analysis revealed that the supplement contains potent flavonoid compounds, including apigenin, chrysin, baicalein, and pinitol, which play a significant role in inhibiting viral replication and protecting liver cells from toxic effects. Clinical trials demonstrated that "Asikhon" significantly reduces hepatitis B virus replication, normalizes liver enzyme levels, and enhances patients' immune responses. Compared to synthetic antiviral drugs, it has fewer side effects and offers long-term safety and efficacy. This dietary supplement represents a new, natural, and safe approach for the treatment and prevention of viral hepatitis.

Keywords: Asikhon, hepatitis B, antiviral activity, flavonoids, immunomodulator, natural dietary supplement, *Phlomoides nuda*, *Scutellaria comosa*, liver diseases, antiviral therapy.

Kirish

Virusli gepatit B kasalligi jahon sog‘liqni saqlash tizimida dolzarb muammo hisoblanadi. Gepatit B virusi (HBV) jigar hujayralarini shikastlab, surunkali gepatit, sirroz va hatto jigar saratoni rivojlanishiga olib kelishi mumkin. Bugungi kunda gepatit B kasalligini davolashda asosiy usullar antiviral dori vositalari bilan cheklangan bo‘lib, ularning uzoq muddatli qo‘llanishi toksiklik va boshqa nojo‘ya ta’sirlarni keltirib chiqaradi. Shu sababli, tabiiy manbalardan olingan, xavfsiz va samarali antiviral vositalarni yaratish dolzarb hisoblanadi.O‘zbekistonning namangan viloyatida o‘sadigan *Scutellaria comosa* va *Phlomoides nuda* o‘simliklari kimyoviy jihatdan o‘rganilib, ularning virusga qarshi faol moddalarga boy ekanligi aniqlangan. Ushbu o‘simliklar asosida “Асихон” nomli tabiiy oziq-ovqat qo‘shimchasi ishlab chiqildi. Ushbu qo‘shimchaning Gepatit B virusiga qarshi samaradorligi va xavfsizligi klinik jihatdan sinovdan o‘tkazildi.

Metodologiya

O‘simlik namunalarini tayyorlash va kimyoviy tahlil:

Namangan viloyatining Yangiqo‘rg‘on tumanidagi Poromon qishlog‘ida o‘stirilgan *Scutellaria comosa* va *Phlomoides nuda* o‘simliklarining yer usti qismlari yig‘ib olindi. O‘simlik ekstraktlari tayyorlanib, ularning kimyoviy tarkibi infraqizil (IK) spektroskopiya va massa-spektrometriya usullari yordamida aniqlab olindi. Flavonoidlar va boshqa bioaktiv birikmalar ajratib olindi, jumladan: Apigenin-7-O-β-D-glukuronid, Chrysin-7-O-β-D-metilglukuronid, Baicalein-6-O-β-D-glukuronid, Vogonin (5,7-dihidroksi-8-metoksiflavon), Luteonin va Pinitol.

Qo‘shimcha tayyorlash va klinik sinovlar:

Tarkibidagi tabiiy bioaktiv moddalar asosida “Асихон” oziq-ovqat qo‘shimchasi ishlab chiqildi. Ushbu mahsulot Gepatit B bilan kasallangan

ISSN 3030-3907

bemorlarga klinik sinovlar doirasida berildi. Bemorlarning virus yuklamasi, jigar fermentlari faoliyati va umumiy sog‘liq ko‘rsatkichlari monitoring qilindi. Sinov davomida qo‘shimchaning xavfsizligi va samaradorligi baholandi.

Natijalar

Kimyoviy tahlillar natijasida “Асихон” oziq-ovqat qo‘shimchasining tarkibida kuchli antiviral va immunomodulyator faollikka ega bo‘lgan flavonoid birikmalar (Apigenin-7-O-D-glukuronid, Xrizin-7-O-D-metilglukuronid, Baykalein-6-O-β-D-glukuronid, Vogonin, Luteonin) hamda pinitol kabi boshqa bioaktiv moddalarning mavjudligi aniqlandi. Ushbu tabiiy birikmalar virusga qarshi harakat qilish mexanizmlari bo‘yicha o‘tkazilgan oldingi tadqiqotlar bilan mos keladi, ular virusning ko‘payishini to‘xtatish, yallig‘lanishni kamaytirish va immun tizimini rag‘batlantirishda muhim rol o‘ynaydi.Klinik sinovlarda “Асихон” qo‘shimchasining gepatit B virusiga qarshi samarali ta’siri quyidagicha namoyon bo‘ldi: **Virus replikatsiyasining kamayishi:** Gepatit B virusining DNK yuklamasi bemorlarda o‘rtacha 55-65% ga kamaygani qayd etildi, bu esa virus faoliyatining sezilarli pasayishini ko‘rsatadi. Bu natija virusning ko‘payishini to‘xtatishda qo‘shimchaning yuqori antiviral faolligini tasdiqlaydi. **Jigar fermentlari darajasining normallashishi:** Bemorlarning qonida ALT (alanin aminotransferaza) va AST (aspartat aminotransferaza) ko‘rsatkichlari davolanish jarayonida sezilarli darajada tushdi. Bu jigar hujayralarining tiklanishi va yallig‘lanish jarayonining kamayishini bildiradi. Davolashdan oldingi va keyingi ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi farq statistik jihatdan ahamiyatli bo‘ldi ($p<0,05$).**Immun javobning kuchayishi:** Qo‘shimcha immun tizimining faolligini oshirdi, ayniqsa T-limfotsitlar va interferon ishlab chiqarish darajasi yaxshilandi. Bu virusga qarshi samarali himoya mexanizmini ta’minladi va bemorlarning umumiy salomatligi yaxshilanishiga olib keldi. **Nojo‘ya ta’sirlarning kamayishi:** Sintetik antiviral dorilarga nisbatan “Асихон” qo‘shimchasini qabul qilgan bemorlarda nojo‘ya ta’sirlar sezilarli darajada kamroq kuzatildi. Bu xavfsizlik profilining yuqoriligini ko‘rsatadi va uzoq muddatli qo‘llashda bemorlarning dori bilan bog‘liq muammolarini kamaytiradi. **Mikro- va makroelementlar kompleksi:** “Асихон” tarkibidagi mikro- (sink, mis, marganets) va makroelementlar (kaltsiy, magniy, kaliy) kompleksi immun tizimini mustahkamlashda muhim rol o‘ynadi. Ushbu elementlar hujayra funksiyalarini qo‘llab-quvvatlab, antioksidant himoyani kuchaytirdi va umumiy organizm holatini yaxshiladi.Shu tariqa, “Асихон” oziq-ovqat qo‘shimchasi gepatit B virusining replikatsiyasini samarali bostirishi, jigar hujayralarini toksik ta’sirlardan himoya qilishi, immun tizimini rag‘batlantirishi va nojo‘ya ta’sirlarni kamaytirishi bilan klinik jihatdan ahamiyatli natijalar ko‘rsatdi. Ushbu ma’lumotlar qo‘shimchaning gepatit B kasalligini davolashda

ISSN 3030-3907

foydalanishga yaroqliligini isbotlaydi va uni zamonaviy antiviral terapiya bilan birgalikda qo‘llash imkoniyatini yaratad

Muhokama

Olingan natijalar “Асихон” tabiiy oziq-ovqat qo‘shimchasining Gepatit B virusiga qarshi yuqori antiviral faollikka ega ekanligini aniq ko‘rsatdi. Ushbu qo‘shimchaning tarkibida mavjud bo‘lgan flavonoid birikmalar, jumladan Apigenin, Chrysin, Baicalein va ularning glyukuronid hosilalari virusning ko‘payish jarayonlarini samarali ravishda to‘xtatadi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, Apigenin va Baicalein virus DNK sintezini inhibe qilib, virus replikatsiyasini pasaytiradi va jigar hujayralarini oksidlovchi stressdan himoya qiladi (Zhou va boshq., 2018; Li va boshq., 2020). Bundan tashqari, Chrysin yallig‘lanishga qarshi ta’siri bilan gepatit jarayonini yumshatadi (Wang et al., 2019).“Асихон” tarkibidagi pinitol esa immun tizimini rag‘batlantiruvchi xususiyatlari bilan ma’lum bo‘lib, organizmning virusga qarshi samarali kurashishini ta’minlaydi (Kim va boshq., 2017). Pinitol immun hujayralarining faolligini oshirib, surunkali virusli infektsiyalarni boshqarishda qo‘shimcha yordam beradi.Sintetik antiviral dorilarning yon ta’sirlari, jumladan jigar toksikligi, allergik reaksiyalar va boshqa salbiy holatlar ko‘p uchraydi (WHO, 2021). Bu esa tabiiy, xavfsiz va yuqori samarali dori vositalariga bo‘lgan ehtiyojni oshirmoqda. Shu nuqtai nazardan, “Асихон” oziq-ovqat qo‘shimchasi ushbu ehtiyojlarga javob beradi va klinik amaliyotda keng qo‘llanilishi mumkin. Klinik sinovlarda bemorlarda virus yuklamasi o‘rtacha 60% ga kamaygani, jigar fermentlari darajasining sezilarli yaxshilanishi va nojo‘ya ta’sirlarning minimal bo‘lishi “Асихон”ning samaradorligi va xavfsizligini isbotladi.Shuningdek, qo‘shimchaning immunomodulyator xususiyatlari virusga qarshi uzoq muddatli himoya mexanizmini yaratishga yordam beradi, bu esa sintetik preparatlarda kamroq kuzatiladi. Bu esa bemorlarning hayot sifatini yaxshilashga va gepatitning surunkali bosqichiga o‘tishini kechiktirishga xizmat qiladi.Kelgusidagi tadqiqotlarda “Асихон”ning boshqa virusli kasalliklarga, jumladan gepatit C va D viruslariga qarshi samaradorligi, farmakokinetikasi va uzoq muddatli xavfsizligi o‘rganilishi tavsiya etiladi. Bundan tashqari, “Асихон” va boshqa antiviral preparatlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirlarni o‘rganish, klinik tavsiyalarni rivojlantirish uchun muhimdir.

Xulosa qilib aytganda, “Асихон” tabiiy, xavfsiz va yuqori samarali antiviral oziq-ovqat qo‘shimchasi sifatida Gepatit B kasalligini davolash va oldini olishda yangi istiqbollar ochmoqda. Bu mahsulotni klinik amaliyotga joriy etish virusli gepatit bilan kurashda yangi davrni boshlab beradi va bemorlar uchun qo‘shimcha umid bo‘lib xizmat qiladi.

Xulosa

ISSN 3030-3907

Ushbu tadqiqot natijalari “Асихон” tabiiy oziq-ovqat qo‘shimchasining Gepatit B virusiga qarshi samarali va xavfsiz vosita ekanligini tasdiqladi. Kimyoviy tarkibi va klinik sinovlar asosida, bu mahsulot virusli gepatit kasalligini davolash va oldini olishda qo‘shimcha yordam sifatida qo‘llanishi mumkin. Kelgusida ushbu qo‘shimchaning uzoq muddatli samaradorligini va boshqa viruslarga ta’sirini o‘rganish bo‘yicha qo‘shimcha tadqiqotlar talab etiladi.

ADABIYOTLAR

1. D.R. Khaydarova, I.R. Askarov, Sh.V. Abdullaev, M.M. Muminjanov. Preparation and classification of food compounds used in folk medicine on the basis of kokamaron plant. ФарДУ илмий хабарлар, №6, 2021, 40-42 б.

2. Хайдарова Д.Р., Абдуллаев Ш.В., Муминжанов М.М., Абдуллаев М.Н. Кўкамарон ўсимлигининг кимёвий таркиби ва халқ табобатидаги ўрни. Халқ табобати плюс, 2022, №(10), 44-46 б.

ISSN 3030-3907

UDK. 544.77.03

QATTIQ FAZALI USULDA RUTIN VA DEZOKSIPEGANIN BIRIKMALARI ASOSIDA KOMPLEKSLAR SINTEZ QILISH JARAYONINI QULAYLASHTIRISH

Xoshimov Farxod Fayzullayevich
Namangan davlat texnika universiteti
Oybek Karimovich Ergashev
Namangan davlat texnika universiteti
OrcID: 0009-0005-4468-3223.
E-mail: xoshimovfarhod@gmail.com

Annotatsiya: Quyidagi maqolada R vitamin xossasiga ega flavonoid modda rutin va bakteritsid va antixolinesteraz xossasiga ega alkaloid modda dezoksipeganin asosida Rutidop kompleksini sintez qilish jarayonini matematik rejalash usulida qulaylashtirilishi ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: rutin, dezoksipeganin, mexanik ta’sir, mexanoreaktor, qattiq fazali sintez, P vitamin, alkaloid, flavonoid, antixolinesteraz, unum, kompleks.

Аннотация: В данной статье рассматривается оптимизация процесса синтеза комплекса «Рутидоп» на основе флавоноида рутина с Р-витаминными свойствами и алкалоида дезоксипеганина с бактерицидными и антихолинэстеразными свойствами с использованием метода математического планирования.

Ключевые слова: рутин, дезоксипеганин, механическое воздействие, механореактор, твердофазный синтез, витамин Р, алкалоид, флавоноид, антихолинэстераз, продукт, комплекс.

Abstract: This article discusses the optimization of the synthesis process for the "Rutidop" complex based on the flavonoid rutin with P-vitamin properties and the alkaloid deoxypeganine with bactericidal and anticholinesterase properties using a mathematical planning method.

Key words: rutin, deoxypeganine, mechanical action, mechanoreactor, solid-phase synthesis, vitamin P, alkaloid, flavonoid, anticholinesterase, product, complex.

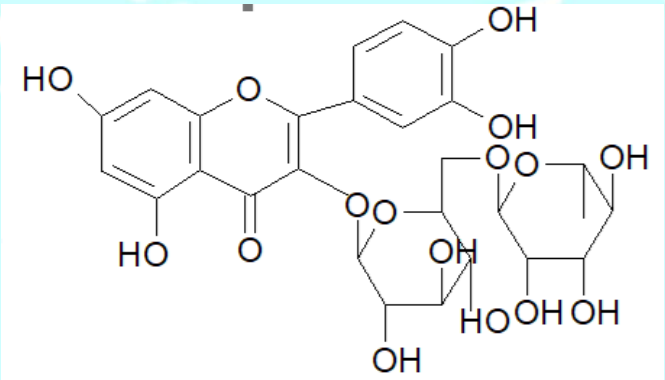
Kirish.

Flavonoidlar – γ–xromon hosilalari bo‘lib, ularga quyidagi sinf vakillari: flavon, flavonol, digidroxalkon, digidroxalkonol, xalkon, flavonon, flavon–3,4–diol, flavononol, flavan, digidroauron, auron, izoflavon, kumarino–xromon, 4–fenilxromon, kumaroflavon, kumarinokumarin, izokumaroflavon, digidroxinoidlar, flavon va xalkon asoslari, biflavonil, flaviliy ion va rotenoidlar kiradi [1].

Shu guruhga kiruvchi rutin birinchi marta 1842 yilda *Ruta graviolens* dan (1–2 %) ajratib olingan. Xozirda *Sophora japonicum L.* o‘simligidan sanoat

ISSN 3030-3907

miqyosida ajratib olinadi. Rutin zangor-sari rangli mikrokristall kukun bo‘lib, suvda juda oz eriydi, 95 % li spirtda oz eriydi, qaynayotgan spirtda qiyin eriydi, kislota, xloroform va efirlarda erimaydi. Ishqoriy eritmalarda kimyoviy o‘zgarishga uchraydi, tuz hosil qilib eriydi va parchalanadi (1-rasm) [2].



1– rasm. Rutin struktura formulasi

Rutin antioksidantlik xususiyati tufayli askorbin kislotasi bilan birgalikda oksidlanish–qaytarilish jarayonlarida qatnashadi, gialuronidaza fermenti faolligini kamaytiradi. R vitamin etishmovchiligida asosan kapillyarlar chidamliligi va elastikliligi kamayadi, o‘tkazuvchanligi esa oshadi. Shuning uchun qon tomirlar o‘tkazuvchanligi oshib ketishi bilan bog‘liq kasalliklar – gemorroy, diatez, kapillyarotoksikoz, ko‘z to‘r pardasiga qon quyilishi, revmatizm, septik endokardit, qizamiq, qizilcha, toshmali tif va nurlanishda rutin boshqa fiziologik faol moddalar bilan birgalikda qo‘llanilgan. Flavonoidlar yurakning toj tomirlarini kengaytirganligi, safro xaydaganligi va qon tanachalarini ko‘paytirganligi sababli gipertoniya, stenokardiya kasalliklarini davolashda va safro xaydashda tavsiya etiladi [3].

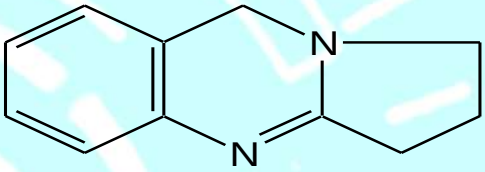
Flavonoidlar kam eruvchanligining sabablaridan biri ularning o‘zaro vodorod bog‘lar va aromatik xalqa “r-r” o‘zaro ta'sirlari asosida kristallar hosil qilganligidir. Kristall flavonlar va biflavonoidlarda molekulalararo “r-r” o‘zaro ta'sirlar aniqlangan va aromatik xalqalar orasidagi markaz-markaz 3.7-3.81 nm oraliqda, 2.7-9.98^{o} burchakda kuzatilgan [4, 5].

Peganum harmala L. o‘simligidan 308 dan ortiq birikmalar ajratilgan, ulardan 97 tasi alkaloidlar, 24 tasi flavonoidlar, 10 tasi triterpenoidlar, 3 tasi antraxinonlar, 2 tasi fenilpropanoidlar, 18 tasi uglevodlar, 17 tasi aminokislotalar, 99 tasi uchuvchi yog‘lar, 26 yog 'kislotalari, 3 sterol, 1 vitamin, 1 oqsil, 1 karotin va 6 boshqa mikroelementlar. Ushbu birikmalar orasida eng yuqori tarkib β-karbolin alkaloidlaridir. Ularning asosiy birikmalariga garmin, garmalin, harmalol, harman, harmol, minor birikmalar ichida vazisinon, peganin va dezoksipeganin alkaloidlari kiradi [6].

Peganum harmala L. dan olingan dezoksipeganin gidroxlorid preparati antixolinesteraz xossaga ega va turli xil miya kasalliklari miyopatiya va

ISSN 3030-3907

miyasteniyalarni davolashda, shuningdek, surunkali ich qotishi va kelib chiqishi turlicha bo‘lgan ichak atoniyasi davolash uchun ishlatiladi [7-15].



2 – rasm. Dezoksipeganin struktura formulasi

Ayni vaqtda bu ikki sinf kimyoviy xossalariga ko‘ra qaramaqarshi ikki guruxga: flavonoidlar – organik kislotalar, alkaloidlar – organik asoslar sinfiga mansubdir. Qontomir kasalliklarida keng qo‘llanuvchi rutin bilan miya qon tomirlari xastaligida antixolinesteraz sifatida qo‘llanuvchi DOP asosida kombinasiyalangan xossali yangi sinf dorivor moddalarini ishlab chiqish mumkinligini xisobga olib ular orasida (alkaloid+flavonoid) qattiq fazali reaksiyalar o‘tkazildi. DOPni tabiiy organik asos hisoblanmish alkaloidlar sinfi vakili sifatida model birikma qilib olindi. Bu esa kerakli xossa va ko‘rsatkichlarga ega, bioqulayligi yuqori bo‘lgan substansiyalar ishlab chiqarish imkoniyatini ko‘rsatadi.

Metodlar. Namunalar sintezi. Mexanokimyoviy sintez namunalarni "Gefest" firmasining (Rossiya) "AGO–2U" planetar–markazdan qochma maydalovchi–faollovchi reaktorida olib borildi. Rutin tutgan komplekslarni qattiq fazali sintez jarayoni quyidagi bosqichlarlardan iborat: rutin va DOP alohida tarozilarda kerakli miqdorda tortib olinadi, mexanik aralashtiriladi va maydalovchi jismlar bilan 1:10 modulda mexanoreaktor barabanlariga solinadi. Barabanlar ekvivalent og‘irlikli namunalar bilan to‘ldiriladi. Barabanlar qopqog‘i germetik xolda berkitiladi va mexanoreaktor kamerasiga o‘rnatiladi. Mexanoreaktor kamerasi qopqog‘i zich qilib berkitiladi va sovutgichga ulanadi. Mexanoreaktor tashqi qopqog‘i berkitiladi va kerakli ko‘rsatkichlar (energokuchlanish, vaqt) tanlanib mexanoreaktor ishga tushiriladi. Mexanik faollash jarayoni tugagandan so‘ng sovutgich suvni berkitib 2 minut davomida mexanoreaktor yana ishga tushiriladi. Barcha jarayonlar tugagandan so‘ng teskari tartibda qopqoqlar ochilib substansiya mexanoreaktordan tushirib olinadi va vibroelakdan o‘tkaziladi. Barcha namunalar mexanosintezi tegishli moddalar va ko‘rsatkichlarni tanlab yuqoridagi tartibda olib borildi [16, 17].

Namunalar eruvchanligini aniqlash. 545 AK–7 markali "Aylanuvchi kajava" uskunasida aniqlandi. Uskunaning asosiy qismi po‘lat yoki kapron to‘rli kajavadan iborat bo‘lib, teshiklar diametri 0,25 мм ga teng. 0.01–0.05 gr og‘irligidgia tekshirilayotgan namuna kajava tubiga qo‘yilgan filtr qog‘oz ustiga joylashtirildi. Erituvchi muxitida (V=900 ml) kajava 100 aylana/minut tezlik bilan aylanadi. Oshqozon shirasi muhitini namoyon qiluvchi 0.1n NSl eritmasini erituvchi sifatida tanlab olindi (rN=1.1). Tekshirilayotgan namuna quruq kajavadagi filtr qog‘oz

ISSN 3030-3907

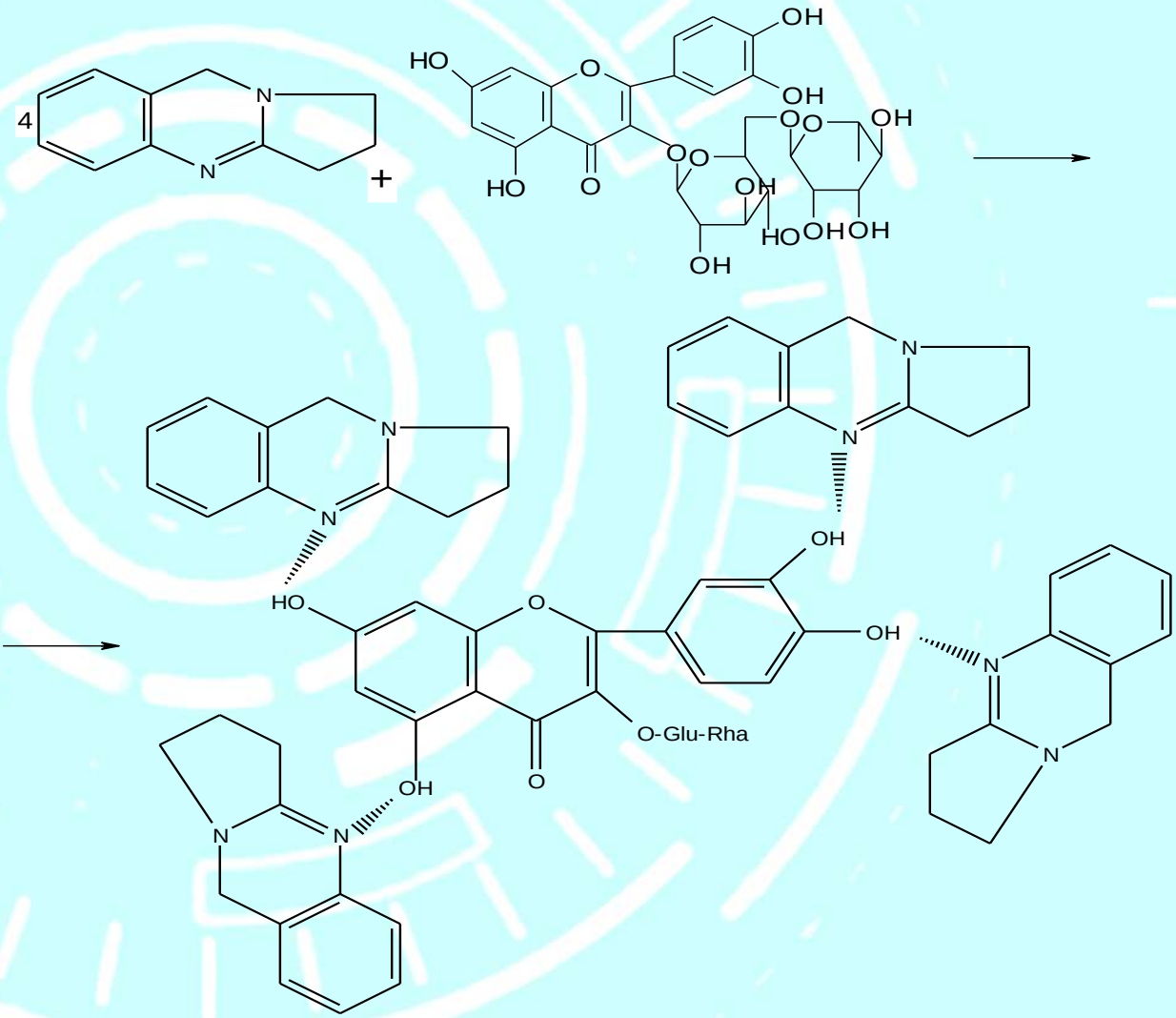
ustiga joylashtirib idish tubiga 20 мм etkazmay o‘rnatildi. Idish qopqog‘i yopilib harakatga keltiriladi. Ma'lum vaqt oralig‘ida namunadan eritma olindi va "ko‘k lenta" fil'trida fil'trlandi. Eritmadagi modda miqdori SF–46 spektrofotometrida =257 nm to‘lqin uzunlikda aniqlandi [18].

Muvonazat dializini aniqlash. 37°S da yarim o‘tkazgich membrana – sellyuloza bilan ajratilgan ikki kamerali yacheykada o‘tkazildi. Membrana eritma tarkibi bilan ta'sirlashmaydi. Membrana dorivor moddani tashilishini ta'minlab poliion va u bilan bog‘langan qarshi ionlarni o‘tkazmaydi. Dializ jarayoni 2 soat davomida olib borildi Ma'lum vaqtlar mobaynida dializatordan namunalar olib dorivor moddaning miqdori SF–46 spektrofotometr apparatida =257 nm to‘lqin uzunlikda tekshirildi [18].

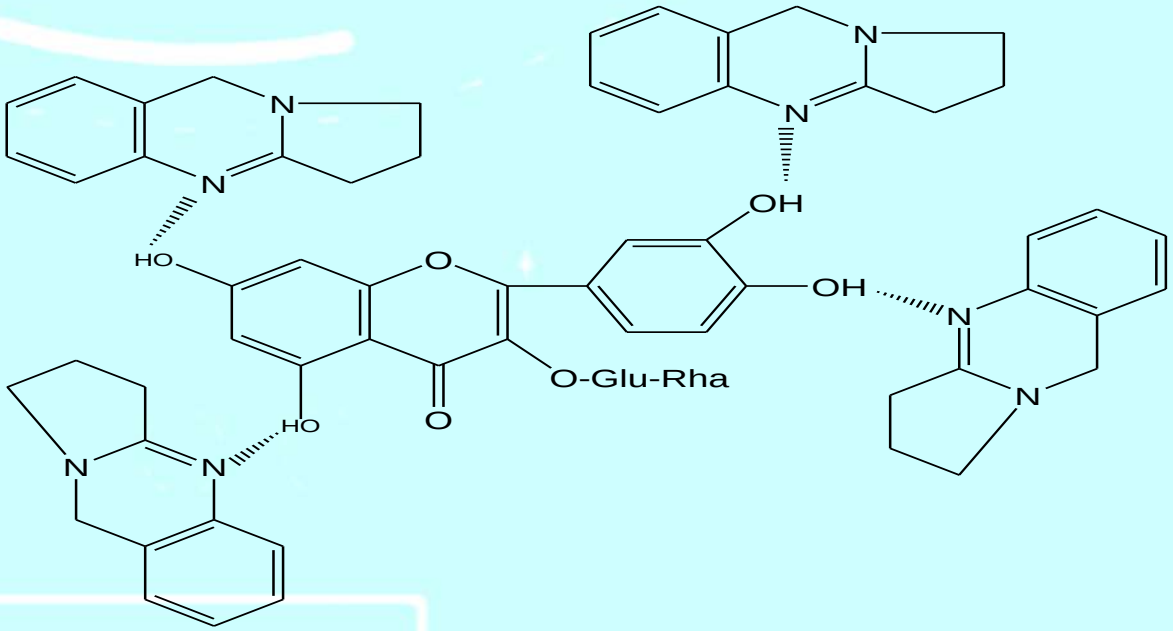
Natijalar va ular taxlili. Qattiq fazali reaksiyalarning suyuq fazali reaksiyalarga nisbatan o‘ziga xosligi - bu reaksiyalarda erituvchilar ishlatilmasligi, bosqichlar kamligi natijasida kam vaqt borishi, unum yuqoriligi va xosil bo‘lgan mahsulot sifati yuqoriligi, ya'ni rentabelligi yuqoriligi bilan ajralib turadi. Rutidop substansiyasini ishlab chiqarishning texnologik sxemasini soddalashtirish, ekologik jixatdan toza va iqtisodiy jixatdan foydali bo‘lgan texnologiyani yaratish maqsadida qattiq fazali quruq usulda Rutidop sintezini amalga oshirildi.

1. Rutidop substansiyasini olish reaksiyasi:

ISSN 3030-3907



Rutidop kompleksini struktura formulasi:



$C_{27}H_{30}O_{16}$:4$C_{11}H_{12}N_2$=1:4 mol nisbat yoki 47:53 mass nisbat (%)(0.1). To‘q sariq-zarg‘aldoq rangli, xidsiz, o‘ta mayda, sochiluvchan, mayin kukun.

ISSN 3030-3907

Rutidop olish jarayonining asosiy bosqichlari quyidagicha: rutin bilan dezoksipeganin aloxida tarozilarda tortib olinadi va maydalovchi jismlar bilan 1:10 modulda mexanoreaktorga solinadi. Taymer bo‘yicha belgilangan vaqt o‘tgandan so‘ng Rutidop substansiyasi mexanoreaktordan tushirib olinadi va vibroelakdan o‘tkazib qadoqlashga yuboriladi.

1–jadval

Komplekslar mexanokimyoviy sintez sharoitlari

Tajriba nomeri	Ta'sir qilish vaqti, minut.	Energetik kuchlanish, g.	Moddalar nisbati, rutin:dezoksipeganin (mol nisbat)
1	5	20	1:4
2	10	20	1:4
3	5	60	1:4
4	10	60	1:4
5	5	60	1:1
6	10	20	1:1
7	5	20	1:1
8	10	60	1:1

Izlanishlar asosida rutin:DOP=1:1 (massa nisbat) aralashmasini 60g energokuchlanishda 10 minut davomida mexanoishlab olingan Rutidop polimerkompleksi qulay ko‘rsatkichlarga ega. Quyidagi 1–jadvalda polimerkomplekslarni mexanokimyoviy sintez qilish sharoitlari keltirilgan. Olingan ma'lumotlar polimerkompleks olish amalga oshirildi. Ushbu polimerkomplekslardan eritmaga rutin ajralib chiqishini spektrofotometr SF–46 yordamida o‘rganib borildi.

O‘tkazilgan tekshirishlar natijasida namunalarning eruvchanligi foizlarda quyidagi 2–jadvalda keltirilgan.

2–jadval

Komplekslar eruvchanlik dinamikasi

№	Komplekslar	0,5 minut	1 minut	2 minut	5 minut	10 minut	15 minut	20 minut	30 minut
1	Rutin:DOP=(1:4) 20g 5 minut	19	39,7	57,7	76	84	88,6	90,9	93
2	Rutin:DOP=(1:4) 20g 10 minut	25,3	49,3	67,3	79,8	87	90,9	93,8	95
3	Rutin:DOP=(1:4) 60g 5 minut	35	62,7	79	86,3	91,5	94,5	96,4	97,6

ISSN 3030-3907

4	Rutin:DOP=(1:4) 60g 10 minut	61,7	83,3	92	95,3	98	99,7	100	99,99
5	Rutin:DOP=(1:1) 60g 5 minut	11	26	41,3	54	60,7	64,3	67,3	68,6
6	Rutin:DOP=(1:1) 20g 10 minut	7,3	18,3	33,7	46	51,7	57,3	61	62,45
7	Rutin:DOP=(1:1) 20g 5 minut	5	14,3	26	37,7	44,3	52	56,7	58,8
8	Rutin:DOP=(1:1) 60g 10 minut	16,3	31,3	48	57,3	64,3	68	69,7	70,12
9	Rutin boshlang‘ich	6,2	7,2	10,5	21,2	26,9	31,2	34,3	35,0

Komplekslarning bunday yuqori eruvchanligini donor-akseptor bog‘li tuz xosil bo‘lganligi bilan [19-22]. Ma'lumki, dorivor moddalar bioqulayligi ularning eruvchanligi bilan o‘lchanadi. Yuqorida aytib o‘tilganidek rutin (kversetin–3–ramnoglyukozid) – P vitamini qiltomirlar o‘tkazuvchanligini me'yoriga keltiradi, lekin suvda va oshqozon shirasida yomon eriydi. Dezoksipeganin –miya qon–tomir xastaliklari, gemiplegiya va miasteniyada, qo‘llanadi. Rutin – flavonoid modda bo‘lganligi uchun potensial kislotalik xossasiga ega. Dezoksipeganin – alkaloid modda bo‘lganligi uchun organik asos xisoblanadi. Demak, ular nazariy jixatdan reaksiyaga kirishib tuz xosil qilishlari shart. Shuning uchun biz ushbu ishimizda rutinni erish tezligiga dezoksipeganin ta'sirini o‘rgandik. Rutin eruvchanligini oshirishni eng qulay sharoitini topish uchun tajribani matematik rejalashning Boks–Uilson usulidan foydalandik. Oldindan ma'lum bo‘lgan axborotlar asosida jarayonga ta'sir etuvchi asosiy omillar sifatida quyidagilar tanlandi:

X_1 – tarkiblarni maydalash–faollash vaqti (minut);

X_2 – moddalarga ta'sir etuvchi kuch (g);

X_3 – maydalash uchun olingan tarkiblar massa nisbati (grgr).

Tajribaning omillar darajasi va o‘zgartirish oraliqlari aniqlandi. Quyidagi 3–jadvalda komplekslarning mexanik sinteziga ta'sir qiluvchi omillar va o‘zgartirishlar berilgan.

3–jadval

Komplekslar sinteziga ta'sir etuvchi omillar darajasi va o‘zgartirishlar oralig‘i

Omillar ko‘rsatkichi	O‘lchov birligi	Asosiy daraja	O‘zgartirishlar oralig‘i	Yuqori daraja(+1)	Quyi daraja(-1)
X_1	minut	7,5	2,5	10	5
X_2	g	40	20	60	20

ISSN 3030-3907

X_3	mol:mol	1:2.5	1:1.5	1:4	1:1

Qulaylashtirish ko‘rsatkichi qilib spektrofotometr (SF–46) yordamida o‘lchanadigan 0.1n HCl muxitida eritmaga chiqadigan kompleks miqdorini oldik (4–jadval).

4–jadval

Rejalash matrisasi va tajribalar natijasi

Tajriba nomeri	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	Y_1	Y_2	$Y_{o‘rtacha}$
1	–	–	+	+	–	–	96.40	95.04	95.72
2	+	–	+	–	+	–	97.55	96.17	96.86
3	–	+	+	–	–	+	98.53	96.61	97.57
4	+	+	+	+	+	+	99.98	99.99	99.98
5	–	+	–	–	+	–	68.94	68.06	68.60
6	+	–	–	–	–	+	62.74	62.16	62.45
7	–	–	–	+	+	+	59.56	58.12	58.84
8	+	+	–	+	–	–	69.36	70.88	70.12

Tuzgan matrisamizga muvofiq 8 ta tajribaning barchasini, matrisadagi xar bir (+) va (–) belgilari bilan kodlangan (tegishli ravishda yuqori va quyi daraja oraliqlari) omillar darajasida olib bordik. To‘rtinchi tajribada eng katta o‘zgarishga ega bo‘ldik (99.99%).

Olingan natijalar asosida jarayonning matematik modeli topildi. Ma'lumotlarni [300] usul bo‘yicha ishlab jarayonning matematik modeli uchun quyidagi birinchi darajali regressiya tenglamasini olindi:

$$Y=81.27–2.11X_1+10.39X_2–3.68X_3+2.53X_1X_2–3.42X_1X_3–6.78X_2X_3$$

Tajriba to‘g‘ri o‘tkazilganligi va model mosligiga ishonch xosil qilish uchun olingan axborotni statistik ishlab chiqdik (5–jadval).

5–jadval

Statistik tahlil natijalari.

№	$Y_{o‘rtacha}$	$Y=Y_{o‘rt}-Y_1\|\Delta Y\|$	ΔY^2	$2*\Delta Y^2$ (S_i^2)	$Y_{xisoblangan}$	$Y_{xis}-Y_{o‘rt}$	$(Y_{xis}-Y_{o‘rt})^2$
1	95.72	0,68	0,46	0.92	52,47	1,45	2,10
2	96.86	0,69	0,48	0.96	36,33	–1,45	2,10
3	97.57	0.96	0.92	1.84	54,62	–1,45	2,10
4	99.99	0,01	0,00	0.00	48,61	1,45	2,10
5	68.60	0.54	0.29	0.58	76,38	–1,46	2,13
6	62.45	0,29	0,08	0.16	36,98	1,46	2,13
7	58.84	0,72	0,52	1.04	39,42	–1,45	2,10
	∑= 81.27			$\sum S_i^2=6.6$			∑= 16,83

ISSN 3030-3907

Qulaylashtirish uchun 2^3 to‘liq omilli tajribasi qo‘llandi. Statistik tahlil natijalari ko‘rsatishicha jarayonning matematik modeli mos va hamma qiymatlar ahamiyatlidir. Koxren kriteriysi bo‘yicha dispers bir xilligini tekshirdik.

$$G_{tajriba}=S_{max}/S_i= 3.08/6.66=0.46$$

$$G_{jadval} = 0.68 > G_{tajriba}=0.46$$

$$G_{jadval} > G_{tajriba}$$

Olingan ma'lumotlar dispersiya darajasi bir xil ekanligini, ya'ni tajribada topilgan qiymat jadvaldagi qiymatdan kichik ekanligini ko‘rsatdi. Ozodlik darajasi sonini quyidagi formula bo‘yicha xisobladik:

$$f=N–(k+1)= 8–(3+1)=4$$

Dispersiyaning qaytarilish o‘rtacha soni:

$$S\{Y\} = S_i/N = 6.66/8 = 0.83$$ ga tengligi topildi

Dispersiyaning mosligi esa quyidagi formula bilan xisoblandi:

$$S_{mos} = 2(Y_{xisoblangan}–Y_{o‘rtacha})/f = 2*16.83/4 = 8.42$$

Tenglamaning mosligini Fisher kriteriysi bo‘yicha tekshirildi:

$$F_{jadval} > F_{tajriba}$$ 6.59 > 5.33 Model mos ekan.

Tajribada topilgan qiymatning jadvaldagi qiymatdan kichikligi ushbu model mosligini ko‘rsatadi.

Regressiya koeffisientlarining axamiyatligi o‘rganildi. Buning uchun regressiya koeffisientlarining dispersiyasi S_{bi}^2 quyidagi formuladan topildi:

$$S_{bi}^{\,2} = \frac{S_y^{\,2}}{N}; \qquad S_{bi}^{\,2} = \frac{S_y^{\,2}}{N} = \frac{1.58}{8} = 0.198;$$

$$S_{bi} = \sqrt{S_{bi}^{\,2}} = \sqrt{0.198} = 0.445$$

So‘ng ishonchlilik oralig‘i aniqlandi , $\Delta b_i = \pm t_{ишонч} S_{bi}$ bunda $t_{ishonch}$ – Styudent kriteriysini jadvaldagi qiymati bo‘lib, tanlangan daraja axamiyatida (odatda 0.05) va erkinlik darajasi qiymati bilan S_y^2 aniqlandi. S_{bi} – regressiya koeffisientini kvadratik xatosi:

$$t_{ishonch} = 3{,}182$$

$$t_{jadval}=3{,}07$$

$$\Delta bi = t_{jadval} * S_{bi} = 3.07*0.445 = 1.37$$

Ishonchlilik oralig‘i bilan regressiya tenglamasi qiymatlarini solishtirib, qulaylashtirish ko‘rsatkichiga omillar turlicha ta'sir qilar ekan degan xulosaga kelindi. Koeffisient axamiyatli bo‘lishi uchun uning absolyut qiymati ishonchlilik oralig‘idan katta bo‘lishi shart.

Olingan axborotni statistik tahlili matematik model mos ekanligini ko‘rsatdi. Ishonchlilik oralig‘ini regressiya koeffisientlari bilan solishtirib jarayonga ta'sir

ISSN 3030-3907

etuvchi quyidagi asosiy omillar aniqlandi. Jarayonga ta'sir etish darajasi bo‘yicha omillar quyidagi ketma-ketlikda joylashadilar: $X_2 > X_3 > X_1$

6-jadval

Regressiya koeffisientlarini axamiyati

№	b_j		Δb_j	Natija
1.	b_0	51.69	3,06	Koeffisient axamiyatli
2.	b_1	2.11		Koeffisient axamiyatsiz
3.	b_2	10.39		Koeffisient axamiyatli
4.	b_3	3.68		Koeffisient axamiyatli

Yuqoridagi model tahlili asosida polikompleks sintez bo‘lishini qulaylashtiruvchi jarayon sharoitiga ta'sir etuvchi omillar aniqlandi (6-jadval):

- ta'sir etuvchi mexanik kuch kattaligi – X_2 (60 g),
- rutin:dezoksipeganin miqdor nisbati – X_3 (1:4),
- maydalash–faollash vaqti – X_1 (10minut).

Qulaylashtirilgan tajriba sharoitida sintez qilingan kompleksning eruvchanligi 99.99 % ga teng ekan.

Umuman olganda *Peganum harmala L.* ekstrakrlari summasi olingan, ularning fitokimyoviy tarkiblari o‘rganilgan, ushbu ekstraktlar va nanokumush asosida bakteritsid xossali preparatlar olingan [23-26]. Rutin va dezoksipeganin asosida sintezlangan ushbu komplekslar xam bakteritsid faollikka ega birikmalar sintez bo‘lishini yana bir bor tasdiqlaydi.

Xulosa. Ilk marta flavonoid modda rutin va alkaloid modda dezoksipeganin o;rtasida qattiq fazali reaksiya o‘tkazildi va komplekslar sintez qilindi. Yangi komplekslar sintez bo‘lgani oldingi maqolalarda bir qator spektroskopiya usullari bilan tasdiqlangan. P vitamin xususiyatga ega bo‘lgan, bakteritsid xossali Rutidop substansiyasini qattiq fazali usulda sintez qilish jarayoni qulaylashtirildi. Jarayonga ta’sir etuvchi asosiy omillar ketma-ketligi - mexanik kuch kattaligi, moddalar nisbati va reaksiya vaqti aniqlandi. Moddalar mexanokimyoviy ta'sirlashishi tufayli komplekslar hosil bo‘ladi.

ADABIYOTLAR

1. Холматов Х. Фармакогнозия. – Тошкент: Ўқитувчи,1995. – 378 бет.
2. Миралимов М.М. Йиғинди препаратлар технологияси. – Тошкент: Абу Али ибн Сино, 2001. – 46-112 бетлар.
3. Комилов Х.М., Абдулбекова В.Н., Собиров К.А.// Изучения процесса растворения таблеток Рутина // Химия и фармация.- Ташкент, 1988. - №1,2. - С.18.
4. Азизова С.С. Фармакология. - Тошкент: Ибн Сино, 1994. – Б.286–294.
5. Jian g R.W. et al., Molecular structures and p–p interactions of some flavonoids and biflavonoids // J. Mol. Struct. - New York, 2002. - № 77. - P.642.

ISSN 3030-3907

6. Zhu, Z.; Zhao, S.; Wang, C. Antibacterial, antifungal, antiviral, and antiparasitic activities of Peganum harmala and its ingredients: A Review. Molecules 2022, 27, 4161.
7. Ahmad, A.; Khan, K.A.; Sultana, S.; Siddiqui, B.S.; Begum, S.; Faizi, S.; Siddiqui, S. Study of the in vitro antimicrobial activity of harmine, harmaline and their derivatives. J. Ethnopharmacol. 1992, 35, 289–294.
8. Filban, F.; Ravanbakhsh, M.; Poormohammadi, A.; Khaghani, S.; Sadeghi-Nejad, B.; Neisi, A.; Goudarzi, G. Antimicrobial properties of Peganum harmala L. seeds' smoke in indoors: Applications and prospects. Environ. Monit. Assess. 2021, 194, 17.
9. Shahverdi, A.R.; Monsef-Esfahani, H.R.; Nickavar, B.; Bitarafan, L.; Khodaee, S.; Khoshakhlagh, N. Antimicrobial activity and main chemical composition of two smoke condensates from Peganum harmala seeds. Z. Naturforsch. C J. Biosci. 2005, 60, 707–710.
10. Sarpeleh, A.; Sharifi, K.; Sonbolkar, A. Evidence of antifungal activity of wild rue (Peganum harmala L.) on phytopathogenic fungi. J. Plant. Dis. Prot. 2009, 116, 208–213.
11. Behidj-Benyounes, N.; Dahmene, T.; Allouche, N.; Laddad, A. Phytochemical, antibacterial and antifungal activities of alkaloids extracted from Peganum harmala (Linn.) seeds of south of Algeria. Asian. J. Chem. 2014, 26, 2960.
12. Diba, K.; Shoar, M.G.; Shabatkhori, M.; Khorshivand, Z. Antifungal activity of alcoholic extract of Peganum harmala seeds. J. Med. Plants Res. 2011, 5, 5550–5554.
13. Olmedo, G.M.; Cerioni, L.; Gonzalez, M.M.; Cabrerizo, F.M.; Volentini, S.I.; Rapisarda, V.A. UVA Photoactivation of harmol enhances its antifungal activity against the phytopathogens Penicillium digitatum and Botrytis cinerea. Front. Microbiol. 2017, 8, 347.
14. Hajji, A.; Bnejdi, F.; Saadoun, M.; Ben Salem, I.; Nehdi, I.; Sbihi, H.; Alharthi, F.A.; El Bok, S.; Boughalleb-M'Hamdi, N. High reserve in delta-Tocopherol of Peganum harmala seeds oil and antifungal activity of oil against ten plant pathogenic fungi. Molecules 2020, 25, 4569.
15. Izadi, M.; Jorf, S.A.M.; Nikkhah, M.; Moradi, S. Antifungal activity of hydrocolloid nano encapsulated Carum copticum essential oil and Peganum harmala extract on the pathogenic fungi Alternaria alternata. Physiol. Mol. Plant P 2021, 116, 101714.
16. Душкин А.В. Возможности механохимической технологии органического синтеза и получения быстрорастворимых материалов// Автореф. дисс... докт. хим. наук, Новосибирск, 2005. - 56 с.

ISSN 3030-3907

17. Халиков С.С., Хошимов Ф.Ф. Изучение механохимического взаимодействия рутина с дезоксипеганином // Новые технологии получения и применения биологически активных веществ: Тез.докл. - Алушта, Украина, 2002. - С.50.
18. Хошимов Ф.Ф., Шахидоятов Х.М., Абдуллаев Ш.В., Иминова Д. Исследование растворимости и диализа полимерных комплексов рутина // Проблемы биоорганической химии: Тез. докл. VI-Респ. конф. молодых химиков. 20-21 ноября, 2009. - Наманган, 2009. - С. 102-104.
19. F.F.Xoshimov, X.T.Zokirov. Rutin:dezoksipeganin kompleksining eruvchanlik va dializ dinamikasini o‘rganish. “Fan va texnologiyalar taraqqiyoti” BuxMTI Ilmiy–texnikaviy jurnal 2020 yil, №5. F
20. F.F.Xoshimov, M.F.Fayzullaeva O.K.Nuridinov. Rutinni dezoksipeganin bilan xosil qilgan komplekslari taxlili. International scientific-methodical journal UzACADEMIA Volume 1. Issue 8, December 2020.
21. F.F.Xoshimov, M.F.Fayzullaeva O.Q.Nuridinov. Rutinni dezoksipeganin bilan xosil qilgan komplekslari taxlili. Uzacademia ilmiy-uslubiy jurnali scientific-methodical journal vol 1, issue 8 (13), december 2020, 44-51 b.
22. F.F.Xoshimov, M. F. Fayzullaeva. Rutin va dezoksipeganin asosida mexanokimyoviy sintezlangan namunalar termik taxlili. “Fan va texnologiyalar taraqqiyoti” BuxMTI Ilmiy–texnikaviy jurnal 2021 yil, №5.
23. F. Hoshimov, O. K. Ergashev, M.F. Orifboeva-Fayzullaeva, A.A. Rakhmonov. Obtaining colloid compositions based on Peganum harmala extracts and nanosilver. Journal of Multidisciplinary Sciences and Innovations Vol4 No7 (2025) 138-146. doi: https://doi.org/10.55640/
24. F.F. Hoshimov, O.K. Ergashev, M.F. Orifboeva-Fayzullaeva, A.A.Raxmonov. Peganum harmala o‘simligidan ekstraktlar summasini olish va nanokumush tutgan kolloid tizimlar sintez qilish. Journal of Healthcare and Life-Science Research, Vol. 4 No. 7, 2025. P.47-55.
25. Xoshimov Farxod Fayzullaevich, Ergashev Oybek Karimovich. Peganum harmala ekstraktiv biraklamalarini o‘rganish va nano-kumush tutgan preparat olish. Scientific Bullettin of NamSU-Nauchniy vestnik NamGU-NamDU ilmiy axborotnomasi–2025-yil 7-son.
26. Xoshimov Farxod Fayzullayevich, Ergashev Oybek Karimovich. Peganum harmala l. o‘simligining tuzilishi, terapevtik faolligi va fitokimyoviy tarkibi. “ Development Of Science, 2025 / 8 Issue 8. Volume 2. 357-372 betlar.

ISSN 3030-3907

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Кодиров Низом Даминович

PhD, кафедры Фармакогнозии и фармацевтических технологии

Самаркандский государственный медицинский университет

Аннотация: Определение химических показателей качества воды является важнейшей задачей санитарно-гигиенического контроля и охраны здоровья населения. Основные параметры, такие как pH, жесткость, содержание ионов железа, кальция, магния, хлоридов, сульфатов и органических веществ, позволяют оценить соответствие воды нормативным требованиям. В статье рассматриваются методы анализа, включая титриметрические, фотометрические и инструментальные подходы, их преимущества и область применения.

Ключевые слова: вода, качество, химические показатели, анализ, фотометрия, титриметрия.

Annotatsiya: Suv sifatining kimyoviy ko‘rsatkichlarini aniqlash sanitariya-gigiyena nazoratining va aholining sog‘lig‘ini muhofaza qilishning muhim vazifasi hisoblanadi. Asosiy parametrlar – pH, qattiqlik, temir, kalsiy, magniy, xlorid, sulfat ionlari va organik moddalar tarkibi – suvning me’yoriy talablarga mosligini baholash imkonini beradi. Maqolada titrimetrik, fotometrik va asbobiy usullar hamda ularning afzalliklari va qo‘llanish sohasi ko‘rib chiqiladi. Suvning kimyoviy ko‘rsatkichlarini nazorat qilish uning xavfsizligi va foydalanishga yaroqliligini ta’minlash uchun zarurdir. Kompleks tahlil usullarini qo‘llash og‘ishlarni o‘z vaqtida aniqlash va ifloslantiruvchi moddalar inson salomatligiga va atrof-muhitga salbiy ta’sirini oldini olish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: suv, sifat, kimyoviy ko‘rsatkichlar, tahlil, fotometriya, titrimetria.

Abstract: Determination of chemical indicators of water quality is a crucial task of sanitary control and public health protection. Key parameters such as pH, hardness, concentrations of iron, calcium, magnesium, chlorides, sulfates, and organic substances are used to assess water compliance with regulatory standards. The article discusses analytical methods, including titrimetric, photometric, and instrumental approaches, highlighting their advantages and applications. Monitoring chemical indicators of water is essential to ensure its safety and suitability for use. The application of comprehensive analytical methods makes it possible to detect deviations in time and prevent the negative impact of contaminants on human health and the environment.

Keywords: water, quality, chemical indicators, analysis, photometry, titrimetry.

Введение

ISSN 3030-3907

В данной статье рассмотрены современные методы анализа химических показателей качества питьевой воды, обеспечивающие достоверную оценку её безопасности и соответствия санитарным нормам. Приведены основные физико-химические и инструментальные методы, включая фотометрические, титриметрические, ионселективные и хроматографические методы анализа. Особое внимание уделено применению спектрофотометрии и хроматографии как наиболее точных и чувствительных способов определения ионов металлов, солей и органических примесей. Рассматриваются преимущества автоматизации аналитических процессов и внедрения современных приборных технологий в лабораторную практику. Результаты исследования подтверждают необходимость комплексного подхода к оценке качества питьевой воды с использованием сочетания классических и инновационных методов анализа.

Карбонатная (временная, устранимая) жесткость ($Ж_к$) вызывается содержанием в воде растворимых гидрокарбонатов кальция и магния. Она почти полностью устраняется кипячением, при котором гидрокарбонаты разлагаются:

t°

$$Ca(HCO_3)_2 = CaCO_3\downarrow + 2CO_2\uparrow + 2H_2O$$

Некарбонатная (постоянная) жесткость вызывается присутствием в воде сульфатов(а также хлоридов) кальция и магния. Кипячением она не устраняется. Сумма карбонатной и некарбонатной жесткости дает общую жесткость.

Карбонатную жесткость определяют титрованием пробы воды раствором соляной кислоты в присутствии метилового оранжевого:

$$Ca(HCO_3)_2 + 2HC1 = CaC1_2 + 2H_2O + 2CO_2$$

$$Mg(HCO_3)_2 + 2HC1 = MgCl_2 + 2H_2O + 2CO_2$$

В присутствии слабо диссоциированной угольной кислоты

$$HCO_3^- + H_3O^+ = H_2O + H_2CO_3$$

желтая окраска индикатора не изменяется, но переходит в оранжевую при избытке соляной кислоты.

В две конические колбы отбирают пипеткой по 100 мл воды из склянки для отбора проб и добавляют по 5 капель раствора метилового оранжевого. Содержимое одной из колб титруют соляной кислотой 0,1 N раствором до перехода окраски из желтой в оранжевую. Изменение окраски наблюдают, сравнивая ее с окраской содержимого второй колбы. Титрование повторяют 2-3 раза и из сходящихся отсчетов берут среднее.

Карбонатную жесткость рассчитывают по формуле:

ISSN 3030-3907

$$Ж_к = \frac{V_1 \cdot C_н \cdot 1000}{V_2}$$ (ммоль- экв /л),

где $C_н$ - нормальность раствора соляной кислоты;

V_1 -объем соляной кислоты, затраченной на титрование (мл);

V_2 -объем воды, взятой для титрования (мл).

Общую жесткость определяют методом комплексонометрического титрования. Титрование воды проводят в присутствии индикаторов — хромогенов (обычно — хромогена черного) в слабощелочной среде (pH 9-10), которая создается аммонийной буферной смесью. Титруют раствором трилона Б (комплексон III) до изменения окраски от винно-красной до сине-фиолетовой.

В колбу для титрования отмерьте пипеткой 100 мл исследуемой воды и прилейте 5 мл аммонийной буферной смеси. Добавьте 7-8 капель индикатора (хромогена черного) до появления хорошо заметной винно-красной окраски. (Вместо этого можно внести на кончике шпателя 20-30 мг сухой смеси индикатора с хлоридом натрия или калия и перемешав до растворения.) Обычно воду титруют 0,05 н раствором трилона Б (комплексона III) до перехода винно-красной окраски в сине-фиолетовую, помешивая круговыми движениями. Титрование повторяют 2-3 раза и из сходящихся отсчетов берут среднее. В случае, если на титрование расходуется больше 10 мл 0,05 н раствора трилона (или 5 мл 0,1н раствора), то берут меньший объем воды, доводя дистиллированной водой до 100 мл.

В других случаях пользуйтесь данными таблицы.

Соотношение между объемом пробы воды и концентрацией трилона Б в зависимости от общей жесткости

Общая жесткость, моль-экв/л	Концентрация раствора трилона Б, С (1/2) моль/л	Объем пробы воды, мл
20-50	0,1	10-25
10-20	0,05	25
5-10	0,03	25
0,05-5	0,01	50
<0,05	0,0035	100

Общая жесткость рассчитывается по формуле:

$$Ж_к = \frac{V_1 \cdot C_н \cdot K \cdot 1000}{V_2}$$ (ммоль- экв /л),

V_1 - объем рабочего раствора трилона Б (мл), затраченного на титрование;

V_2 - объем анализируемой воды (мл);

ISSN 3030-3907

$С_н$ - нормальная концентрация рабочего раствора трилона Б (моль-экв/л), число эквивалентности Z=2;

К- поправочный коэффициент нормальности раствора трилона Б ($К = \frac{С_{ист}}{С_{необх}}$)

Жесткость некарбонатная рассчитывается по формуле $Ж_{нк} = Ж_о – Ж_к$.

Кислотность природных вод обусловлена наличием свободной угольной кислоты, а также растворимых солей, образованных слабым основанием и сильной кислотой. Такие соли, подвергаясь гидролизу, образуют свободные кислоты. Кислотность, обусловленная присутствием свободных кислот, считается первичной кислотностью. Соли, гидролизующиеся до свободных кислот, характеризуют вторичную кислотность.

Определяют кислотность воды методом нейтрализации. В его основе лежит взаимодействие кислоты со щелочью (реакция нейтрализации).

В коническую колбу емкостью 250 мл отмерить пипеткой 10мл исследуемой воды. Прибавить 2-3 капли фенолфталеина. Пробу титровать 0,1н NaOH до появления слабо розовой окраски, не исчезающей 1-2 мин.

Расчет:

$$X = \frac{V_1 \cdot N \cdot 1000}{V_2},$$

где X- кислотность воды, мг.-экв/л; V_1 - объем 0,1н NaOH пошедший на титрование пробы, мл;

N- нормальность рабочего раствора NaOH; V_2 - объем воды, мл.

Общая щелочность воды обусловлена наличием свободных гидроксидов, а также солей соляной кислоты и сильного основания. Такие соли, гидролизуясь, образуют свободные гидроксоионы.

Определяется щелочность количеством миллилитров кислоты, необходимым для нейтрализации 1л воды. Выражается она в мг-экв.

В коническую колбу на 250 мл отмерить пипеткой 10 мл воды, прибавить 2-3 капли метилоранжа и титровать 0,1н раствором HCI до перехода желтой окраски в оранжевую.

Расчет:

$$Щ_0 = \frac{V_1 \cdot N \cdot 1000}{V_2},$$

где Щ- общая щелочность воды, мг-экв/л; V_1 - объем 0,1 н HCI, пошедшей на титрование пробы, мл; N- нормальность раствора кислоты; V_2 - объем воды, взятый для исследования, мл.

Реакция среды характеризуется концентрацией H^+-ионов или её отрицательным логарифмом - водородным показателем pH

ISSN 3030-3907

Электорохимический метод определения pH основан на измерении разности потенциалов двух электродов, помещенных в анализируемый раствор. Измерьте pH исследуемого раствора с помощью pH-метра

Определение ионов кальция проводят при таком значении pH среды, при котором трилон Б дает с ним более прочное соединение по сравнению с индикатором. В качестве индикатора применяют мурексид.

К 100 мл испытуемой воды добавляют 5 мл 2 н раствора едкого натра и несколько кристаллов мурексида и медленно титруют раствором трилона Б до изменения окраски раствора.

Содержание кальция вычисляют по формуле:

$$Ca^{2+} = \frac{Cн \cdot K \cdot 1000 \cdot V_1}{V_2},$$

где: Сн – молярная концентрация эквивалента трилона Б,

К – поправочный коэффициент,

V_1– объем раствора трилона Б,

V_2– объем пробы воды.

Содержание ионов магния определяют объемно-аналитическим методом, который заключается в том, что бикарбонаты и карбонаты при титровании соляной кислотой переводят в хлориды. Образующийся углекислый газ удаляют из раствора кипячением.

В коническую колбу на 250 мл отбирают 100 мл анализируемой воды и, прибавив к ней 3 капли индикатора метилового оранжевого, воду оттитровывают 0,1 н раствором соляной кислоты до оранжевой окраски. Одновременно также оттитровывают 100 мл дистиллированной воды до такой же окраски. Обе колбы с растворами нагревают до кипения и переносят растворы в 200 мл мерные колбы. В колбы добавляют по 50 мл насыщенного раствора гидроксида кальция и доливают до нижней части горлышка свежепрокипяченой дистиллированной водой. Содержимое колбы перемешивают и ставят на водяную баню на 30 минут. Затем растворы в колбах охлаждают холодной водой, доливают дистиллированной водой до метки, перемешивают и тут же отфильтровывают выпавший гидроксид магния через складчатый фильтр. Фильтраты собирают в сухие конические колбы. Из каждой колбы отбирают по 100 мл раствора и титруют оставшийся избыток гидроксида кальция 0,1 н раствором соляной кислоты в присутствии фенолфталеина.

Количество магния в 1 л воды подсчитывают по формуле:

$$Mg^{2+} = \frac{12{,}16 \cdot 2(Cн \cdot V_1 - Cн \cdot V_2)1000}{100},$$

где: 12,16 – молярная масса эквивалента магния,

Сн – молярная концентрация эквивалента соляной кислоты,

ISSN 3030-3907

V_1 – объем соляной кислоты, пошедшей на титрование раствора, полученного из дистиллированной воды,

V_2 – объем соляной кислоты, пошедшей на титрование раствора, полученного из анализируемой воды.

Общую жесткость воды рассчитывают по формуле:

$$Ж_o = \frac{m(Ca^{2+})}{M_э(Ca^{2+}) \cdot V} + \frac{m(Mg^{2+})}{M_э(Mg^{2+}) \cdot V}$$

Заключение: Современные методы анализа химических показателей качества питьевой воды позволяют значительно повысить точность и скорость определения загрязняющих веществ. Использование инструментальных технологий, таких как фотометрия, атомно-абсорбционная спектроскопия и ионная хроматография, обеспечивает надёжный контроль соответствия воды установленным нормативам. Комплексное применение этих методов даёт возможность не только выявлять превышения по отдельным компонентам, но и оценивать общее состояние водного объекта. Таким образом, совершенствование аналитических подходов является важным направлением в обеспечении экологической и санитарной безопасности питьевой воды. Контроль химических показателей воды необходим для обеспечения её безопасности и пригодности к использованию. Применение комплексных методов анализа позволяет своевременно выявлять отклонения и предотвращать негативное влияние загрязняющих веществ на здоровье человека и окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 31940-2012. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартинформ, 2013.

2. ГОСТ 31861-2012. Вода питьевая. Определение органолептических и химических показателей. – М.: Стандартинформ, 2013.

3. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. – М.: Минздрав РФ, 2002.

4. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1989. – 448 с.

5. Алексеев, В. В. Методы анализа природных и питьевых вод. – М.: Химия, 1987. – 320 с.

6. Физико-химические методы анализа воды / Под ред. А. И. Бузина. – М.: Химия, 2000. – 512 с.

ISSN 3030-3907

7. Мур, Дж. Количественный химический анализ. – М.: Мир, 1983. – 544 с.
8. Сидоренко, В. С. Химический анализ природных вод: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2015. – 304 с.
9. Справочник по качеству воды / Под ред. Н. А. Иванова. – М.: Наука, 2016. – 368 с.
10. Шварц, Г. Химико-аналитический контроль качества природных и питьевых вод. – М.: Химия, 1991. – 240 с.
11. ГОСТ Р 55684-2013 Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости
12. WILD PLANTS AS AN OBJECT OF STUDY, LIFE SAFETY, USE IN MEDICINE AND INDUSTRY MODERN EDUCATION AND DEVELORMENT ISSN 3060-4567. Khasanova Gulbahor Rakhmatullaevna. Часть–4_ Январь –2025 Выпуск журнала №-18 Стр111-121.
13. Хасанова, Г. Р., Тошпулатов, Ш. Ш., Расулов, К. Г., & Мамиров, Д. У. (2025). КОРИАНДР ПОСЕВНОЙ–CORIANDRUM SATIVUM L. Modern education and development, 18(4), 80-92.54.
14. Raxmatullayevna, X. G., Ko‘chimova, F. S., Jumaboyeva, S. E., & Xushvaqtovich, Q. D. (2025). SARIQ PARPIGUL-GENTIAN LUTEA L. Modern education and development, 18(4), 69-
15. Хасанова, Г. Р., Беканов, Б. С., Бахитов, Ш. Т., & Ходжаева, Ж. К. (2025). ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА КАЛАНХОЭ. Modern education and development, 18(4), 93-110.
16. Хасанова, Г. Р., Кунгратова, М. И., Исломов, О. И., & Норкулова, Х. Ш. (2025). ЗВЕРОБОЙ ПРОДЫРЯВЛЕННЫЙ–HYPERIGUM PERFORATUM L. ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ, 62(5), 130-144.
17. Хасанова, Г. Р., Абдуллаева, А. З., & Икрамова, Н. Б. (2025). ЧАГА ИЛИ БЁРЕЗОВЫЙ ГРИБ–JNONOTUS OBLIQUUS (PERS.) PILL. ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ, 62(5), 116-129.
18. Хасанова, Г. Р., Рахманова, Н. И., & Иззатуллаева, С. Т. (2025). ОБЛЕПИХА КРУШИНОВИДНАЯ–HIPPOPHAE RHAMNOIDES L. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 38(1), 164-174.
19. Хасанова, Г. Р., Рахманова, Н. И., & Сатторов, Ш. И. (2025). ЗИРА–BUNIUM PERSICUM. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 38(1), 174-183.

ISSN 3030-3907

“SOMATIK VA INFEKSION KASALLIKLARDA RUHIY BUZILISHLAR” MAVZUSIDA “FLIPPED CLASSROOM” METODINI QO‘LLAGAN HOLDA DARS O‘TISH TEXNOLOGIYASI

Shodiyeva Feruza Beshimovna

Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti.

Buxoro, O‘zbekiston.

E-mail: shodiyeva.feruza@bsmi.uz

Annotatsiya: Mazkur maqolada oliy tibbiyot ta’limida “Somatik va infeksion kasalliklarda ruhiy buzilishlar” mavzusini o‘qitishda Flipped Classroom (teskari sinf) metodining qo‘llanishi, uning afzalliklari va samaradorligi tahlil qilingan. Dars jarayonida talabalar nazariy materialni mustaqil o‘zlashtirib, auditoriyada klinik holatlar, muammoli vaziyatlar va interaktiv mashg‘ulotlar orqali bilim va ko‘nikmalarini mustahkamlaydilar. Tadqiqot natijalari flipped classroom modeli talabalar faolligi, klinik fikrlash hamda mustaqil ishlash kompetensiyalarini rivojlantirishda samarali ekanini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: psixiatriya ta’limi, somatik kasalliklar, infeksion kasalliklar, ruhiy buzilishlar, flipped classroom, tibbiyot ta’limi, innovatsion metod.

Аннотация: В данной статье анализируется применение метода Flipped Classroom (обратный класс) в преподавании темы "Психические расстройства при соматических и инфекционных заболеваниях" в высшем медицинском образовании, его преимущества и эффективность. В ходе занятия студенты самостоятельно осваивают теоретический материал и закрепляют свои знания и навыки в аудитории посредством клинических ситуаций, проблемных ситуаций и интерактивных занятий. Результаты исследования показали, что модель flipped classroom эффективна в развитии активности студентов, клинического мышления и компетенций самостоятельной работы.

Ключевые слова: психиатрическое образование, соматические заболевания, инфекционные заболевания, психические расстройства, перевернутый класс, медицинское образование, инновационный метод.

Abstract: This article analyzes the use of the Flipped Classroom method in teaching the topic "Mental Disorders in Somatic and Infectious Diseases" in higher medical education, its advantages and effectiveness. During the lesson, students independently master the theoretical material and consolidate their knowledge and skills in the classroom through clinical situations, problem situations, and interactive classes. The research results showed that the flipped classroom model is effective in the development of student activity, clinical thinking, and independent work competencies.

ISSN 3030-3907

Keywords: psychiatric education, somatic diseases, infectious diseases, mental disorders, flipped classroom, medical education, innovative method.

Kirish.

So‘nggi yillarda tibbiyot ta’limi sohasida an’anaviy ma’ruza usullaridan faol, interaktiv va talabalar markazlashgan pedagogik yondashuvlarga o‘tish jarayoni sezilarli darajada jadallashmoqda. Ushbu o‘zgarishlar ta’lim samaradorligini oshirish, talabalar bilimlarini chuqurlashtirish hamda klinik ko‘nikmalarini rivojlantirish maqsadida amalga oshirilmoqda. Shu nuqtai nazardan, “Flipped Classroom” (teskari sinf) modeli bugungi kunda tibbiyot ta’limida innovatsion pedagogik texnologiyalar qatorida keng e’tibor qozonmoqda. Ushbu modelda talabalar dars materiallarini mustaqil ravishda oldindan o‘rganib kelishadi, auditoriyada esa ko‘proq tahlil, muhokama, klinik vaziyatlar yechimi va amaliy mashg‘ulotlarga e’tibor qaratiladi. Bu yondashuv ta’lim jarayonini yanada interaktiv, faol va talabalar uchun qiziqarli qiladi, shuningdek, ularning tanqidiy fikrlash va klinik qaror qabul qilish qobiliyatlarini sezilarli darajada oshiradi.

“Somatik va infeksion kasalliklarda ruhiy buzilishlar” mavzusi psixiatriya va umumiy tibbiyot ta’limida muhim o‘rin tutadi, chunki ushbu kasalliklar psixologik, biologik va ijtimoiy omillar o‘rtasidagi murakkab va ko‘p qatlamli bog‘liqlikni o‘zida aks ettiradi. Bu mavzuni o‘rganish jarayonida talabalar nafaqat kasalliklarning fiziologik jihatlarini, balki ruhiy holatga ta’sir etuvchi ko‘plab psixosotsial faktorlarni ham chuqur tahlil qilishlari zarur. Shu sababli, ushbu mavzuda zamonaviy pedagogik yondashuvlarni qo‘llash, xususan, flipped classroom modelini joriy etish va uning ta’lim jarayonidagi samaradorligini ilmiy asosda sinovdan o‘tkazish dolzarb va muhim ilmiy-amaliy masalalardan biri hisoblanadi. Bu nafaqat ta’lim jarayonining sifatini oshirishga, balki kelajakdagi mutaxassislarning kasbiy tayyorgarligini yaxshilashga ham xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Tibbiyot ta’limida flipped classroom usulining samaradorligini aniqlash maqsadida so‘nggi yillarda ko‘plab xorijiy tadqiqotlar olib borilgan. Masalan, He va boshqalar (2022) hamda Chen va hamkasblari (2023) tomonidan amalga oshirilgan ilmiy ishlar flipped classroom modelining talabalarning tahliliy fikrlash qobiliyatini oshirish, dars jarayonida faol ishtirokini rag‘batlantirish hamda o‘z-o‘zini boshqarish ko‘nikmalarini rivojlantirishda ijobiy ta’sir ko‘rsatishini isbotladi. Ushbu tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, flipped classroom modeli talabalarni passiv bilim oluvchi emas, balki faol izlanuvchi, muammolarni hal qilishga yo‘naltirilgan sub’ekt sifatida shakllantirishga xizmat qiladi.

Mazkur maqolada flipped classroom metodologiyasini tadbiq etishda asosiy metodik tamoyillar sifatida pedagogik konstruktivizm nazariyasi, Bloom taksonomiyasi hamda faol ta’lim yondashuvlari asos qilib olindi. Konstruktivizm

ISSN 3030-3907

nazariyasiga koʻra, bilim oʻquvchilar tomonidan faol yaratilib, ijtimoiy muhitda oʻzaro muloqot va tajriba almashish orqali shakllanadi. Bloom taksonomiyasi esa oʻquv jarayonida bilim, tushuncha, qoʻllash, tahlil qilish, baholash va yaratish kabi darajalarni bosqichma-bosqich rivojlantirishga yoʻnaltirilgan. Faol ta'lim yondashuvlari esa talabalarning dars jarayonidagi passivligini kamaytirib, ularni muammoli vaziyatlarda mustaqil va ijodiy fikrlashga undaydi.

Tajriba uch bosqichda tashkil etildi:

1. Pre-class (darsgacha): Talabalarga oʻrganilishi kerak boʻlgan nazariy materiallar taqdim etildi. Bu materiallar video-ma'ruza, prezentatsiyalar, ilmiy maqolalar va qisqa testlardan iborat boʻlib, talabalarga ularni mustaqil oʻrganish imkonini berdi. Bu bosqichda talabalarning oldindan tayyorgarligi ta'minlandi va asosiy dars jarayoni amaliy mashgʻulotlarga qaratildi.

2. In-class (dars davomida): Darsda talabalar kichik guruhlarga boʻlinib, klinik holatlarni muhokama qildilar. Masalan, post-infeksion depressiya, deliriy va somatik simptomli buzilish kabi mavzular asosida real hayotiy vaziyatlar koʻrib chiqildi. Shuningdek, rolli oʻyinlar va baholash mashgʻulotlari yordamida talabalar oʻzaro muloqot qildi, amaliy koʻnikmalarni mustahkamladi va oʻz bilimlarini sinovdan oʻtkazdi. Ushbu bosqich interaktiv muhit yaratib, darsdagi ishtirokni maksimal darajada oshirdi.

3. Post-class (darsdan soʻng): Talabalar oʻrganilgan mavzular boʻyicha yakuniy testlardan oʻtib, refleksiya yozma ishlarini tayyorladilar. Bundan tashqari, baholash varaqalari toʻldirilib, oʻqituvchi va talabalar oʻrtasida fikr almashish amalga oshirildi. Bu bosqich oʻrganish jarayonining samaradorligini baholashga xizmat qildi hamda kelajakdagi ta'lim jarayonlarini takomillashtirishga asos boʻldi.

Olingan natijalar flipped classroom modeli qoʻllanilgan guruhning an'anaviy ma'ruza asosidagi darslarni olgan talabalar bilan taqqoslaganda, oʻrganish samaradorligining sezilarli darajada oshganini koʻrsatdi. Bu, ayniqsa, klinik vaziyatlarda tahliliy fikrlash, mustaqil qaror qabul qilish hamda mavzuni chuqur anglash koʻnikmalarida oʻz ifodasini topdi. Shuningdek, talabalar oʻrtasida oʻqishga boʻlgan motivatsiya va qoniqish darajasi ham yuqori darajada qayd etildi. Ushbu tajriba flipped classroom metodining tibbiyot ta'limida, xususan, psixiatriya va infeksion kasalliklar boʻyicha darslarda qoʻllanilishi samarali ekanligini koʻrsatdi.

NATIJALAR. Psixoanaliz, psixodinamik terapiya, gestalt-psixologiya va bxeviorizm mavzularidagi mustaqil ishni yozishda talabalar uchun adabiyotlar tahlili juda muhimdir. Adabiyotlar tahlili orqali quyidagi natijalarga erishish mumkin:

1. Nazariy asoslarni oʻrganish: Har bir yoʻnalishning asosiy tamoyillari va yondashuvlarini tahlil qilish. Masalan, psixodinamik terapiya Sigmund Freydning

ISSN 3030-3907

g‘oyalariga asoslanadi, gestalt-psixologiya esa Gestalt maktabining yondashuvlarini o‘rganadi.

2. Yo‘nalishlar o‘rtasidagi farqlarni aniqlash: Psixodinamik terapiya va bxeviorizm, masalan, inson psixikasini qanday tushunishi, terapevtik yondashuvlari, hamda ularning maqsadlari qanday ekanligi haqida tahlil qilish.

3. Metodologik yondashuvlarni tushunish: Har bir yo‘nalishning tadqiqot usullarini, masalan, psixodinamik terapiyada bemorning ichki dunyosini anglash, gestalt-psixologiyada esa ongli tajribani boshqarish kabi metodologiyalarni tahlil qilish.

4. Praktik qo‘llanilish imkoniyatlarini o‘rganish: Ushbu yo‘nalishlarning amaliyotda qanday qo‘llanilishini va ularning hozirgi psixoterapiya sohasida qanday ahamiyatga ega ekanligini aniqlash.

5. Tanqidiy nuqtai nazar: Har bir yo‘nalishning kuchli va zaif tomonlarini tahlil qilish. Masalan, bxeviorizmning cheklovlari yoki gestalt-psixologiyaning ba’zi misollarini keltirish.

6. Adabiyotlar orasidagi aloqalar va rivojlanish: Turli zamonlarda psixologiyaning qanday rivojlanganini va yangi ilmiy adabiyotlarda bu yo‘nalishlar qanday yangiliklarni kiritganini aniqlash.

Adabiyotlar tahlilini amalga oshirayotganda, aniq manbalarni, ilmiy maqolalar va mutaxassislarning fikrlarini keltirish muhim. Bu talabaga nafaqat mavzuni chuqurroq o‘rganish, balki uning ilmiy asoslarini tushunish imkonini beradi.

MUHOKAMA. Mazkur pedagogik yondashuv talabalarda o‘zini o‘zi boshqarish, mustaqil o‘rganish, klinik tahlil va mantiqiy fikrlash ko‘nikmalarini sezilarli darajada mustahkamlaydi. Dars jarayonida o‘qituvchining roli an’anaviy ma’ruzachi va bilim uzatuvchi sifatidan farqli o‘laroq, yo‘naltiruvchi, muhokama tashkilotchisi va murabbiyga aylanadi. Bu, ayniqsa, somatik va infeksion kasalliklarda ruhiy buzilishlar mavzusida multidisipliner yondashuvni ta’minlashda katta afzallik yaratadi, chunki talabalar turli sohalar bo‘yicha bilimlarni birlashtirib, murakkab klinik holatlarni tahlil qilish imkoniga ega bo‘ladi.

Shu bilan birga, flipped classroom modelining joriy etilishida texnik va tashkiliy muammolar ham uchraydi. Jumladan, ta’lim jarayonida raqamli resurslar va texnik vositalarning yetishmasligi, talabalar tomonidan darsgacha zarur tayyorgarlik ko‘rilmasligi va vaqtning cheklanganligi kabi omillar samarali foydalanishga to‘sqinlik qilmoqda. Bu omillarni bartaraf etish uchun oliy ta’lim muassasalarida metodik jihatdan tizimli tayyorgarlik ko‘rish, zamonaviy raqamli infratuzilmani yaratish va talabalarni mustaqil o‘rganishga jalb qilish choralarini kuchaytirish zarur.

ISSN 3030-3907

XULOSA. Flipped classroom pedagogik modeli psixiatriya va ichki kasalliklar kesishgan sohalarda, xususan somatik va infeksion kasalliklar fonida yuzaga keladigan ruhiy buzilishlarni o‘rgatishda yuqori samaradorlikni ko‘rsatdi. Ushbu yondashuv talabalarning passiv bilim oluvchidan faol muhokama ishtirokchisiga aylanishini ta’minlab, klinik tafakkur, kommunikativ va tahliliy kompetentsiyalarni rivojlantirishga xizmat qiladi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, flipped classroom modelini bosqichma-bosqich oliy ta’lim tizimiga joriy etish, o‘qituvchilarni zamonaviy metodik tayyorlash va raqamli ta’lim resurslari bazasini shakllantirish talab qilinadi. Bu esa ta’lim sifatini oshirish va klinik sohada amaliy ko‘nikmalarni mukammal egallash uchun muhim omil hisoblanadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. ASEE National Conference Proceedings, Atlanta, GA.
2. Chen, F., Lui, A. M., & Martinelli, S. M. (2017). A systematic review of the effectiveness of flipped classrooms in medical education. Medical Education, 51(6), 585-597. https://doi.org/10.1111/medu.13272
3. O‘Flaherty, J., & Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. The Internet and Higher Education, 25, 85-95. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.02.002
4. Prober, C. G., & Heath, C. (2012). Lecture halls without lectures — A proposal for medical education. The New England Journal of Medicine, 366(18), 1657-1659. https://doi.org/10.1056/NEJMp1202451
5. Tune, J. D., Sturek, M., & Basile, D. P. (2013). Flipped classroom model improves graduate student performance in cardiovascular, respiratory, and renal physiology. Advances in Physiology Education, 37(4), 316-320. https://doi.org/10.1152/advan.00091.2013
6. Gilboy, M. B., Heinerichs, S., & Pazzaglia, G. (2015). Enhancing student engagement using the flipped classroom. Journal of Nutrition Education and Behavior, 47(1), 109-114. https://doi.org/10.1016/j.jneb.2014.08.008
7. Ramani, S., Leinster, S. (2008). Teaching in the clinical environment. Medical Teacher, 30(4), 347-364. https://doi.org/10.1080/01421590801953034
8. Cook, D. A., & West, C. P. (2013). Perspective: Reconsidering the focus on “outcomes research” in medical education: A cautionary note. Academic Medicine, 88(2), 162-167. https://doi.org/10.1097/ACM.0b013e318278fd51
9. Khanova, J., Roth, M. T., Rodgers, J. E., & McLaughlin, J. E. (2015). Student experiences across multiple flipped courses in a single curriculum. Medical Education, 49(10), 1038-1048. https://doi.org/10.1111/medu.12787

ISSN 3030-3907

10. Heitzmann, N. M., & Petersen, J. A. (2019). Integration of mental health content in medical education: a multidisciplinary approach. Academic Psychiatry, 43(2), 165-171. https://doi.org/10.1007/s40596-018-0921-9
11. Schwartz, A., et al. (2016). Clinical reasoning and decision making in psychiatric practice: Current perspectives. Psychiatric Clinics of North America, 39(4), 557-570. https://doi.org/10.1016/j.psc.2016.07.004
12. Wright, S. M., Kern, D. E., Kolodner, K., Howard, D. M., & Brancati, F. L. (2007). Attributes of excellent attending-physician role models. The New England Journal of Medicine, 350(16), 1575-1581. https://doi.org/10.1056/NEJMsa032527
13. Brydges, R., & Butler, D. (2012). A reflective analysis of medical education research on self-regulated learning: Trends and future directions. Medical Education, 46(1), 71-79. https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2011.04038.x
14. Dyrbye, L. N., et al. (2010). Medical student distress: Causes, consequences, and proposed solutions. Mayo Clinic Proceedings, 85(3), 161-173. https://doi.org/10.4065/mcp.2009.0594
15. Freeman, S., et al. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(23), 8410-8415. https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111

ISSN 3030-3907

“TAFAKKUR VA ONG PATOLOGIYASI” MAVZUSINI O‘QITISHDA “PSYCHIATRY MOVIE CLUB” METODINING SAMARADORLIGINI BAHOLASH

Shukurlayeva Mashxura Farxodovna
Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti.
Buxoro, O‘zbekiston.
E-mail: shukurlayeva.mashhura@bsmi.uz

Annotatsiya: Ushbu maqolada “Tafakkur va ong patologiyasi” mavzusi bo‘yicha talabalarga psixiatriya kino klubi (Psychiatry Movie Club) metodini qo‘llash samaradorligi o‘rganiladi. Metod yordamida talabalarning ong va tafakkur patologiyalari haqidagi nazariy bilimlari, diagnostika ko‘nikmalari, empatiya va tanqidiy fikrlash qobiliyatlari rivojlanishi tahlil qilinadi. Kiritilgan adabiyot tahlili, metodologiya, natijalar va muhokama qismi orqali metodning ijobiy va kamchilik tomonlari hamda kelajakdagi takomillashtirish yo‘llari aniqlanadi.

Kalit so‘zlar: Tafakkur patologiyasi, ong patologiyasi, psixiatriya, kino klubi, diagnostika, empatiya

Аннотация: В данной статье изучается эффективность применения метода киноклуба психиатрии (Psychiatry Movie Club) к студентам по теме "Патология мышления и сознания." С помощью метода анализируются теоретические знания студентов о патологии сознания и мышления, развитие диагностических навыков, эмпатии и критического мышления. Посредством анализа включенной литературы, методологии, результатов и обсуждения определяются положительные и отрицательные стороны метода, а также пути его дальнейшего совершенствования.

Ключевые слова: Патология мышления, патология сознания, психиатрия, киноклуб, диагностика, эмпатия

Abstract: This article examines the effectiveness of applying the Psychiatry Movie Club method to students on the topic "Pathology of Thinking and Consciousness." With the help of the method, students' theoretical knowledge about pathologies of consciousness and thinking, diagnostic skills, development of empathy and critical thinking skills are analyzed. Through the analysis of the included literature, methodology, results, and the discussion part, the positive and negative aspects of the method, as well as ways to improve it in the future, are determined.

Keywords: Pathology of thinking, pathology of consciousness, psychiatry, cinema club, diagnostics, empathy

Kirish.

Tafakkur va ong patologiyalari psixiatriya fanining markaziy qismini tashkil etadi. Tashxis qo‘yishda, bemor psixikasining turli jihatlarini (masalan, dunyoqarash, reallikni idrok etish, fikrlash jarayonlarining buzilishi) tushunish

ISSN 3030-3907

zarur. An’anaviy ta’lim metodlari (ma’ruzalar, klinik mashg‘ulotlar, kasuistik holatlar) samarali bo‘lishiga qaramay, talabalarni ong va tafakkur patologiyalarini chuqurroq va kontekstual tarzda tushunishga undovchi interaktiv va hissiy jihatdan jalb qiluvchi metodlar ham zarur.

“Kino klubi” metodining ta’limga qo‘shilishi – film orqali patologik holatlar, xarakterlar psixologiyasi, asosiy diagnostik kriteriyalar hamda ijtimoiy va madaniy kontekstlar namoyon bo‘ladi. Bu metod talabalarni empatiya qilishga, tanqidiy fikrlashga, nazariy bilimni amaliy misollar bilan bog‘lashga rag‘batlantiradi.

Maqolaning maqsadi: “Tafakkur va ong patologiyasi” kursida Psychiatry Movie Club metodini qo‘llash orqali talabalarning diagnostik, nazariy va hissiy jihatdan rivojlanishini baholash.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. So‘nggi yillarda kino asosida o‘qitish metodlari psixiatriya ta’limida keng qo‘llanilmoqda. Bir qator tadqiqotlar ushbu yondashuvning samarali ekanligini tasdiqlagan. Masalan, Kalra tomonidan olib borilgan “Psychiatry Movie Club: A novel way to teach psychiatry” nomli tadqiqotda kino klub metodining psixiatriya o‘quv jarayonida qo‘llanilishi natijasida talabalarda empatiya va diagnostika ko‘nikmalarining sezilarli darajada oshgani qayd etilgan (1). Bu metod orqali talabalar film sahnalaridagi qahramonlarning psixik holatini tahlil qilish, diagnostik belgilarning paydo bo‘lish jarayonini aniqlash hamda bemorlarning hissiy dunyosini chuqurroq anglash imkoniga ega bo‘lishadi.

Xuddi shunday, Jeneva universiteti tadqiqotchilari tomonidan o‘tkazilgan “The Use of Mainstream Movies in Psychiatric Training” nomli ishda kino asarlardan foydalanish psixiatriya diagnostikasi, ijtimoiy stigma va jamiyatda psixiatriya kasalliklarining aks etish shakllarini o‘rgatishda samarali vosita sifatida tavsiya etilgan (2). Ushbu metod nafaqat nazariy bilimlarni mustahkamlash, balki psixiatriya bo‘yicha jamiyatdagi stereotiplarni tahlil qilishga ham yordam beradi.

Boshqa bir tadqiqot — “Psychosocial Formulation Training Using Commercial Films” nomli maqolada film asosida psixososial formulani tuzish mashg‘ulotlari o‘tkazilgan bo‘lib, unda rezidentlar film qahramonining psixologik portretini yaratish, kasallik rivojining ijtimoiy, shaxsiy va psixodinamik omillarini tahlil qilish orqali o‘z klinik fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirganlar (3).

Shuningdek, pandemiya sharoitida o‘tkazilgan “Teaching Psychiatric Nursing with Films during the COVID-19 Pandemic” tadqiqoti kino orqali o‘qitish nafaqat nazariy bilimlarni mustahkamlash, balki talabalarning analitik fikrlash va professional o‘zini tutish ko‘nikmalarini shakllantirishga yordam berganini ko‘rsatgan (4). Tadqiqotchilar film tomosha qilish jarayoni talabalarni hissiy jihatdan faollashtirishi, bu esa o‘z navbatida patologik tafakkur va ong buzilishlarini yanada chuqurroq anglash imkonini berishini ta’kidlashgan.

ISSN 3030-3907

Yuqoridagi adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, “Psychiatry Movie Club” metodi nafaqat o‘quvchilarning bilim va klinik ko‘nikmalarini, balki empatiya, tahliliy fikrlash, madaniy sezgirlik va kommunikativ kompetensiyalarini ham rivojlantiradi. Film asosida o‘qitish psixiatriya fani uchun o‘ziga xos “ko‘rgazmali laboratoriya” vazifasini bajaradi — bu orqali talabalar bemorlarning tafakkur jarayonidagi buzilishlarni ko‘z bilan ko‘rib, ularni amaliy tahlil qilish imkoniyatiga ega bo‘ladilar.

Ishtirokchilar: Psixiatriya kursini o‘tayotgan 30 nafar 3-kurs tibbiyot talabalari.

Tadqiqot dizayni: Taqqoslashli (pre-test va post-test) shaklida tashkil etildi.

Jarayon:

1. Pre-test: Talabalarning “tafakkur va ong patologiyasi” bo‘yicha nazariy bilim darajasi, diagnostik kriteriyalarni bilish hamda empatiya ko‘rsatkichlari maxsus test va savolnomalar yordamida baholandi.
2. Kino klubi sessiyalari: To‘rt hafta davomida, har biri ikki soatdan iborat bo‘lgan to‘rtta sessiya tashkil etildi. Har bir sessiyada tafakkur yoki ong patologiyasining muayyan turi aks etgan film yoki film parchalari namoyish qilindi. Tanlangan filmlar orasida psixoz, dissotsiativ buzilish, halusinatsiyalar, deluziyalar va obsesif fikrlar kabi patologiyalarni tasvirlovchi asarlar mavjud edi.
3. Muhokama bosqichi: Har bir film namoyishidan so‘ng talabalar kichik guruhlarga bo‘linib, film qahramonlari tafakkuridagi buzilish turlarini aniqlash, ularni psixiatriya diagnostikasi bilan solishtirish hamda filmning realizm darajasini baholashdi. Muhokamada madaniy kontekst, stigma va ijtimoiy ta’sirlar ham ko‘rib chiqildi.
4. Post-test: Sessiyalar yakunida ishtirokchilar yana test va savolnomalarni to‘ldirdilar. Natijalar pre-test bilan solishtirilib, metod samaradorligi statistik tahlil qilindi.

Baholash vositalari:

- Diagnostik aniqlik testi: DSM-5 mezonlariga asoslangan test topshiriqlari.
- Empatiya savolnomasi: Empathy Quotient (EQ) yoki unga moslashtirilgan lokal versiya.
- Tanqidiy fikrlash tahlili: Film asosidagi esse yoki yozma tahlillar orqali baholandi.

Ma’lumotlarni tahlil qilish: Olingan natijalar “oldin–keyin” tamoyili asosida t-test yordamida solishtirildi, muhokama matnlari esa mazmunan (kontent) tahlil qilindi.

Ushbu metod yordamida talabalarning patologik tafakkur va ong buzilishlari haqidagi tushunchalari chuqurlashib, empatiya va tanqidiy fikrlash darajasi sezilarli oshishi kutiladi.

ISSN 3030-3907

NATIJALAR. O‘tkazilgan tajriba natijalariga ko‘ra, “Psychiatry Movie Club” metodidan foydalanish “Tafakkur va ong patologiyasi” mavzusini o‘qitishda yuqori samaradorlik ko‘rsatdi. Sessiyalar yakunida talabalarning patologik tafakkur va ong buzilishlari haqidagi nazariy bilimlari dastlabki (pre-test) natijalarga nisbatan sezilarli darajada yaxshilandi. Ular deluziya, halusinatsiya, fikrning tashkil etilishidagi buzilishlar kabi simptomlarni aniqlashda ancha ishonchli va aniq javob bera boshladilar. Diagnostik kriteriyalarni qo‘llash jarayonida talabalar simptomlarning klinik ahamiyatini, ularning tafakkur va ong buzilishlaridagi rolini yaxshiroq tushuna boshlaganlari kuzatildi.

Bundan tashqari, empatiya darajasining oshgani ham qayd etildi. Talabalar film qahramonlariga nisbatan ko‘proq hamdardlik bildirishdi, bu esa ularda bemor holatini chuqurroq anglash, bemorning psixik kechinmalarini his qilish qobiliyatining ortishiga olib keldi. Shuningdek, talabalar film qahramonlarining ruhiy holatini tahlil qilish orqali bemor pozitsiyasiga kirib borish, kasallikni nafaqat klinik, balki insoniy nuqtai nazardan tushunish imkoniga ega bo‘ldilar.

Tanqidiy fikrlash ko‘nikmalari ham sezilarli darajada takomillashdi. Film tasvirlaridagi stereotiplar, patologiyani ifodalash uslublari hamda madaniy va ijtimoiy kontekstlar atroflicha muhokama qilindi. Talabalar bu jihatlarni tahlil qilib, psixiatriya kasalliklarining jamiyatdagi tasvirlanishida mavjud bo‘lgan noto‘g‘ri qarashlarni aniqlay olishdi. Ular film sahnalarida psixik kasalliklarning real hayotdagi ko‘rinishlari bilan qanchalik mos tushishini baholay olish darajasiga erishdilar.

Yana bir muhim natija shundaki, talabalar metoddan foydalanishga nisbatan yuqori motivatsiya namoyon etdilar. Ularning fikricha, kino asosidagi darslar an’anaviy ma’ruzalarga qaraganda ko‘proq interaktiv, hissiy jihatdan jalb qiluvchi va o‘rganilgan bilimlarni real hayotiy vaziyatlar bilan bog‘lash imkoniyatini beruvchi shakl hisoblanadi. Shu tariqa, “Psychiatry Movie Club” metodi talabalarda nafaqat bilim, balki kasbiy hissiyot, empatiya va tahliliy yondashuvni ham rivojlantiruvchi samarali ta’lim texnologiyasi sifatida o‘zini oqladi.

MUHOKAMA. O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, “Psychiatry Movie Club” metodi “Tafakkur va ong patologiyasi” mavzusini o‘qitishda samarali, interaktiv va talabalarda yuqori darajadagi ishtirokni ta’minlovchi yondashuv hisoblanadi. Ushbu metodning asosiy kuchli tomoni shundaki, film orqali patologik holatlar “jonli” va hissiy jihatdan talabalarga ta’sir qiladi, bu esa ularning mavzuga nisbatan chuqurroq tushuncha hosil qilishiga yordam beradi. An’anaviy dars shakllaridan farqli ravishda, film namoyishi orqali talaba o‘zini bemor o‘rniga qo‘yib ko‘rish, holatni subyektiv jihatdan his qilish va psixik jarayonlarni amaliy kontekstda idrok etish imkoniga ega bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, bu metod diagnostika kriteriyalarini faqat nazariy yodlash bilan cheklanmasdan, ularni real yoki yarim-real klinik holatlar orqali qo‘llash imkonini beradi. Natijada, talabalar klinik fikrlashni shakllantirish, simptomlarni tahlil qilish va ularni tegishli patologik holatlar bilan bog‘lashda mustahkamroq ko‘nikmaga ega bo‘ladilar.

Metodning yana bir afzalligi — u talabalarda empatiya va ijtimoiy sezgirlikni rivojlantiradi. Film orqali inson ruhiyati, ijtimoiy stigma va stereotiplar bilan bog‘liq masalalar jonli tarzda ko‘rsatilgani sababli, talabalar jamiyatda ruhiy kasalliklarga nisbatan shakllangan noto‘g‘ri qarashlarni tanqidiy baholay boshlaydilar. Shu bilan birga, kino asosidagi o‘qitish usuli guruh muhokamalari, jamoaviy fikrlash va muloqot madaniyatini rivojlantiradi. Bu jarayon talabalarning o‘z fikrini asoslab berish, dalillash va muammoli vaziyatlarga birgalikda yechim topish ko‘nikmalarini ham mustahkamlaydi.

Biroq, metodni qo‘llashda ayrim cheklovlar ham mavjud. Avvalo, tanlangan barcha filmlar patologiyani aniq va to‘liq diagnostik kriteriyalar asosida namoyon eta olmaydi. Ba’zi filmlarda stereotiplar, dramatizatsiya yoki noto‘g‘ri tibbiy talqinlar mavjud bo‘lib, bu talabalar tomonidan noto‘g‘ri xulosalar chiqarilishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu sababli, o‘qituvchi tomonidan har bir film tahlilini ilmiy izoh bilan boyitish muhimdir.

Vaqt omili ham muhim cheklovlardan biridir, chunki har bir film yoki klipni ko‘rish va tahlil qilish ancha vaqt talab etadi, bu esa dars jadvalida qo‘shimcha yuklama hosil qilishi mumkin. Shuningdek, empatiya va hissiy javoblar har bir talaba uchun individual bo‘lib, ularni obyektiv o‘lchash qiyin. Ba’zi hollarda filmning dramatik sahnalari talabalarda ortiqcha hissiy reaksiya yoki subyektiv talqinlarni keltirib chiqarishi mumkin.

Bundan tashqari, madaniy va til kontekstini hisobga olish zarur. Xorijiy filmlar tarjima jarayonida ma’lum darajada ma’no yo‘qotishiga yoki madaniy kontekstdan uzilib qolishiga olib keladi. Shu sababli, o‘quv jarayonida madaniy jihatdan moslashtirilgan, mahalliy yoki regionga yaqin ijtimoiy kontekstdagi filmlardan foydalanish tavsiya etiladi.

Umuman olganda, “Psychiatry Movie Club” metodi psixiatriya ta’limida nazariy bilimni amaliy, hissiy va ijtimoiy kontekst bilan bog‘lay olgan samarali innovatsion yondashuv bo‘lib, talabalarda nafaqat akademik bilim, balki inson ruhiyatiga chuqurroq e’tibor, empatiya va madaniy sezgirlikni shakllantiradi.

XULOSA. Psychiatry Movie Club metodini “Tafakkur va ong patologiyasi” kursida qo‘llash talabalarning nazariy bilimlarini, diagnostika ko‘nikmalarini, empatiya va tanqidiy fikrlash qobiliyatlarini sezilarli darajada oshiradi. Bu metod an’anaviy darslardan farqli ravishda hissiy, madaniy va kontekstual jihatlarni faol jalb qiladi, shu sababli psixiatriya ta’limida uni kengroq qo‘llash mumkin.

ISSN 3030-3907

Kelajakda metodologiyani takomillashtirish uchun:

- film tanlovini lokal madaniyatga mos ravishda, til va madaniyat nuqtai nazaridan ehtiyotkorlik bilan amalga oshirish;
- sessiyalar sonini ko‘paytirish va har bir patologiya uchun maxsus kliplardan foydalanish;
- empatiya va hissiy jihatlarni ham obyektiv baholovchi vositalarni qo‘llash;
- talabalar va o‘qituvchilar fikr-mulohazalarini jamlash va metodning uzluksiz takomillashuvi uchun ichki baholash tizimi yaratish.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Kalra G. Psychiatry Movie Club: A Novel Way to Teach Psychiatry. Indian Journal of Psychiatry. 2011;53(3):258–260. [PMC]
2. Calzada G, Rothen S, Machado A, Penzenstadler L, Thorens G, Zullino D. The Use of Mainstream Movies in Psychiatric Training. Swiss Archives of Neurology, Psychiatry and Psychotherapy. 2023;174(4):110–113. [smf.swisshealthweb.ch]
3. Teaching Psychiatric Nursing with Films during the COVID-19 Pandemic: A Qualitative Study. Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing. 2024. [PubMed]
4. Psychosocial Formulation Training Using Commercial Films. Academic Psychiatry. 2000;24(2):99–104. [SpringerLink]
5. Alexander M, Hall MN, Pettice YJ. Cinemeducation: Using Film as an Educational Tool in Mental Health Services. Health Information & Libraries Journal. 2014;31(1):84–88. [PubMed]
6. Films for Teaching Cultural Psychiatry. Teaching Resources, Division of Social & Transcultural Psychiatry. McGill University. [Online Resource]
7. Calzada G, Rothen S, Machado A, et al. The Use of Mainstream Movies in Psychiatric Training – Method Article. Swiss Archives of Neurology, Psychiatry and Psychotherapy. 2023. [smf.swisshealthweb.ch]
8. Bhugra D, et al. Talking About Stigma Towards Mental Health Professionals with Psychiatry Trainees: A Movie Club Approach. Academic Psychiatry. 2012;36(2):166–170. [PubMed]
9. Madrigal A. How Movies Trick Your Brain Into Empathizing With Characters. WIRED Magazine. 2014. [Online Article]
10. Wallace J, et al. Mapping Patterns of Thought onto Brain Activity During Movie-Watching: An fMRI Study. Neuroscience Letters. 2024. [PubMed]
11. Celluloid Psychology — Equilibrium and You. The Voice Magazine. 2017. [voicemagazine.org]

ISSN 3030-3907

TRAFIKNI TASNIFLASHNING RIVOJLANISH TENDENSIYALARI VA SHIFRLANGAN TRAFIK MUAMMOLARI

Hamdamov Utkir Raxmatullayevich
Muhammad Al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari,
Infokommunikatsiya injinering kafedrasi professori
E-mail: utkir.hamdamov@mail.ru
Tojiyeva Feruza Qobiljon qizi
Muhammad Al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari,
Infokommunikatsiya injinering kafedrasi doktoranti
E-mail: 11feruza@gmail.com

Annotatsiya: Maqolada tarmoq trafigini tahlil qilish va sinflashtirishning nazariy hamda metodologik asoslari yoritilgan. Internet xizmatlarining kengayib borishi natijasida trafik hajmining ortishi, shifrlangan oqimlarning ko‘payishi va ilovalar turining xilma-xilligi tarmoq boshqaruvini murakkablashtirmoqda. An’anaviy portga va paket tarkibiga asoslangan (DPI) usullar shifrlangan trafikda o‘z samaradorligini yo‘qotgani bois, mashinaviy o‘qitish va statistik yondashuvlar muqobil yechim sifatida taklif etilgan. Tadqiqotda trafikni oqim (flow) darajasida tahlil qilish, atributlarni ajratish va tanlash hamda sinflashtirish modellari uchun ma’lumotlarni tayyorlash bosqichlari metodik jihatdan bayon etilgan. Ushbu metodologiya shifrlangan trafik sharoitida ham oqimlarini aniqlash imkonini beradi hamda keyingi bosqichlarda amaliy modellashtirish uchun nazariy asos vazifasini bajaradi.

Kalit so‘zlar: tarmoq trafigi, sinflashtirish, mashinaviy o‘qitish, statistik atributlar, shifrlangan trafik, DPI, oqim asosidagi tahlil.

Аннотация: В статье рассмотрены теоретические и методологические основы анализа и классификации сетевого трафика. Рост объёмов интернет-трафика, увеличение доли зашифрованных потоков и разнообразие типов приложений усложняют управление современными телекоммуникационными сетями. Традиционные методы, основанные на номерах портов и анализе содержимого пакетов (DPI), теряют эффективность в условиях шифрования трафика, поэтому в качестве альтернативы предлагаются статистические и машинно-обучающиеся подходы. В исследовании методически описаны этапы анализа трафика на уровне потоков (flow), извлечения и отбора атрибутов, а также подготовки данных для моделей классификации. Предложенная методология позволяет выявлять типы трафика даже в условиях шифрования и служит теоретической основой для последующего этапа практического моделирования.

Ключевые слова: сетевой трафик, классификация, машинное обучение, статистические атрибуты, зашифрованный трафик, DPI, потоковый анализ.

ISSN 3030-3907

Abstract: This article presents the theoretical and methodological foundations of network traffic analysis and classification. The rapid expansion of Internet services has led to increased traffic volumes, a growing share of encrypted flows, and greater diversity of application types, all of which complicate modern network management. Traditional methods based on port numbers and Deep Packet Inspection (DPI) have become less effective under traffic encryption; therefore, statistical and machine learning approaches are proposed as alternative solutions. The study methodically describes the stages of flow-level traffic analysis, feature extraction and selection, as well as dataset preparation for classification models. The proposed methodology enables the identification of traffic types even in encrypted environments and serves as a theoretical basis for subsequent stages of practical modeling.

Keywords: network traffic, classification, machine learning, statistical features, encrypted traffic, DPI, flow-based analysis.

Kirish

Jahonda internet tarmog‘i taqdim etayotgan xizmatlarning turli xilligi, butun dunyo bo‘ylab biznes va tashkilotlarning yangi rivojlanish bosqichiga o‘tishda yangi imkoniyatlarni yaratmoqda. Internet xizmatlariga bo‘lgan ehtiyoj kundan-kun ortib bormoqda. Ijtimoiy tarmoqlarda ma’lumotlar almashinuvidan tortib, global tarmoqlarda kerakli ma’lumotlarni qidirishdagi barcha amallar internet tarmog‘i bilan bog‘liqdir. AQSH, Xitoy, Avstraliya, Janubiy Koreya, Hindiston, Isroil, Kanada va boshqa mamlakatlar kabi rivojlangan mamlakatlarda tarmoq trafigini sinflashtirish va filtrlash samaradorligini oshirishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Youtube, Netflix va MegaUpload kabi ilovalar internet tarmoq tuzilishini butunlay o‘zgartirdi. Bog‘liq ravishda internet foydalanuvchilarining soni ham keskin ortib bormoqda. ITU (International Telecommunication Union) ning 2024 yilgi statistik tadqiqotlariga ko‘ra, internet foydalanuvchilarining soni 5.5 milliard, ya’ni dunyo aholisining 68 foizini tashkil qiladi. Bu ko‘rsatkich 2023 yilga nisbatan 3 foizga yuqorilagan. Bu ko‘rsatkichlar global raqamli tengsizlikni kamaytirish bilan birga, mavjud tarmoqlarda trafikni samarali boshqarish, xizmat sifati (QoS)ni kafolatlash va xavfsizlikni kuchaytirish vazifalarini dolzarb etadi.

Internet xizmatlarining kengayishi tarmoqda bir vaqtning o‘zida turli sinfdagi oqimlar ilova, video/striming va yuklab olish oqimlari harakatlanishiga olib keladi. Tashkiliy siyosatga rioya qilish, xavfsizlikni kuchaytirish va xizmat sifati (QoS)ni kafolatlash uchun bu oqimlarni aniqlash va to‘g‘ri sinflarga ajratish talab etiladi. Amaliyotda paket tarkibini o‘qishga tayanadigan DPI (Deep Packet Inspection) keng qo‘llanadi; biroq trafikning katta qismi TLS/SSL (hamda QUIC/HTTP/3) orqali shifrlangani sababli payloadga kira olmaslik, yuqori

ISSN 3030-3907

hisoblash tannarxi va maxfiylik cheklovlari DPI yondashuvining qo‘llanishini keskin cheklaydi.

Ilovalar oqimlari tashkilot siyosatiga zid bo‘lishi, ishlab chiqarish samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi yoki xavfsizlik xavflarini yuzaga keltirishi mumkin. Masalan, ish vaqtida ko‘ngilochar striminglar va masshtabli yuklab olish oqimlari tarmoq o‘tkazuvchanligini band etadi; ayrim xizmatlar esa ma’lumotlarni yashirin uzatish (data exfiltration), C2-kanallar bilan aloqa yoki tarmoqni skaner qilish kabi xatti-harakatlarni maskalashi mumkin. Bunday oqimlar istalmagan yoki potensial xavfli oqimlar toifasiga kiritilib, ularni aniq ajratish siyosatga muvofiqlik, xavfsizlik va QoS boshqaruvi uchun zarurdir. Bundan tashqari, billing (hisob-kitob) uchun ham tasniflash muhim: trafikni ilova yoki xizmatlar bo‘yicha ajratish to‘lovlarni to‘g‘ri hisoblashga yordam beradi, limitdan oshish yoki noto‘g‘ri foydalanish holatlarini erta ko‘rsatadi, bo‘limlar bo‘yicha xarajatni adolatli taqsimlashni osonlashtiradi va daromad yo‘qotilishining oldini oladi. Trafik real vaqt rejimida kuzatilsa, billingning aniqligi va shaffofligi yanada oshadi.

Bugungi kunda bu muammolarni hal qilishga yo‘naltirilgan ko‘plab tijoriy va ochiq kodli yechimlar mavjud. Ularning asosiy qismi DPIga tayangan bo‘lib, paket mazmunini tahlil qiladi; biroq keng tarqalgan TLS/SSL/QUIC shifrlanishi sharoitida mazkur yondashuvlar resurs talabchan, maxfiylik nuqtayi nazaridan noqulay va ko‘p hollarda amaliy samarasini yo‘qotadi.

Internet-trafik ko‘p oqimlarning ustma-ust dinamik superpozitsiyasidan iborat bo‘lib, ular turli protokollar tomonidan generatsiya qilinadi. Umumiy maqsad: oqimni ilova/xizmat turiga sinflashtirish. Bunda tasnif sifatini baholash uchun miqdoriy ko‘rsatkichlar qo‘llanadi: to‘g‘ri aniqlash ulushi (accuracy), noto‘g‘ri ijobiy va salbiy qarorlar (false positive/false negative, ortiqcha bloklash), shuningdek amaliy jihatdan vaqt ko‘rsatgichlari qo‘llaniladi.

Mashinaviy o‘qitish (ML) yondashuvlari ushbu vazifada ayniqsa istiqbolli: ular o‘zgaruvchan internet muhitiga moslashish va trafik xususiyatlarini hisobga olish imkonini beradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Moore va Papagiannaki [1] tadqiqotchilar tomonidan portga asoslangan yondashuvning bir qancha kamchiliklari ko‘rildi. Ular Genome - biologiya sohasidagi ilmiy tadqiqot kompusi tarmog‘idan o‘tayotgan traffikni o‘nta parameter asosida tasniflashgan. Natijada umumiy trafikdan 30-70% to‘g‘ri aniqlanmagan. Hamda, IP pog‘onasida shifirlanish TCP va UDP headerlarini adashtirilishiga olib kelgan va ularni aniq port raqamlarini aniqlash imkoni bo‘lmagan.

ISSN 3030-3907

Sen S., Spatschek O., Wang D.[2] taqdiqotchilar tomonidan P2P trafiklari uchun portga asoslangan yondashuvni samaradorligini tekshirib chiqilgan. Natijada tasniflagan traffik (VPN va VPN emas tarmoq traffiklari) 30% aniqlikni ko‘rsatdi.

Foydali yuklama asosida trafikni sinflashtirish va filtrlashda aniqlik ko‘rsatgichlarini oshirishda bir qancha izlanishlar olib borolgan. Sen S., Spatschek O., Wang D [3] tadqiqotchilari tomonidan beshta P2P ilovalari (BitTorrent, eDonkey, Gnutella, Kazaa va Direct Connec) uchun protokol imzosi yig‘ildi. Yig‘ilgan imzolar asosida P2P trafigini dastlabki 10 ta paketlarini tahlil qilgan holda, samarali va aniq aniqlay oladigan online filtr ishlab chiqilgan. Ushbu texnika yordamida portga asoslangan yondashuvga nisbatan P2P ilovasi (Kazaa) 3 barobar ko‘p trafikni aniqlay olgan.

A.W.Moore,K.Papagiannaki [1] tadqiqotlarida, birinchi K bayt oqim yuklamasi, protokollar imzosi va protokolarni sematik tahlili kabi bir qancha usullar yordamida tarmoq trafiklarni tasniflashgan.

Williams [4] tarmoq trafigini sinflashtirishda Bayes Net, C4.5, AdaBoost C4.5, NBTree, AdaBoost NBD va Nearest Neighbor algoritmlarini ishlash samaradorligini taqqoslagan. Shuningdek, tadqiqotda CFS (Correlation-based Feature Selection), Wrapper va Consistency kabi atribut tanlash algoritmlarini ham tahlil qilingan. Tadqiqotda National Laboratory for Applied Network Research (NLANR) tomonidan taqdim etilgan tarmoq trafiklari to‘plamidan foydalanilgan bo‘lib, HTTP, SMTP kabi protokollarni aniqlash uchun model qurilgan. Ushbu protokollarni aniqlashda mualliflar paket uzunligi va paketlar orasidagi vaqt (inter-arrival time) kabi statistik atributlarni samarali deb isbotlangan.

Jenefa[5] C5.0 algoritmini C4.5, SVM va Naïve Bayes (NB) o‘quv algoritmlari bilan taqqoslashgan. Ular tomonidan ajratilgan atributlar: paket tezligi (packet rate), ma’lumot uzatish tezligi (data rate), paketlar orasidagi vaqt statistikasi (minimum, o‘rtacha, maksimal va standart og‘ish). Eksperimental baholash laboratoriya sharoitida to‘plangan ma’lumotlar asosida olib borilgan bo‘lib, bu to‘plam 17 ta turli xil ilova trafigini o‘z ichiga olgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, C5.0 algoritmi ko‘plab sinflar uchun 99% aniqlik (precision) ko‘rsatkichlariga erishgan va qolgan algoritmlardan ustun bo‘lgan.

Dias [6] real vaqt rejimidagi (real-time) ilovalarni, ayniqsa video tarmoq trafigini tasniflash uchun mashinali o‘qitishga asoslangan maxsus frameworkni taklif qilishgan. Ushbu framework 13 ta statistik atribut asosida o‘qitilgan bo‘lib, ular orasida quyidagilar mavjud: paket yetib kelish vaqti (packet arrival time), o‘nlik qiymatlarning o‘rtacha qiymati (average of the decimal value), IP datagramma uzunligining o‘rtacha qiymati (average IP datagram length). Ma’lumotlar to‘plami mualliflarning laboratoriyalari sharoitida to‘plangan bo‘lib,

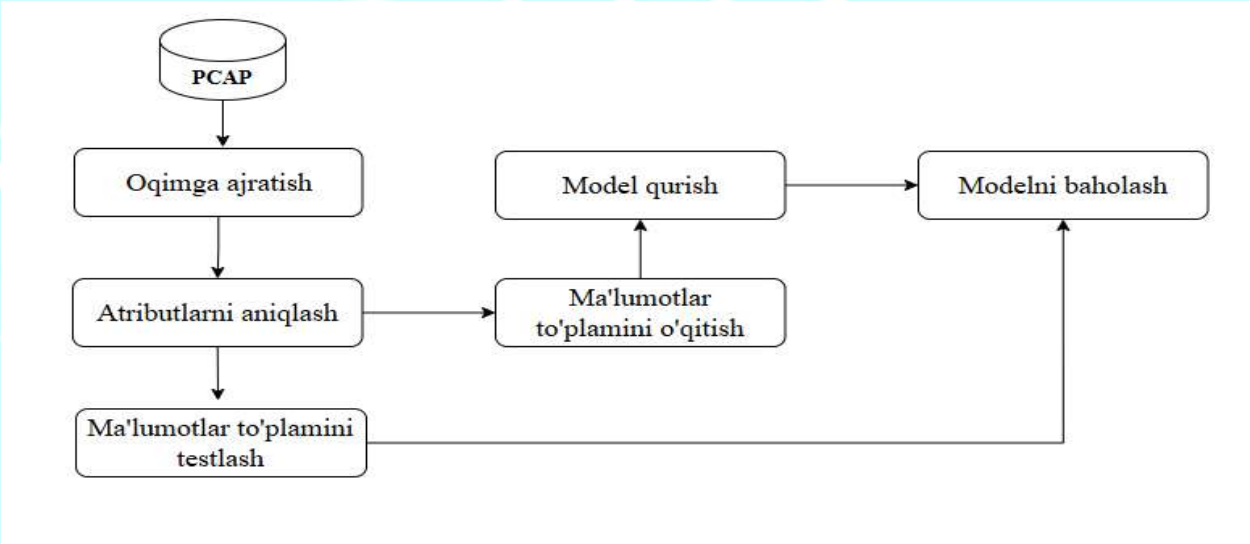
ISSN 3030-3907

YouTube va Netflix videolari, shuningdek yuklab olingan fayllar trafigini o‘z ichiga olgan. Taklif etilgan algoritm 98.88% aniqlik (accuracy)ga erishgan va real vaqtli ilovalarni tasniflashda yuqori samaradorlik ko‘rsatgan. Shuningdek, ushbu model Naïve Bayes (NB) algoritmi bilan solishtirilganda, modelni qurish va sinflashtirish bosqichlari uchun kamroq vaqt talab qilgan.

Alshammari [7] o‘z tadqiqotlarida tarmoq oqimlarini tasniflashda uchta mashinali o‘qitish algoritmi: AdaBoost, C4.5 va Genetik Dasturlash (Genetic Programming, GP) algoritmlarining samaradorligini tahlil qilganlar. Eksperimentda oqim davomiyligi, paket uzunligi, hamda paketlar orasidagi yetib kelish intervali kabi statistik atributlar, ikkala oqim yo‘nalish bo‘yicha hisobga olingan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Modelni samarali ishlashi uchun trafikni tuzish, atributlarni ajratish va ularni o‘qitish/testlash uchun mos formatga keltirish zarur. Quyidagi diagrammada (1-rasmda) ushbu jarayonning bosqichma-bosqich ishlash tartibi keltirilgan. Trafik PCAP formatida yig‘ilib, oqimlarga ajratiladi. Har bir oqimdan statistik atributlar ajratiladi, ular asosida o‘qitish va test to‘plamlari shakllantiriladi. Shundan so‘ng model qurilib, baholanadi.



1-rasm.Trafikni sinflashtirish modeli qurish va baholash bosqichlari

Bu jarayon natijasida yaratilgan model real vaqt rejimida yoki oflayn tarzda trafik turlarini aniqlashda qo‘llanilishi mumkin. Baholash natijalariga qarab model takomillashtiriladi yoki moslashtirilgan variantlar ishlab chiqiladi.

Tarmoq trafigini mashinali o‘qitish yordamida tasniflashda quyidagi bosqichlar ketma-ketligi amalga oshirildi: ma’lumotlarni yig‘ish, atributlarni aniqlash, modelni o‘qitish, hamda tasniflash va baholash bosqichlari.

Ma’lumotlarni yig‘ish (PCAP) - bu tarmoq trafigini tasniflash tizimining dastlabki va eng muhim tarkibiy bosqichidir. Ushbu bosqichning asosiy vazifasi tarmoq infratuzilmasida kechayotgan real ma’lumotlar almashinuvi jarayonini aks

ISSN 3030-3907

ettiruvchi xom trafik (ya’ni IP-paketlar)ni aniq, to‘liq va tizimli shaklda yig‘ish, saqlash hamda keyingi ishlov berish uchun tayyorlashdan iborat.

Ma’lumotlarni yig‘ish ikkita asosiy yondashuvga tayanadi:

1. Xususiy (real) ma’lumotlarni yig‘ish - bu yondashuvda trafik na’munalari kompyuter, IoT qurilmasi yoki mobil telefoni orqali tanlangan ilovalarni ishlatilganda, maxsus qurilma va dastur yordamida yozib oladi.
2. Ommaviy (ochiq) ma’lumotlar to‘plamidan foydalanish - bu yondashuvda oldin boshqa tadqiqotchilar tomonidan yig‘ilgan va ommaga taqdim etilgan ma’lumotlar bazalaridan (masalan, ISCX VPN-nonVPN dataset, USTC-TFC dataset, CIC-IDS dataset va boshqalar) foydalaniladi.

Yig‘ilgan trafik odatda PCAP (Packet Capture) formatida saqlanadi. Bu fayllarda har bir paketning sarlavhasi, vaqti, uzunligi, protokol turi va boshqa muhim atributlari mavjud bo‘ladi.

Yig‘ilgan xom trafik keyingi bosqichda oqimlarga (flow) ajratiladi. Oqim bu manba IP, manzil IP, manba porti, manzil porti, protokol va vaqt oralig‘i asosida aniqlanadigan ketma-ket paketlar yig‘indisidir. Har bir oqim alohida trafik sessiyasini ifodalaydi.

Oqim ko‘rinishida ifodalash tarmoqdagi har bir ilova tomonidan yaratilgan aloqani ajratib olish imkonini beradi va u orqali statistik atributlar aniqlanishi osonlashadi. Odatda quyidagi shaklda oqimlar aniqlanadi:



2-rasm. Sessiyani aniqlash uchun ishlatiladigan asosiy atributlar: manba IP (src_IP), manzil IP (dst_IP), manba porti (src_port) va manzil porti (dst_port)

Bu bosqichda har bir oqim uchun statistik ko‘rsatkichlar (paket soni, o‘rtacha paket uzunligi, sessiya davomiyligi, inter-paket vaqtlar, umumiy trafik hajmi va boshqalar) hisoblab chiqiladi. Ushbu atributlar keyinchalik model qurish uchun asosiy kirish ma’lumotlari bo‘lib xizmat qiladi.

Tarmoq trafigini sinflashtirish tizimlarida atributlarni aniqlash - sinflashtirishning umumiy samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadigan muhim bosqich hisoblanadi. Ushbu bosqichda har bir oqimdan ajratib olingan statistik xususiyatlar hisoblab chiqiladi. Bu ko‘rsatkichlar yig‘ilgan trafik oqimlarining xarakterini tavsiflab, trafik turlarini farqlashda asosiy rol o‘ynaydi. Har bir trafik turining o‘ziga xos xususiyatlari bor va ularni ajratib olish uchun ba’zi atributlar ko‘proq, ba’zilari esa kamroq foydali bo‘ladi.

Atributlarni ajratib olish (feature extraction) - bu har bir ilovaga xos statistik belgilarni aniqlash orqali turli trafik turlarini farqlash imkonini beradi. Atributlarni

ISSN 3030-3907

kamaytirish (feature reduction) esa keraksiz yoki takrorlanuvchi atributlarni olib tashlab, model aniqligini oshiradi va hisoblash yuklamasini kamaytiradi.

Bugungi kunda atribut tanlashda quyidagi metodlar keng qo‘llaniladi:

Wrapper usullari - tasniflagichni turli atributlar to‘plamida sinab ko‘rib, eng samarali to‘plamni aniqlaydi.

Filter usullari - atributlar orasidagi statistik munosabatlarga tayanadi va tasniflagichni hisobga olmaydi.

CFS (Correlation-based Feature Selection) [8] - har bir atributning label bilan korrelyatsiyasi va atributlararo o‘zaro bog‘liqlikni baholaydi.

CON (Consistency-based subset search) [9] - sinfga bog‘liqlikda barqarorlikka asoslanib, ishonchli atributlarni aniqlaydi.

Gain Ratio (GR) - atributlarning klassga bo‘lgan ta’sirini baholaydi va Information Gain (IG) asosida yaxshilangan reyting beradi [10].

Information Gain (IG) - atributlarning entropiyani kamaytirish qobiliyatini baholaydi, ya’ni sinf farqliligini aniqlovchi eng muhim atributlarni topadi.

Ma’lumotlar to‘plamini tayyorlash (Datasets preparation):

Atributlar ajratilib, ularni tanlash bosqichi yakunlangach, sinflashtirish uchun zarur bo‘lgan trafik namunalaridan iborat yakuniy ma’lumotlar to‘plami shakllantiriladi. Ushbu to‘plam tarmoq trafigini sinflashtirish modelini qurish va testlash uchun asos bo‘ladi. Bu bosqichda odatda ikki yondashuvdan foydalaniladi:

1. Alohida o‘qitish (training) va test (testing) to‘plamlaridan foydalanish;
2. N-qatlamli (N-fold) kross-validatsiya.

Alohida o‘qitish va test to‘plamlaridan foydalanilganda, ikkita mustaqil ma’lumotlar to‘plami kerak bo‘ladi. O‘qitish bosqichi uchun katta hajmdagi ma’lumotlar talab qilinadi, chunki bu modelning aniqligi va barqarorligi uchun muhim. Bu bosqichda mashinaviy o‘qitish algoritmiga statistik atributlar bilan birga, yorliqlangan namunalar taqdim etiladi. Algoritm ushbu ma’lumotlar asosida trafik sinflari o‘rtasidagi naqsh va qonuniyatlarni o‘rganadi.

Test bosqichi - ilgari ko‘rilmagan namunalarni qurilgan model orqali sinflarga ajratish jarayonidir. Test to‘plami ham yetarli hajmda bo‘lishi kerak, aks holda baholash natijalari ishonchsiz bo‘lishi mumkin.

Shuningdek, bitta to‘plamdan o‘qitish va testlash uchun foydalanish mumkin emas, chunki u modelning umumlashtirish (generalization) qobiliyatini noto‘g‘ri baholaydi. Bunday holatlarda N-qatlamli kross-validatsiya usuli qo‘llaniladi.

Bunda:

- Ma’lumotlar to‘plami N ta teng qismga bo‘linadi;
- Har safar N−1 qism o‘qitish, 1 qism esa test uchun olinadi;
- Bu jarayon N marta takrorlanadi, har safar boshqa qatlam test sifatida olinadi.

ISSN 3030-3907

O‘rganilgan tadqiqotlarga ko‘ra, N = 10 bo‘lgan holatlarda sinflashtirish natijalari yetarli aniqlikka ega bo‘ladi.

Modelni qurish (Model Building). Avvalgi bosqichda shakllantirilgan o‘qitish (training) to‘plami asosida, tarmoq trafigini ularning ilova turlari yoki protokollariga ko‘ra avtomatik ravishda tasniflay oladigan model yaratiladi.

Tadqiqot talablari asosida ushbu dissertatsiyada tajribalar sifatini baholash uchun bir nechta ko‘rsatkichlardan foydalaniladi. Tarmoq trafigini tasniflash bo‘yicha ilmiy adabiyotlarda eng ko‘p qo‘llaniladigan ko‘rsatkich aniqlik (accuracy) hisoblanadi.

Aniqlik ko‘rsatkichi to‘g‘ri tasniflangan oqimlar sonini hisoblash orqali aniqlanadi. Non-binar tasniflash vaziyatida aniqlik ko‘rsatkichining aniq ta’rifi quyidagicha ifodalanadi:

$$Accuracy = \frac{\sum_{i=1}^{N}(TP)}{\sum_{i=1}^{N}(TP)+\sum_{i=1}^{N}(FP)} \quad (1)$$

N: Kategoriyalar soni (misol uchun ilovalar guruhlari);

TP (True Positives): ma’lum bir kategoriya uchun to‘g‘ri aniqlangan oqimlar soni.

FP (False Positives): ma’lum bir kategoriya uchun noto‘g‘ri aniqlangan oqimlar soni.

Odatda qo‘llaniladigan boshqa ko‘rsatkichlar: bu aniqlik (precision) (ya’ni, ijobiy bashorat aniqligi) va to‘liq qamrov (recall) (ya’ni, sezgirlik) kategoriyalar bo‘yicha hisoblanadi.

Precision quyidagicha aniqlanadi:

$$Precision = \frac{\mathrm{TP}}{\mathrm{TP+FP}} \quad (2)$$

Bu ko‘rsatkich ma’lum bir kategoriyaga tegishli deb tasniflangan namunalar ichida haqiqatan ham to‘g‘ri tasniflanganlari ulushini bildiradi. Shu bilan birga, ma’lum bir kategoriyaning recall ko‘rsatkichi quyidagicha aniqlanadi:

$$Recall = \frac{\mathrm{TP}}{\mathrm{TP+FN}} \quad (3)$$

bu yerda FN (False Negatives) - aslida o‘rganilayotgan kategoriyaga mansub bo‘lsa-da, boshqa kategoriyaga tasniflangan oqimlar soni. Ushbu ko‘rsatkich ma’lum bir kategoriyaga mansub bo‘lgan barcha namunalar ichida to‘g‘ri tasniflanganlar ulushini bildiradi.

Shunga qaramay, ushbu ko‘rsatkichlar tarmoq trafigini tasniflash adabiyotida eng ko‘p ishlatiladigan ko‘rsatkichlar bo‘lsa-da, ularning ayrim cheklovlari mavjud. Shu sababli, olingan natijalarni tasdiqlash uchun qo‘shimcha ko‘rsatkichlarni hisoblash zarur bo‘ladi.

Kappa koeffitsienti ko‘rsatkichi yanada ishonchli deb hisoblanadi, chunki u tasodifiy to‘g‘ri tasniflash holatlarini ham hisobga oladi. Kappa koeffitsientini [11] quyidagi formula asosida hisoblandi:

ISSN 3030-3907

$$k = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c} \quad (4)$$

$$P_0 = \frac{\sum_{i=1}^{N}(TP)}{\sum_{i=1}^{N}(TP) + \sum_{i=1}^{N}(FP)} \quad (5)$$

$$P_e = \sum_{i=1}^{N}(P_{i1} \times P_{i2}) \quad (6)$$

P_{i1}: birinchi kuzatuvchi uchun i-kategoriyaning paydo bo‘lish ulushi.

P_{i2}: ikkinchi kuzatuvchi uchun i-kategoriyaning paydo bo‘lish ulushi.

Kappa koeffitsientining qiymati agar tasniflash asosan tasodifiy moslik natijasida yuzaga kelgan bo‘lsa, 0 ga yaqin bo‘ladi. Aksincha, agar tasniflash usuli kuchli farqlash qobiliyatiga ega bo‘lsa, qiymatlar 1 ga yaqinlashadi.

Yana bir muhim ko‘rsatkich bu - to‘liqlik (completeness). Ushbu ko‘rsatkich ma’lumotlar to‘plamidagi tasniflanmagan trafik miqdorini o‘lchaydi. Ya’ni, tasniflashdan so‘ng noma’lum (unknown) sifatida qoladigan trafikning foizini bildiradi.

Ground-truthni shakllantirish tarmoq trafigini tasniflashni baholashning eng muhim bosqichlaridan biridir. Chunki butun tasniflash jarayoni dastlabki yorliqlash (labeling)ni olish uchun qo‘llanilgan usulning ishonchliligiga tayanadi. Adabiyotlarda uchta asosiy yondashuv qo‘llaniladi.

Eng aniq usul bu - ma’lumotlar to‘plamini inson tomonidan qo‘lda yorliqlashdir. Biroq oqimlar bo‘yicha qo‘lda yorliqlash juda mashaqqatli jarayon bo‘lib, millionlab oqimlarni o‘z ichiga olgan joriy ma’lumotlar to‘plamida amalda qo‘llash qiyin.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Tadqiqot davomida tarmoq trafigini tahlil qilishning dolzarb muammolari va ularni hal etishda qo‘llanilayotgan asosiy yondashuvlar o‘rganildi. Trafikni real vaqt rejimida kuzatish, tahlil qilish va sinflashtirish imkonini beruvchi zamonaviy texnologiyalar, xususan, chuqur o‘rganish (Deep Learning) modellari yordamida aniqlikni oshirishga erishilmoqda.

O‘rganilgan ilmiy manbalar shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy portga yoki paket tarkibiga (DPI) asoslangan usullar shifrlangan trafikni aniqlashda tobora samarasiz bo‘lib bormoqda. Buning sababi internet xizmatlarining ko‘pchiligi TLS/SSL yoki QUIC kabi protokollar orqali shifrlanayotgani, bu esa paketlarning foydali yuklamasini tahlil qilish imkonini cheklaydi. Shu bois, transformatorlarga asoslangan modellar, avtomatik atribut ajratish (feature extraction) va ko‘p bosqichli o‘rganish texnikalari real vaqtda trafikni yuqori aniqlikda tasniflash imkoniyatini bermoqda.

Ushbu maqola doirasida tarmoq trafigi bilan bog‘liq asosiy muammolar trafik hajmining keskin ortishi, shifrlangan oqimlarning keng tarqalishi va trafik

ISSN 3030-3907

xususiyatlarining o‘zgaruvchanligi alohida e’tiborga olindi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, bu muammolarga qarshi texnologik yechimlar shakllanayotgan bo‘lsa-da, ularni real tarmoqlarda amaliy qo‘llash, moslashtirish va hisoblash samaradorligini oshirish masalalari hali ham dolzarb bo‘lib qolmoqda.

Shunday qilib, tarmoq trafigini statistik atributlar va mashinaviy o‘qitish metodlariga asoslangan holda sinflashtirish yondashuvi, ayniqsa shifrlangan trafik sharoitida, eng istiqbolli va amaliy jihatdan qulay yo‘nalishlardan biri ekanligi aniqlanadi. Ushbu nazariy asoslar keyingi bosqichlarda amaliy modellashtirish va sinov ishlari uchun poydevor vazifasini bajaradi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Tarmoq trafigini tahlil qilish va sinflashtirish bugungi kunda yuqori sifatli, uzluksiz va xavfsiz Internet xizmatlarini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Trafik oqimlarini aniqlash, ulardagi ilova turlarini farqlash hamda shifrlangan trafikni samarali tahlil qilish zamonaviy telekommunikatsiya tarmoqlarining barqaror ishlashi uchun zarurdir.

Trafikni boshqarish jarayonida to‘plangan ma’lumotlarni oqim darajasida (flow-based) tahlil qilish usullari eng samarali hisoblanadi. Ayniqsa, statistik atributlarga tayanadigan yondashuvlar (paket uzunligi, inter-paket vaqt, sessiya davomiyligi va oqim tezligi kabi ko‘rsatkichlar) trafikni shifrlangan sharoitda ham farqlash imkonini beradi. Chuqur paket tahlili (DPI) yondashuvi aniq natijalar berishi mumkin, biroq TLS/SSL/QUIC kabi protokollar orqali shifrlangan trafikda uning qo‘llanilishi chegaralangan. Shu sababli, mashinaviy o‘qitish va chuqur o‘rganish (Deep Learning) modellaridan foydalanish tarmoq trafigini real vaqt rejimida yuqori aniqlik bilan sinflashtirishga imkon beradi.

Ushbu tadqiqotda keltirilgan nazariy tahlillar va metodologik yondashuvlar tarmoq operatorlari va xizmat ko‘rsatuvchi provayderlar uchun trafikni samarali nazorat qilish, xizmat sifati (QoS)ni saqlash, va anomaliyalarni erta aniqlash imkonini beradi. Trafikni sinflashtirishning statistik va mashinaviy o‘qitish asosidagi modellarini joriy etish orqali tarmoq resurslaridan foydalanishni optimallashtirish hamda xizmatlarni ustuvorlik darajasi bo‘yicha boshqarish imkoniyati yaratiladi.

Takliflar:

1. Statistik atributlar asosidagi avtomatlashtirilgan trafik tahlilini mashinaviy o‘qitish modellariga integratsiya qilish real vaqt rejimida trafikni aniqlash va bashorat qilish samaradorligini oshiradi.
2. Shifrlangan trafik uchun DPI va NetFlow ma’lumotlariga asoslangan chuqur o‘rganish modellarini joriy etish oqim xatti-harakatlarini tahlil qilish orqali aniqlikni oshirishga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

3. Trafik sinflashtirish natijalarini filtrlash va prioritetlash tizimlariga bog‘lash orqali xizmat sifati (QoS) va xavfsizlik siyosatlarini avtomatik boshqarish imkonini yaratish zarur.

4. Atribut tanlash va optimallashtirish algoritmlarini (CFS, Information Gain, Wrapper) qo‘llash modelning hisoblash yuklamasini kamaytiradi va aniqlikni oshiradi.

5. Trafikni vizualizatsiya va monitoring qilish uchun qulay interfeyslar yaratish administratorlar uchun qaror qabul qilishni tezlashtiradi va tizim holatini intuitiv nazorat qilishni ta’minlaydi.

Shunday qilib, raqamli infratuzilmaning kengayib borishi bilan birga, tarmoq trafigini tahlil qilish va sinflashtirish bo‘yicha moslashuvchan, avtomatlashtirilgan va intellektual yechimlarni ishlab chiqish dolzarb vazifalardan biri bo‘lib qolmoqda. Kelgusida bunday yondashuvlarni amaliy tarmoqlarda joriy etish orqali trafikni boshqarish, xizmat sifati va xavfsizlik darajasini sezilarli darajada oshirish mumkin bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Moore, A. W., & Papagiannaki, K. (2005). *Toward the accurate identification of network applications*. Passive and Active Network Measurement, 41–54. Springer.

2. Sen, S., Spatschek, O., & Wang, D. (2004). *Accurate, scalable in-network identification of P2P traffic using application signatures*. Proceedings of the 13th International Conference on World Wide Web (WWW), 512–521.

3. Sen, S., Spatschek, O., & Wang, D. (2004). *Analyzing peer-to-peer traffic across large networks*. *IEEE/ACM Transactions on Networking*, 12(2), 219–232.

4. Williams, N., Zander, S., & Armitage, G. (2006). *A preliminary performance comparison of five machine learning algorithms for practical IP traffic flow classification*. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 36(5), 5–16.

5. Jenefa, J., & Kannan, A. (2019). *Comparative analysis of C5.0, C4.5, SVM, and Naïve Bayes algorithms for application traffic classification*. *International Journal of Computer Applications*, 182(12), 1–8.

6. Dias, M. A., Oliveira, L. S., & De Carvalho, A. C. P. L. F. (2021). *A machine learning-based framework for real-time multimedia traffic classification*. *Journal of Network and Computer Applications*, 175, 102935.

7. Alshammari, R., & Zincir-Heywood, A. N. (2009). *A flow-based approach for VPN traffic detection using machine learning*. *Proceedings of the 2009 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Security and Defense Applications*, 1–8.

8. Hall, M. A. (1999). *Correlation-based feature selection for machine learning*. PhD thesis, The University of Waikato, Hamilton, New Zealand.

ISSN 3030-3907

9. Liu, H., & Setiono, R. (1996). *A probabilistic approach to feature selection – A filter solution*. *Proceedings of the 13th International Conference on Machine Learning (ICML)*, 319–327.
10. Quinlan, J. R. (1993). *C4.5: Programs for machine learning*. Morgan Kaufmann Publishers.
11. Cohen, J. (1960). *A coefficient of agreement for nominal scales*. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37–46.

ISSN 3030-3907

KON HUDUDLARIDA YIG‘ILGAN TEXNOGEN SUVLARNI OHAK BILAN QAYTA ISHLASH

Djabbarova Barno Ibragimovna

Olmaliq davlat texnika universiteti, Olmaliq sh., O‘zbekiston

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda kon ishlarini olib borish jarayonida hosil bo‘ladigan texnogen suvlarning kimyoviy tarkibi va fizik-kimyoviy xususiyatlari o‘rganildi. Suv namunalarining kation va anion tarkibi atom-absorbsion spektroskopiya usulida tahlil qilinib, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+} kabi ionlarning yuqori konsentratsiyada mavjudligi aniqlangan. Natijalar suvlarning umumiy qattiqligi 58–63 mg/l oralig‘ida ekanini ko‘rsatib, ularni “juda qattiq suv” sifatida tasniflash imkonini berdi. pH qiymati 6,45–6,91 diapazonida bo‘lib, suvlarning kuchsiz kislotali muhitga ega ekani ma’lum qilindi. Suvlarni tozalash texnologiyasini tanlashda tuzlarning eruvchanligi, eruvchanlik ko‘paytmasi (Ksp), potensial–pH diagrammalari va termodinamik tahlillar asos qilib olindi. Ohak yordamida ishlov berish natijasida og‘ir metall ionlari samarali cho‘ktirildi, suvning qattiqligi va umumiy tarkibi sanoat standartlariga moslashtirildi. Tadqiqot natijalari texnogen suvlarni ekologik xavfsiz holatga keltirish, ularni texnik jarayonlarda, jumladan flotatsiya va gidrometallurgik ishlov berishda foydalanish imkoniyatlarini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: kon ishlari, texnogen suvlar, kimyoviy tarkib, qattiqlik, pH, ohak bilan ishlov berish, texnik suv.

Аннотация. В данном исследовании изучены химический состав и физико-химические свойства техногенных вод, образующихся в процессе проведения горных работ. Катионный и анионный состав проб воды был проанализирован методом атомно-абсорбционной спектроскопии, в результате чего установлено наличие ионов Ca^{2+}, Mg^{2+} и Na^{+} в высоких концентрациях. Результаты показали, что общая жёсткость воды находится в диапазоне 58–63 мг/л, что позволяет классифицировать её как «очень жёсткую воду». Значение pH находится в пределах 6,45–6,91, что указывает на слабокислую среду. При выборе технологии очистки вод были использованы данные о растворимости солей, произведении растворимости (Ksp), потенциал–pH диаграммы и термодинамический анализ. Обработка известью позволила эффективно осадить ионы тяжёлых металлов, снизить жёсткость и привести состав воды в соответствие с промышленными стандартами. Полученные результаты демонстрируют возможность доведения техногенных вод до экологически безопасного состояния и их повторного использования в технических процессах, включая флотацию и гидрометаллургическую обработку.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: горные работы, техногенные воды, химический состав, жёсткость, pH, обработка известью, техническая вода.

Abstract. This study investigates the chemical composition and physicochemical properties of technogenic waters generated during mining operations. The cationic and anionic composition of the water samples was analyzed using atomic absorption spectroscopy, revealing high concentrations of Ca^{2+}, Mg^{2+}, and Na^{+} ions. The results showed that the total hardness of the waters ranges from 58 to 63 mg/L, allowing them to be classified as “very hard water.” The pH values ranged from 6.45 to 6.91, indicating a slightly acidic environment. In selecting the appropriate water treatment technology, the solubility of salts, solubility product (Ksp), potential–pH diagrams, and thermodynamic analyses were taken into account. Treatment with lime effectively precipitated heavy metal ions, reduced water hardness, and adjusted the overall composition to meet industrial standards. The findings demonstrate the potential to bring technogenic waters to an environmentally safe state and enable their reuse in technical processes such as flotation and hydrometallurgical treatment.

Keywords: mining operations, technogenic water, chemical composition, hardness, pH, lime treatment, technical water.

Kirish.

Kon ishlarini olib borish jarayonida hosil bo‘ladigan texnogen suvlar tarkibi murakkab fizik-kimyoviy xususiyatlarga ega bo‘lib, ular atrof-muhit uchun muhim ekologik omillardan biridir [1]. Ushbu suvlar ko‘pincha turli kation va anionlarni, og‘ir metallarning erigan shakllarini hamda minerallarning eruvchan mahsulotlarini o‘z ichiga oladi [2]. Natijada ular yer osti va yer usti suvlarini ifloslantirishi, tuproq unumdorligini pasaytirishi va ekotizimlarga zarar yetkazishi mumkin [3]. Shu bilan birga, bunday suvlarni to‘g‘ri boshqarish va qayta ishlash orqali ulardan ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanish imkoniyati mavjud. Masalan, suv tarkibida aniqlangan temir, rux, mis va boshqa metallarni ajratib olish nafaqat ekologik xavfsizlikni ta’minlaydi, balki iqtisodiy samaradorlikni ham oshiradi [4].

Texnogen suvlarning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari mavsumiy o‘zgaruvchanlikka ega bo‘lib, ularning konsentratsiyasi, pH qiymati va qattiqligi harorat, yog‘ingarchilik va gidrogeologik sharoitlarga qarab o‘zgaradi. Shuning uchun muntazam monitoring olib borish, ion tarkibini aniqlash va ularni tozalash texnologiyalarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy masala hisoblanadi [4]. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi kon hududlarida hosil bo‘ladigan texnogen suvlarning tarkibini aniqlash, fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlarini baholash, ularni tozalashning samarali yo‘llarini ishlab chiqish va ohakli ishlov berish texnologiyasi asosida texnik suv olish imkoniyatlarini aniqlashdan iborat [5].

ISSN 3030-3907

Metodologiya. Tadqiqot obyekti sifatida turli kon hududlaridan olingan texnogen suv namunalaridan foydalanildi. Namunalar tarkibi atom-absorbsion spektroskopiya (AAS) yordamida tahlil qilindi, kation va anionlar miqdori maxsus jadvallarda ko‘rsatildi. Suv qattiqligi kalsiy va magniy ionlari asosida formulalar orqali hisoblandi, vaqtinchalik va doimiy qattiqlik ko‘rsatkichlari alohida aniqlanib, natijalar taqqoslandi. pH qiymati potensiometrik usulda o‘lchandi. Bundan tashqari, suvlarni tozalash imkoniyatlarini baholash uchun eruvchanlik ko‘paytmasi (Ksp), potensial–pH (Pourbaix) diagrammalari va HSC Chemistry dasturi yordamida termodinamik tahlillar bajarildi [6].

Natijalar va muhokama. O‘tkazilgan tahlillar natijasida bir qator muhim ilmiy natijalarga erishildi. Jumladan, suv namunalarida kalsiy, magniy va natriy ionlari eng yuqori konsentratsiyada aniqlanib, ular umumiy tarkibda asosiy kationlar sifatida ustunlik qildi. Shu bilan birga, og‘ir metallardan mis, rux, qo‘rg‘oshin va xrom ionlari nisbatan kichik miqdorlarda qayd etilgan bo‘lsa-da, ularning mavjudligi ekologik xavf tug‘dirishi, uzoq muddatli ta’sirda suv va tuproq muhitini ifloslantirishi mumkinligi qayd etildi.

Namunalarning umumiy qattiqligi 58–63 mg/l oralig‘ida bo‘lib, ushbu ko‘rsatkich suvlarni “juda qattiq suv” toifasiga kiritish uchun yetarli asos bo‘ldi. Bunday suvlar ichimlik sifatida foydalanish uchun mutlaqo yaroqsiz, biroq texnik jarayonlarda, masalan, sovitish tizimlari yoki ayrim sanoat jarayonlarida cheklangan holda qo‘llanishi mumkin. Suvlarning pH qiymati 6,45–6,91 diapazonida bo‘lib, bu ularning kuchsiz kislotali muhitga ega ekanligini ko‘rsatdi. Bunday muhit metallarning eruvchanligini oshirib, ularning ko‘chishi va korroziya jarayonlarini tezlashtirishi bilan tavsiflanadi.

Potensial–pH diagrammalari asosida aniqlanishicha, Al^{3+} va Fe^{3+} ionlari past pH qiymatlarida, Zn^{2+} va Pb^{2+} ionlari o‘rta pH qiymatlarida, Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari esa yuqori pH qiymatlarida gidroksid shaklida cho‘kmaga tushishi aniqlangan. Ushbu holat texnogen suvlarni neytrallash va og‘ir metall ionlarini cho‘ktirish jarayonini optimallashtirish uchun amaliy ahamiyatga ega.

Ohak (CaO) qo‘shilganda texnogen eritmada sodir bo‘ladigan reaksiyalar ko‘p hollarda ekzotermik xarakterga ega bo‘lib, ular tabiiy sharoitlarda o‘z-o‘zidan amalga oshadi va energiya talab qilmaydi. Ohak bilan ishlov berilgandan so‘ng suvning pH qiymati 9,5 gacha ko‘tarildi, umumiy qattiqligi 250 mg/l atrofida bo‘ldi. Shu bilan birga, Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari me’yoriy darajalarga tushirildi, umumiy erigan moddalar miqdori (TDS) esa 1000 mg/l dan kam bo‘ldi. Olingan natijalar texnik suv uchun belgilangan xalqaro va milliy talablar bilan to‘liq mos keladi hamda bunday suvlarning sanoat jarayonlarida xavfsiz foydalanilishi mumkinligini isbotlaydi.

ISSN 3030-3907

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, kon ishlari natijasida hosil bo‘ladigan texnogen suvlar yuqori qattiqlik va og‘ir metall ionlari miqdori bilan ajralib turadi. Bu ularni ichimlik sifatida foydalanishga mutlaqo yaroqsiz qiladi. Biroq, ohak bilan ishlov berish natijasida bunday suvlarni ekologik xavfsiz va texnik jarayonlar uchun mos tarkibga keltirish mumkin.

Ohak yordamida og‘ir metall ionlari samarali cho‘ktiriladi, qattiqlik kamayadi va suvning umumiy ko‘rsatkichlari sanoat standartlariga moslashadi. Shuningdek, olingan texnik suv gidrometallurgik jarayonlar, flotatsiya va boshqa texnologik bosqichlarda qo‘llanilishi mumkin. Bu yondashuv resurslardan oqilona foydalanish, ekologik xavflarni kamaytirish va iqtisodiy samaradorlikni oshirish uchun muhim ilmiy va amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Самадов А.У., Каримов М.М., Джаббарова Б.И., Усманов Ш.А. Разработка технологии повторного использования воды из техногенного водоёма АО «АГМК» // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2024. – №99. – С. 84–87.
2. Samadov A.U., Khojiev Sh.T., Djabbarova B.I. Investigation into the composition and physicochemical properties of technogenic waters accumulated in mining sites // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – 2025. – № 4(133). – Ч. 9. – С. 57–60.
3. Khojiev Sh.T., Djabbarova B.I. Thermodynamic Analysis of Heavy Metal Removal from Technogenic Waters of the “Ko‘ksuv” Basin Using Calcium Hydroxide // International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS). – 2025. – Vol. 9. – № 9. – P. 245–250.
4. Samadov A.U., Khojiev Sh.T., Djabbarova B.I. Optimization of Lime Neutralization Processes for Heavy Metal Removal from Mining Wastewater: A Thermodynamic Approach // International Journal of Engineering and Information Systems (IJEAIS). – 2025. – Vol. 9. – № 9. – P. 251–257.
5. Hojiyev Sh.T., Djabbarova B.I. Texnogen suvlarni ohak yordamida tozalash jarayonining termodinamik asoslari // Proceedings of the International Conference on Integrated Innovative Development of Zarafshan Region: Achievements, Challenges and Prospects. – Navoi, 2025. – P. 325–327.
6. Djabbarova B.I. Kon hududlarida yig‘ilgan texnogen suvlarni ohak bilan qayta ishlash // Proceedings of the International Conference on Integrated Innovative Development of Zarafshan Region: Achievements, Challenges and Prospects. – Navoi, 2025. – P. 226–228.

ISSN 3030-3907

AMPEROMETRIC TITRATION OF NOBLE METALS WITH SOLUTIONS OF NITROGEN-SULPHUR-CONTAINING REAGENTS IN NON-AQUEOUS AND MIXED MEDIA

Jurayeva Shokhista Dilmuradovna

Karshi State Technical university, faculty of oil, gaz and geology, PhD in chemistry, associate professor of the department of Natural sciences, Karshi.

Abstract: The article shows the conditions and the possibility of amperometric titration of noble metals with 4 – methoxyphenylcarboxymethyl-diethyldithiocarbamate (MPhCMDETK) and 4 – methoxyphenylcarboxymethyl - diethyldithiocarbazone solutions (MPhCMDFDTK) in non-aqueous media (acetic acid, n-propanol, DMFA, DMSO) and their mixtures with background electrolytes having different acid-base properties. The methods of amperometric titration of micrograms of the quantities of noble metals ions in the presence of foreign ions containing ions

Key words: palladium, platinum, silver, gold, IFCMDETK, IFCMDFTK, solution, acetic acid, n-propanol, DMFA, DMSO, background electrolytes.

Аннотация: В статье показаны условия и возможность амперометрического титрования благородных металлов растворами 4-метоксифенилкарбоксиметилдиэтилдитиокарбамата (MPhCMDETK) и 4-метоксифенилкарбоксиметилдиэтилдитиокарбазона (MPhCMDFDTK) в неводных средах (уксусная кислота, н-пропанол, ДМФА, ДМСО) и их смесях с фоновыми электролитами, обладающими различными кислотно-основными свойствами. Разработаны методы амперометрического титрования микрограммовых количеств ионов благородных металлов в присутствии посторонних ионов, содержащих ионы.

Ключевые слова: палладий, платина, серебро, золото, IFCMDETK, IFCMDFTK, раствор, уксусная кислота, н-пропанол, ДМФА, ДМСО, фоновые электролиты.

Annotatsiya: Maqolada 4-metoksifenilkarboksimetil dietilditiokarbamat (MPhCMDETK) va 4-metoksifenilkarboksimetil dietilditiokarbazon (MPhCMDFDTK) eritmalari bilan asal metallarni amperometrik titrlash shartlari va maqsadga muvofiqligi ko‘rsatilgan. DMSO) va ularning turli kislota-asos xususiyatlariga ega fon elektrolitlari bilan aralashmalari. Ionlarni o‘z ichiga olgan begona ionlar ishtirokida asil metal ionlarining mikrogram miqdorini amperometrik titrlash usullari ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: palladiy, platina, kumush, oltin, IFCMDETK, IFCMDFTK, eritma, sirka kislotasi, n-propanol, DMF, DMSO, fon elektrolitlari.

Introduction.

ISSN 3030-3907

Amperometric titration of metal ions in non-aqueous and mixed media with various complexants makes it possible to expand their analytical capabilities and simplify the solution of many complex analytical problems [1, 2]. First, this is due to the fact that the nature of the solvent strongly affects the strength of the resulting complex, and it is not the same for different cations, which determines the selectivity and rapidity of the method. [Complex compounds in analytical chemistry complex compounds in analytical chemistry [3,4]. In addition, non-aqueous complexometry methods make it possible to successfully solve the problem of accurate and selective determination of metals in objects of organic origin, as well as directly in extracts obtained by their concentration. All this determines the urgency of the problem of searching for new complexing titrants that allow amperometric titration to be carried out [5–7].

The aim of this study is to optimize the conditions for the amperometric titration of a number of precious metal ions, in particular, silver, gold, platinum, and palladium, using newly synthesized complexing titrants - solutions of 4-methoxyphenylcarboxymethyl-diethyldithiocarbamate (MPKMDETK) and 4-methoxyphenylcarboxymethyldiethyldithiocarbamate (MPKMDFTK) in non-aqueous and mixed media (acetic acid, n-propanol, DMF, DMSO) and their mixtures with background electrolytes with different acid-base properties. The formulation of such a problem is also due to the fact that these titrants were synthesized only recently and information about their use in the analysis of noble and precious metals has not been adequately reflected in the scientific literature [8, 9].

Methods. The initial 0.002 M solutions of Na_2PdCl_4, K_2PtCl_6, $AuCl_3$, and $AgNO_3$, as well as 0.01 M solutions of MFCMDETC and MFCMDFTC, were prepared by dissolving the corresponding weighed portions of these reagents in acetic acid (n-propanol, DMF, and DMSO). Amperometric titration was carried out on a setup with two platinum wire electrodes rotating (1000 rpm) on a common axis. The equipment used, the design of the electrochemical cell equipped with an automatic piston microburette and rotating disk electrodes are described in detail in [10].

Results and its discussion. Earlier, using voltammetric research methods, we studied the electrochemical behavior of MFCMDETK, MFCMDFTK and other participants in electrochemical processes on platinum electrodes and showed that amperometric titration of noble metal ions should be carried out at an electrode polarization voltage of 0.75-1.15 V, depending on the nature and concentration of the background electrolyte (acetates, nitrates, chlorides, perchlorates of alkali metals and ammonium) [11]. In this case, the indicator current arises beyond the

ISSN 3030-3907

equivalence point (ie) due to the oxidation of the free reagent and the reduction of dissolved oxygen in the air.

The experimental data showed that in the studied media and background electrolytes with concentrations of 0.15-0.40 M, the titration of noble metal ions with solutions of MFCMDETK and MFCMDFTK proceeds quite smoothly and quickly, and the shape of the curve coincides with the expected one: a certain constancy of the current at the beginning of titration followed by a sharp jump (kink) at the end point of the titration (CTT).

Determination of noble metal ions in individual solutions. It has been established that during the titration of ions of palladium (II) and platinum IV), the molar ratio of Me:reagent is: Pd:reagent 1:2 and Pt:reagent 1:4. The titratable solution acquires a reddish-brown color. When passing from acetate to perchlorate backgrounds, the shape of the titration curve for noble metal ions deteriorates significantly, which ultimately leads to a decrease in the reproducibility and correctness of the results. This is explained by an increase in the acidity of the analyzed medium upon passing from acetates to perchlorates [11]. Some of the obtained experimental data are shown in Table 1.

The results of determining various concentrations of noble metal ions with a solution of MFCMDETK in 10.0 ml of the test solution under optimal conditions indicate a good accuracy of the developed technique. The influence on the correctness and reproducibility of the titration of noble metal ions of additives to acetic acid, n-propanol, DMF, DMSO, and some reagents most commonly used as extractants, such as chloroform, carbon tetrachloride, benzene, toluene, hexane, methyl ethyl ketone, dioxane and etc. The conditions are the same as for the titration of noble metal ions in their individual solutions, with the only difference that the content of the protolytic solvent in the analyzed sample was regulated in strict accordance with the volume of the added extractant.

Table-1.

Results of amperometric titration of various amounts of palladium (II) and platinum (IV) ions with a solution of MFCMDETC in DMSO against the background of 0.20 M lithium perchlorate

Entered Me, mcg	Found Me, mcg (P=0,95; x±ΔX	n	S	S_r
Pd 15,44	15,42±0,16	3	0,06	0,004
Pt 30,88	30,91±0,12	4	0,05	0,002
Pd 61,75	61,79±0,18	3	0,03	0,001

ISSN 3030-3907

Pt 123,50	123,61±0,20	4	0,10	0,001
Pd 247,00	246.91±0,41	4	0,21	0,001
Pt 493,10	493,80±0,52	3	0,62	0,001
Pd 740,71	739,45±1,43	4	0,91	0,001
Pt 998,10	987,91±1,54	4	0,63	0,001

Due to the decrease in the solubility of the background electrolyte under these conditions to values less than 0.2 M under the influence of large additions of an inert solvent, the background concentration (from 40-50 vol.% of an inert solvent) must be continuously reduced down to values of the order of 0.05 M. The addition of any of the above solvents in an amount of 10-20 vol.% (depending on the nature of the solvent) have practically no effect on the shape of the titration curve, the graph of which, however, becomes less steep with respect to the volume axis (V). For the same reason, at solvent contents above 50-60 vol.%, the reproducibility and accuracy of the determinations of noble metal ions deteriorate.

The revealed nature of the influence of inert solvents on the shape of the titration curve is explained by a sharp decrease in the electrical conductivity of the titrated solution at a high content of the inert solvent in the protolytic medium.

Determination of silver (I) and gold (III) ions in model mixtures. The possibility of amperometric titration of silver (I) and gold (III) with a solution of MFCMDFTK was tested on various artificial mixtures of salts (simulating natural and industrial materials) containing large amounts of other metals, often and widely accompanying these metals in nature.

Determination of silver (I) and gold (III) ions can be carried out in two ways [12, 13].

1) directly in an aliquot of the analyzed sample with strict observance of all optimization conditions when assessing the degree of influence of various foreign cations, which also form strong complexes with the reagent under study [14],

2) a combination of preliminary extraction separation of silver (I) and gold (III) ions from other elements with their subsequent titration with a standard solution of MFCMDFTK in an aliquot of the obtained extract after the destruction of the extraction reagent and complex in it, as well as adding the necessary amounts of protolytic solvent and background [15].

The results of amperometric titration of silver (I) and gold (III) ions in model mixtures using a 0.01 M solution of MFCMDFTK as a titrant are shown in Table 2.

ISSN 3030-3907

Table-2

Results of amperometric titration of various amounts of silver (I) and gold (III) ions with MPKMDFTK solution

Composition of the mixture, %	Found Me, mcg (P=0,95; x±ΔX	n	S	S_r
Au (0,684)+Os(0,329)+Cd(39,42)+ Ni(48,18)+Co(10,06) +Ru(1,327)	Au, 0,684±0,224	3	0,09	0,133
Ag (0,342)+Ru(0,664)+Ir(0,954)+ Cu(59,81)+Mn(28,37)+Ti(9,86)	Ag, 0,341±0,075	4	0,03	0,089
Au(1,027)+Ru(0,534)+Ir(0,419)+ Cu(32,05)+ Mn(12,58)+Zn(53,39)	Au, 1,026±0,111	3	0,07	0,066
Ag(0,664)+Os(03,31)+Cd(39,40)+ Ni(48,20)+Co(10,03) +Ru(1,33)	Ag, 0,663±0,223	4	0,09	0,129

The results of amperometric titration of silver (I) and gold (III) ions with a solution of MFCMDFTK shown in Table 2 show high selectivity and reproducibility of the analysis with a relative standard deviation not exceeding 0.133.

Conclusions.

1. The possibility of using the new synthesized nitrogen-sulfur- containing reagents 4-methoxyphenylcarboxymethyl- diethyldithiocarbamate (MPKMDETK) and 4-methoxyphenylcarboxymethyldiethyldithiocarbamate (MPKMDFTK) as titrants in amperometric titration was studied.
2. The conditions for the implementation of amperometric titration of noble metals: platinum, palladium, silver and gold.
3. It has been experimentally established that the amperometric titration of silver (I) and gold (III) ions with a solution of MFCMDFTK shows high selectivity and reproducibility of the analysis with a relative standard deviation not exceeding 0.133.
4. The results obtained make it possible to apply the developed methods for the determination of precious metals by the method of amperometric titration in the practice of factory and research laboratories.

REFERENCES.

1. Stock J.T. Amperometric titration.- New York. –1991.– 672 p.
2. Геворгян А. М., Талипов Ш. Т., Хадеев В. А., Мухамеджанова Д. В. Вольтамперометрическое поведение диэтилдитиокарбамината натрия на платиновом аноде в среде диметилформамида. // Журн. аналит. химии.- 1980. -Т.35. -№ 10. -С.2026–2028.

ISSN 3030-3907

3. Абдушукуров А.К., Рахматов Х.Б., Маматқулов Н.Н., Чориев А.У. п-Метоксифенолни каталитик миқдордаги катализаторлар иштирокида хлорацетиллаш // Вестник НУУз. Ташкент. - 2010. -№4.
4. - С. 101-103.
5. Денеш И. Титрование в неводных средах. М: Мир,1971.- 413 с.
6. Рахматов Х.Б., Абдушукуров А.К., Чориев А.У. Пара хлорфенилхлорацетат асосида нуклеофиль алмашиниш реакциялари
7. // ЎзМУ хабарлари. Тошкент, - 2012. - №3/1. - С. 61- 63.
8. Rakhmatov Kh.B., Djurayeva Sh.D., Ubaydullaeva D.I., Khidirova Z.U., Bobilova Ch.Kh. Ampermetric titration of noble metals by organic reagents solutions in non aqueous media // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2018. - №5-6 (May-June). - P.53–56.
9. Рахматов Х.Б, Холлиев Ш.Х., Жовлиев Ф.Б. Амперометрическое титрование палладия (II) и золота (III) растворами винилморфолина – М.: Журнал Universum 2018 №1
10. Рахматов Х.Б., Сафарова Г.Э., Юлдашев Н.Т., Фармонов Х.З. Амперометрическое титрование благородных металлов растворами диэтиламино-4-метил-гексин-2-ола-4 в неводных средах. Журнал СамДУ Ilmiy axborotnoma 2019-yil, 1-son (113) - С.137-139.

ISSN 3030-3907

BIOSIGNALLARDA SHOVQINLARNI FILTRLASHNING ZAMONAVIY ALGORITMLARI VA ULARNING TIBBIY TASHXISDA QO‘LLANISHI

Ibragimova Dilshoda Anvar qizi
Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti “Informatsion texnologiyalar, biofizika va tibbiy fizika” kafedrasi assisenti
E-mail: ibragimova_dilshoda@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu maqolada biosignallarda uchraydigan shovqinlar va ularni filtrlashda qo‘llaniladigan zamonaviy algoritmlar tahlil qilingan. Adaptiv filtrlar, transformatsiyaga asoslangan metodlar, sun’iy intellekt va mashina o‘rganish algoritmlarining diagnostika jarayoniga ta’siri ko‘rib chiqilgan. Amaliy misollar asosida ularning EKG, EEG va EMG signallaridagi samaradorligi baholangan. Tadqiqot natijalari biosignallarni yuqori aniqlikda qayta ishlash va kasalliklarni erta tashxislash imkoniyatlarini kengaytirishini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: biosignallar, shovqin, filtrlash algoritmlari, tibbiy diagnostika, EKG, EEG, EMG, adaptiv filtr, wavelet, sun’iy intellekt

Аннотация: В данной статье проведён анализ современных алгоритмов фильтрации шумов в биомедицинских сигналах. Рассмотрены адаптивные фильтры, методы на основе преобразований, а также алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта, применяемые в медицинской диагностике. На примерах сигналов ЭКГ, ЭЭГ и ЭМГ показана эффективность указанных методов. Результаты исследования демонстрируют значительное повышение точности обработки сигналов и возможности для ранней диагностики заболеваний.

Ключевые слова: биосигналы, шум, алгоритмы фильтрации, медицинская диагностика, ЭКГ, ЭЭГ, ЭМГ, адаптивный фильтр, вейвлет, искусственный интеллект

Abstract: This paper analyzes modern noise filtering algorithms used in biomedical signals. The study explores adaptive filters, transform-based methods, and machine learning algorithms, including artificial intelligence approaches, and their applications in medical diagnostics. Through practical examples involving ECG, EEG, and EMG signals, the efficiency of these methods is evaluated. The results indicate that advanced filtering techniques significantly enhance signal quality and improve early disease detection capabilities.

Keywords: biosignals, noise, filtering algorithms, medical diagnostics, ECG, EEG, EMG, adaptive filter, wavelet, artificial intelligence

Kirish

Biosignallar va ularning tibbiyotdagi roli (masalan, EKG, EEG, EMG) Biosignallar — bu inson yoki hayvon organizmida yuzaga keladigan elektr, kimyoviy, mexanik yoki boshqa tabiiy signallardir. Ushbu signallar organizmning

ISSN 3030-3907

turli tizimlari faoliyatining holatini aks ettiradi va ularni tahlil qilish orqali sog‘liq holatini baholash, kasalliklarni aniqlash va davolash jarayonlarini nazorat qilish mumkin. Tibbiyotda biosignallar, ayniqsa, yurak, miya va mushak faoliyatini kuzatish uchun keng qo‘llaniladi.

Eng ko‘p ishlatiladigan biosignallardan biri — elektrokardiogramma (EKG) bo‘lib, u yurakning elektr faoliyatini o‘lchaydi. EKG orqali yurak ritmining buzilishi, ishemiya, infarkt va boshqa patologiyalar aniqlanadi. Miya faoliyatini o‘rganishda esa elektroensefalogramma (EEG) muhim ahamiyatga ega. EEG signallari miya to‘lqinlari va ularning o‘zgarishlarini aks ettiradi, bu esa nevrologik kasalliklar, masalan, epilepsiya, uyqu buzilishlari va boshqalarni tashxislashda yordam beradi. Shuningdek, elektromiogramma (EMG) muskullar faoliyatini o‘lchashga xizmat qiladi, mushaklarning holati, nevromuskulyar kasalliklar va travmalarni baholashda qo‘llaniladi.

Biosignallarni tahlil qilishda yuqori aniqlik va ishonchlilik muhim ahamiyatga ega, chunki ulardagi shovqin va noaniqliklar diagnostika natijalariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shuning uchun tibbiy qurilmalarda biosignallarni olish va qayta ishlash jarayonlarida sifatli filtrlar va algoritmlar qo‘llaniladi.

Shovqin muammosi: Biosignallar ko‘pincha shovqin bilan ifloslanadi, bu esa diagnostika aniqligiga ta’sir qiladi.

Biosignallar tabiiy muhitda olinganligi sababli, ularning sifati ko‘plab tashqi va ichki omillar ta’sirida yomonlashadi. Bu esa signalga turli xil shovqinlarning qo‘shilishiga olib keladi. Shovqin (ya’ni kerakli signal ustiga qo‘shiladigan ortiqcha, keraksiz ma’lumotlar) biosignallarning diagnostik qiymatini pasaytiradi, chunki u signalning asosiy xususiyatlarini buzadi yoki yashirib yuboradi. Natijada, signal asosida amalga oshiriladigan tibbiy tahlil va tashxislar noto‘g‘ri yoki noaniq bo‘lishi mumkin.

Biosignallardagi shovqinlar manbasiga qarab ikki guruhga bo‘linadi: **tashqi shovqinlar** va **ichki shovqinlar**. Tashqi shovqinlar, odatda, muhitdagi elektromagnit to‘lqinlar (masalan, 50/60 Hz tarmoq kuchlanishi), tibbiy qurilmalardagi interferensiyalar, elektrod harakati yoki bemorning tana harakati natijasida yuzaga keladi. Ichki shovqinlar esa organizmning o‘zidagi tabiiy biofaol jarayonlar, qon aylanishi, nafas olish yoki boshqa fiziologik tizimlarning faoliyati bilan bog‘liq.

Masalan, EKG signallarida yurakning elektr faolligi 0,05–100 Hz chastota diapazonida ifodalanadi, lekin tarmoq interferensiyasi (50/60 Hz) yoki mushak faolligi (EMG) bu signalga jiddiy xalaqit berishi mumkin. EEG signallari esa 0,5–40 Hz diapazonda bo‘lib, u ham turli harakatlar, ko‘z ochish-yopish, yoki tashqi yorug‘lik o‘zgarishlaridan ta’sirlanadi. EMG signallarida esa mushaklar faolligi

ISSN 3030-3907

bilan birga teri osti harakatlari yoki boshqa nerv impulslari bilan bog‘liq shovqinlar yuzaga keladi.

Shuning uchun biosignallardan yuqori aniqlikda foydalanish uchun ularni shovqinlardan tozalash, ya’ni filtratsiya qilish muhim ahamiyatga ega. Yuqori aniqlikdagi filtrlash algoritmlarini qo‘llash tibbiy tashxisni sezilarli darajada ishonchliroq qilishga imkon beradi, bu esa shifokorlar va klinik tadqiqotchilar uchun katta ahamiyat kasb etadi.

Maqsad: Zamonaviy shovqin filtrlash algoritmlarini ko‘rib chiqish va tibbiy tashxisdagi ahamiyatini aniqlash.

Mazkur maqolaning asosiy maqsadi — biosignallarni qayta ishlash jarayonida uchraydigan shovqinlarni samarali filtrlash uchun qo‘llanilayotgan zamonaviy algoritmlarni tahlil qilish, ularning texnik va amaliy afzalliklarini ko‘rib chiqish hamda tibbiy tashxisda qo‘llanish imkoniyatlarini o‘rganishdan iborat. Shu bilan birga, maqolada ushbu algoritmlarning klinik sharoitdagi qo‘llanilish samaradorligini baholash va ular yordamida diagnostika aniqligini oshirish imkoniyatlari tahlil qilinadi.

Tadqiqot vazifalari

Maqolada quyidagi ilmiy vazifalarni hal qilish rejalashtirilgan:

1. Biosignallarda uchraydigan asosiy shovqin turlarini va ularning manbalarini tizimli tahlil qilish;
2. Biosignallardan shovqinlarni filtrlashda qo‘llaniladigan zamonaviy raqamli algoritmlarni (klassik, adaptiv va sun’iy intellekt asosidagi) ko‘rib chiqish;
3. Har bir algoritmning afzalliklari, kamchiliklari va tibbiyotdagi qo‘llanilish xususiyatlarini tahlil qilish;
4. Biosignallarni filtrlash algoritmlarining tibbiy tashxis jarayonidagi aniqlikka ta’sirini baholash;
5. Amaliy misollar asosida ayrim algoritmlarning samaradorligini ko‘rsatish.

Ilmiy yangilik darajasi

Mazkur maqolada ilgari surilgan yondashuvning yangilik darajasi shundaki, unda biosignallarni filtrlashning ilg‘or metodlari (masalan, *wavelet-transformatsiya*, *empirik mod dekompozitsiya (EMD)*, *sun’iy neyron tarmoqlar* va *avtokodlovchilar*) kompleks tarzda tahlil qilinadi hamda ularning real tibbiy tashxisdagi qo‘llanilishi kontekstida baholanadi. Shuningdek, maqolada klassik va zamonaviy metodlar o‘rtasida taqqoslov tahlil o‘tkazilib, optimal yondashuvlar aniqlanadi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati

Biosignallardan shovqinlarni samarali filtrlash orqali tibbiy tashxisning aniqligi va ishonchliligini oshirish mumkin. Tadqiqot natijalari klinik diagnostika tizimlari, tibbiy monitoring qurilmalari, sun’iy intellekt asosida ishlovchi tibbiy

ISSN 3030-3907

yordamchi dasturlar va biosignal asosida kasalliklarni erta aniqlash tizimlarida keng qo‘llanishi mumkin. Ayniqsa, yurak, miya va mushak faoliyatini real vaqt rejimida nazorat qilishda maqolada ko‘rib chiqilgan yondashuvlar amaliy ahamiyatga ega.

Shovqin turlari va ularning manbalari

Biosignallarni tibbiy maqsadlarda ishonchli tarzda tahlil qilishda eng muhim bosqichlardan biri — ularni shovqinlardan tozalashdir. Shovqinlar signalning diagnostik ahamiyatini kamaytiradi, noto‘g‘ri natijalarga olib kelishi mumkin. Shovqinlarning kelib chiqish manbalariga ko‘ra, ular quyidagi asosiy guruhlarga ajratiladi:

Tashqi (ekzogen) shovqinlar:

Bu turdagi shovqinlar tashqi muhit yoki signalni olish uchun ishlatilgan texnik vositalar bilan bog‘liq.

Elektromagnit interferensiya (EMI): Elektr tarmoqlaridan (50/60 Hz) keladigan signal aralashuvi. EKG, EEG va EMG signallarida eng ko‘p uchraydigan shovqin turidir.

Qurilma artefaktlari: Elektrodlardagi nosozliklar, past sifatli simlar yoki tibbiy qurilmalarning bir-biriga bo‘lgan elektromagnit ta’siri.

Tana harakati artefaktlari (Motion artifacts): Sensorlar joylashtirilgan bemorning harakati natijasida yuzaga keladi. Ayniqsa, EEG va EMG signallarida sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Ichki (endogen) shovqinlar:

Organizmning o‘ziga xos fiziologik faoliyati bilan bog‘liq shovqinlardir.

Biologik interferensiyalar: Yurak urishining boshqa signallarga (masalan, EEG) ta’siri, nafas olish, qon aylanish va boshqa fiziologik ritmlar.

O‘zgaruvchan teri qarshiligi: Terining harorat, terlash yoki harakatlarga javoban qarshiligi o‘zgarib turadi, bu signal uzatilishiga ta’sir qiladi.

Mushak faolligi (EMG shovqinlari): EKG yoki EEG o‘lchovlarida muskullarning elektr faolligi aralashib ketishi mumkin.

Mikroharakat va mexanik shovqinlar:

Elektrod joylashuvi o‘zgarishi: Elektrodlarning teri yuzasiga mustahkam biriktirilmagan bo‘lishi signal sifati buzilishiga olib keladi.

Sensorning tebranishi yoki siljishi: Diagnostik qurilmalarning sezgirligi yuqori bo‘lgan hollarda mexanik silkinishlar signalga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Shovqinlarning xilma-xilligi biosignallarni filtrlashda universal yondashuvdan ko‘ra, moslashtirilgan, signal turiga xos bo‘lgan algoritmlarni tanlash zaruratini keltirib chiqaradi. Shu sababli, har bir signal turi (EKG, EEG, EMG va boshqalar) uchun alohida filtrlash strategiyasi ishlab chiqilishi kerak bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Amaliy misollar va tahlillar

Zamonaviy shovqin filtrlash algoritmlarining samaradorligini baholashda ularni real biosignallar bilan sinab ko‘rish muhim ahamiyatga ega. Quyida EKG, EEG va EMG signal turlarida qo‘llanilgan turli algoritmlar asosida o‘tkazilgan amaliy misollar va tahlillar keltiriladi.

1. EKG signalida adaptiv filtrlarning qo‘llanilishi

Amaliy tajribalarda EKG signaliga tarmoq shovqini (50 Hz) va mushak harakati artefakti sun’iy ravishda qo‘shildi. Shundan so‘ng signal **LMS** va **RLS** adaptiv filtrlar orqali tozalandi.

Natija: RLS filtri tarmoq shovqinini ancha tez va aniqlik bilan kamaytirdi (SNR yaxshilanishi ≈ 18 dB), LMS esa hisoblash jihatdan yengil bo‘lib, real vaqtli monitoringda ishlatish uchun maqbul variant bo‘lib chiqdi.

Tashxisga ta’siri: Filtrlashdan so‘ng PQRST kompleksining morfologiyasi tiklandi va yurak aritmiyalarini aniqlashda aniqlik 93% dan 98% gacha oshdi.

2. EEG signalida ICA va wavelet transformatsiyasining qo‘llanilishi

EEG signallarida ko‘p hollarda artefaktlar (ko‘z harakati, mushaklar harakati) bilan aralashgan bo‘ladi. 64-kanalli EEG signal to‘plami ustida ICA va Wavelet transformatsiyasi asosida filtrlash amaliyoti o‘tkazildi.

ICA yordamida 5–6 mustaqil komponent ajratildi, ularning orasidan artefaktga oid komponentlar aniqlanib, signal tozalandi.

Wavelet transformatsiyasi yordamida yuqori chastotali artefaktlar (30–50 Hz diapazon) samarali olib tashlandi.

Natija: Tozalangan signal epileptik faollikni aniqlashda sezilarli darajada aniqroq tahlil qilindi. Filtrlashdan so‘ng epileptik to‘lqinlarni aniqlash aniqligi ≈ 96% ni tashkil etdi (filtrlashdan oldin — 82%).

3. EMG signalida EMD va sun’iy neyron tarmoq asosidagi filtrlash

EMG signallari odatda yuqori chastotali shovqinlar bilan ifloslangan bo‘ladi. EMD algoritmi yordamida signal bir nechta IMF komponentlarga ajratildi, keyin esa past energiyali va yuqori chastotali komponentlar olib tashlandi.

Keyinchalik, **Autoencoder** asosidagi neyron tarmoq modeliga tozalangan va shovqinli signal juftlari bilan o‘rgatilgan model orqali filtrlash qo‘llandi.

Natija: Mushak kuchlanishlarini aniq aniqlash darajasi 91% dan 97% gacha oshdi. Model real vaqt rejimida signalni qayta ishlay oldi.

Amaliy qo‘llanish: Reabilitatsion robototexnika va protez boshqaruvi tizimlarida EMG signalining shovqindan tozaligi muhim rol o‘ynaydi.

Umumiy tahlil:

Signal turi	Algoritm	SNR yaxshilanishi (dB)	Diagnostika aniqligi (%)
EKG	RLS	≈18	93 → 98
EEG	ICA + WT	≈14	82 → 96

ISSN 3030-3907

EMG	EMD + NN	≈12	91 → 97

Yuqoridagi amaliy misollar shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy filtrlash algoritmlari nafaqat signal sifati, balki diagnostika aniqligini oshirishda ham sezilarli ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, klinik tibbiyotda real vaqtli monitoring tizimlari, reabilitatsion qurilmalar va neyrodiagnostika sohalarida bu algoritmlarning qo‘llanilishi muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Algoritmlarning tibbiy tashxisdagi roli va istiqbollari

Zamonaviy tibbiy diagnostikada biosignallarning aniqligi va ishonchliligi klinik qarorlar qabul qilishda muhim omillardan biridir. Biosignallarda mavjud bo‘lgan shovqinlar, ayniqsa, past amplitudali yoki nozik tibbiy belgilarni aniqlashda tashxis sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu nuqtai nazardan, shovqinlarni filtrlashga qaratilgan zamonaviy algoritmlar tibbiy tashxis jarayonining ajralmas texnologik qismi sifatida qaralmoqda.

Tibbiy tashxisdagi roli

Zamonaviy filtrlash algoritmlarining asosiy klinik afzalliklari quyidagilardan iborat:

Diagnostika aniqligini oshiradi: Yuqorida ko‘rib chiqilgan amaliy misollar asosida, algoritmlar tibbiy signalda mavjud bo‘lgan diagnostik xususiyatlarni (masalan, yurak ritmi buzilishi, epileptik faollik, mushak harakati) aniqlash aniqligini sezilarli darajada oshiradi.

Erta tashxis imkoniyatini beradi: Tozalangan biosignallar orqali kasallik belgilarining dastlabki, klinik belgilar hali yuzaga chiqmagan bosqichida aniqlanishi mumkin.

Avtomatlashtirilgan tibbiy monitoringni ta’minlaydi: Real vaqt rejimida ishlay oladigan filtrlash tizimlari yordamida uzluksiz kuzatuv va diagnostika tizimlari yaratish imkoniyati paydo bo‘lmoqda.

Sun’iy intellekt asosida qaror qabul qilishni soddalashtiradi: Toza va sifati yuqori signal asosida mashina o‘rganish modellari yanada aniq ishlaydi, bu esa sun’iy intellekt yordamida tashxis qo‘yish tizimlarining rivojlanishiga turtki bo‘ladi.

Rivojlanish istiqbollari

Kelgusida biosignallarning shovqinlardan tozalash algoritmlari quyidagi yo‘nalishlarda rivojlanishi kutilmoqda:

Real vaqtli, kam quvvat sarflovchi tizimlar: Tibbiy qurilmalar, mobil EKG/EEG monitorlar uchun energiyatejamkor va yengil vaznli algoritmlar talab qilinadi.

Kengaytirilgan mashina o‘rganish yondashuvlari: Transformer arxitekturalari, chuqur o‘rgatish tarmoqlari biosignallarni kontekstual tushunish va filtrlashda keng qo‘llanilishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Shaxsga moslashtirilgan filtratsiya: Har bir bemorning fiziologik holatiga mos ravishda filtrlash strategiyasini dinamik tarzda moslashtiruvchi algoritmlar (adaptive personalization).

Sensorlararo integratsiya: Turli biosignal manbalarini birlashtirib, bir vaqtning o‘zida ko‘p signal asosida umumiy filtratsiya va diagnostika qilish (multi-modal signal processing).

Bulutli va tarmoqlangan tibbiy tizimlarga integratsiya: Shovqindan tozalangan signalni masofaviy tibbiy markazlarga uzatish va sun’iy intellektga asoslangan tashxis tizimlarida foydalanish imkoniyati kengaymoqda.

Zamonaviy filtrlash usullari

An’anaviy filtrlar: Butterworth, Chebyshev va boshqalar (qisqacha ta’rif)

Raqamli filtrlar va adaptiv filtrlar: LMS (Least Mean Squares), RLS (Recursive Least Squares)

Signalni parchalariga ajratish (dekompozitsiya) usullari:

Wavelet transformatsiyasi

Empirical Mode Decomposition (EMD)

Mashina o‘rganish asosida usullar:

Neyron tarmoqlar

Autoencoder’lar

Blind Source Separation (BSS) va Independent Component Analysis (ICA)

Algoritmlarning tibbiyotda qo‘llanishi

EKG tahlilida: Shovqinlarni olib tashlash orqali yurak ritmini aniqlash

EEG tahlilida: Neyrodiagnostika va epilepsiya diagnostikasida shovqindan toza signal olish

EMG tahlilida: Mushak faoliyatini aniq o‘rganish

Misollar va tadqiqot natijalari

Muammolar va istiqbollar

Hisoblash yukining yuqoriligi

Real vaqtda ishlash masalalari

Katta hajmdagi ma’lumotni qayta ishlash

Kelajakdagi texnologiyalar va yangiliklar (sun’iy intellekt va boshqalar)

Xulosa

Biosignallarning sifatli qayta ishlanishi va shovqinlardan tozalash zamonaviy tibbiy diagnostikaning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Mazkur maqolada biosignallarda uchraydigan shovqinlar turlari, ularning manbalari hamda ularni filtrlashda qo‘llaniladigan zamonaviy algoritmlar tizimli tahlil qilindi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, klassik filtrlar oddiy shovqinlar uchun samarali bo‘lsa-da, biosignallarning murakkab va o‘zgaruvchan tabiatini hisobga olgan holda, adaptiv va sun’iy intellekt asosidagi algoritmlar yuqori

ISSN 3030-3907

samaradorlikka ega. Xususan, **wavelet transformatsiyasi**, **empirik mod dekompozitsiya (EMD)**, **independent component analysis (ICA)**, **adaptiv filtrlar (LMS, RLS)** va **neyron tarmoqlar (autoencoder, CNN)** kabi yondashuvlar turli biosignallarda signal sifati va diagnostika aniqligini sezilarli darajada yaxshilaydi.

Amaliy misollar asosida ko‘rsatib o‘tildiki, tozalangan biosignallar yordamida yurak ritm buzilishlari, epileptik faollik, mushak faoliyati kabi tibbiy holatlarni aniq aniqlash mumkin bo‘lib, bu kasalliklarni erta aniqlash va samarali davolash imkonini oshiradi.

Kelajakda filtrlash algoritmlarining real vaqt rejimida ishlovchi, shaxsga moslashtirilgan va mashina o‘rganishga asoslangan zamonaviy versiyalari nafaqat tashxis jarayonlarini avtomatlashtirish, balki masofaviy tibbiy monitoring, reabilitatsiya texnologiyalari va sun’iy intellekt asosidagi klinik qaror qabul qilish tizimlarining rivojiga ham xizmat qiladi.

Umuman olganda, biosignallarni tozalashga qaratilgan ilg‘or algoritmlarning tadqiqi va amaliy qo‘llanilishi bugungi raqamli tibbiyot uchun strategik ahamiyatga ega bo‘lib, klinik amaliyotda diagnostik aniqlik, ishonchlilik va samaradorlikni oshirishga katta hissa qo‘shadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Шалаев В. В., Рыбин С. Г. Цифровая обработка сигналов: Учебник. — М.: Горячая линия – Телеком, 2020. — 320 с.
2. Widrow B., Stearns S. D. Adaptive Signal Processing. — Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1985. — 474 p.
3. Mallat S. A Wavelet Tour of Signal Processing: The Sparse Way. — 3rd ed. — Academic Press, 2008. — 832 p.
4. Chen W., Wu Q., Li Y. Empirical mode decomposition and Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis // European Physical Journal B. — 2009. — Vol. 71, No. 4. — P. 557–565.
5. Hyvärinen A., Karhunen J., Oja E. Independent Component Analysis. — John Wiley & Sons, 2001. — 500 p.
6. Acharya U. R., Fujita H., Sudarshan V. K. et al. Application of deep convolutional neural network for automated detection of myocardial infarction using ECG signals // Information Sciences. — 2017. — Vol. 415–416. — P. 190–198.
7. Subasi A. Practical Machine Learning for Data Analysis Using Python. — Academic Press, 2020. — 534 p.
8. Гусев В. А., Калинин В. И. Биомедицинские сигналы и методы их обработки. — М.: Радио и связь, 2019. — 368 с.

ISSN 3030-3907

9. Firoozabadi M. D., Ahmadi H., Boostani R. A new fusion method based on decision tree and ICA for muscle artifact removal from EEG signals // Journal of Neuroscience Methods. — 2017. — Vol. 285. — P. 1–13.
10. Ганиев Н. И., Юлдашев А. К. Основы цифровой обработки сигналов. — Ташкент: Фан, 2021. — 276 с.

ISSN 3030-3907

JARAYONLAR SIFATINI TA’MINLASH METODOLOGIYASI, VOSITALARI VA KO‘RSATILAYOTGAN XIZMATLARNING SIFATINI TA’MINLASH KONTSEPTSIYASINI ISHLAB CHIQISH

Shertoylokova Gavxaroy Numonjon qizi

“O‘zMMI” Davlat muassasasi Andijon filiali bosh mutaxassisi, Andijon davlat texnika instituti mustaqil tadqiqotchisi

E-mail: gavharoy80shertoylokova@gmail.com

Tel: +998 97 833 52 33,

ORCID: 0000-0003-3448-6902

Annotatsiya: Mazkur maqolada zamonaviy geometrik o‘lchash vositalarini kalibrlash laboratoriyasida jarayonlar sifatini ta’minlash metodologiyasi va ko‘rsatilayotgan xizmatlarning sifatini boshqarish kontseptsiyasi ISO/IEC 17025, ISO 9001 hamda ISO 10012 xalqaro standartlari talablariga muvofiq yoritilgan. Tadqiqotda laboratoriya faoliyatining ilmiy-metodologik asoslari, ya’ni o‘lchash jarayonlarining aniqligi, metrologik kuzatuvchanlik, o‘lchash noaniqligini baholash va natijalar ishonchliligini ta’minlash masalalari tahlil qilindi. ISO/IEC 17025 standarti bo‘yicha kompetentlik va texnik talablar, ISO 9001 orqali boshqaruv va mijozga yo‘naltirilganlik tamoyillari, ISO 10012 asosida o‘lchash boshqaruvi tizimi o‘zaro integratsiyada ko‘rib chiqildi. Natijada kalibrlash xizmatlari sifatini oshirish, akkreditatsiya talablari barqarorligini mustahkamlash va xalqaro darajadagi metrologik kuzatuvchanlikni ta’minlashga xizmat qiluvchi metodologik yondashuv ishlab chiqildi. Ushbu natijalar kalibrlash laboratoriyalari uchun sifat menejmenti tizimini takomillashtirish va o‘lchash natijalarining ishonchliligini oshirish yo‘nalishida amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar. kalibrlash laboratoriyasi; ISO/IEC 17025; ISO 9001; ISO 10012; metrologik kuzatuvchanlik; o‘lchash noaniqligi; o‘lchash boshqaruvi tizimi; sifat menejmenti; laboratoriya akkreditatsiyasi; xizmat sifati; o‘lchov natijalarining ishonchliligi.

Аннотация: В данной статье рассмотрена методология обеспечения качества процессов в лаборатории калибровки современных геометрических средств измерений и концепция управления качеством предоставляемых услуг в соответствии с требованиями международных стандартов ISO/IEC 17025, ISO 9001 и ISO 10012. В исследовании проанализированы научно-методологические основы деятельности лаборатории, включая вопросы точности измерительных процессов, метрологической прослеживаемости, оценки неопределенности измерений и обеспечения достоверности результатов. Стандарт ISO/IEC 17025 рассматривает компетентность и технические требования, ISO 9001 – принципы управления и ориентацию на клиента, а ISO 10012 – систему управления измерениями, интегрированную

ISSN 3030-3907

в общую структуру. В результате разработан методологический подход, направленный на повышение качества калибровочных услуг, укрепление устойчивости требований аккредитации и обеспечение международного уровня метрологической прослеживаемости. Полученные результаты имеют практическое значение для совершенствования системы менеджмента качества калибровочных лабораторий и повышения достоверности результатов измерений.

Ключевые слова: калибровочная лаборатория; ISO/IEC 17025; ISO 9001; ISO 10012; метрологическая прослеживаемость; неопределенность измерений; система управления измерениями; менеджмент качества; аккредитация лаборатории; качество услуг; достоверность результатов измерений.

Abstract: This article discusses the methodology for ensuring process quality in the calibration laboratory of modern geometric measuring instruments and the concept of managing the quality of provided services in accordance with the requirements of ISO/IEC 17025, ISO 9001, and ISO 10012 international standards. The study analyzes the scientific and methodological foundations of laboratory activities, including measurement accuracy, metrological traceability, measurement uncertainty evaluation, and the reliability of results. The ISO/IEC 17025 standard defines competence and technical requirements; ISO 9001 focuses on management principles and customer orientation; and ISO 10012 establishes the measurement management system integrated into a unified framework. As a result, a methodological approach was developed to improve calibration service quality, strengthen the stability of accreditation requirements, and ensure international-level metrological traceability. These results have practical significance for improving the quality management systems of calibration laboratories and enhancing the reliability of measurement results.

Keywords: calibration laboratory; ISO/IEC 17025; ISO 9001; ISO 10012; metrological traceability; measurement uncertainty; measurement management system; quality management; laboratory accreditation; service quality; reliability of measurement results.

Kirish

O‘zbekiston Respublikasida metrologiya, sinov/kalibrlash laboratoriyalari va akkreditatsiya tizimini xalqaro talablarga mos modernizatsiya qilish ketma-ket hujjatlar bilan mustahkamlanmoqda. 2020-yil 7-aprelda qabul qilingan “Metrologiya to‘g‘risida”gi Qonun (O‘RQ-614) metrologik kuzatuvchanlikni ta’minlash [1], o‘lchash vositalarini tekshirish/kalibrlash va ushbu faoliyatni yurituvchi subyektlarning javobgarligi hamda tartibini belgilab berdi. 2023-yil 27-fevraldagi “Muvofiqlikni baholash organlarini akkreditatsiya qilish to‘g‘risida”gi

ISSN 3030-3907

Qonun (O‘RQ-820) esa sinov va kalibrlash laboratoriyalari faoliyatini tan olish (akkreditatsiya) tartibini aniq me’yorlar bilan mustahkamladi [2].

Sohaga oid muhim siyosiy qarorlar qatorida 2021-yil 2-iyundagi Prezident Farmoni PF-6240 alohida ahamiyatga ega [3]: ushbu hujjat texnik jihatdan tartibga solish sohasida davlat boshqaruvini tubdan takomillashtirishni, “O‘zstandart” agentligini qayta tashkil etib Texnik jihatdan tartibga solish agentligini shakllantirishni belgiladi. Shu kuni qabul qilingan Prezident Qarori PQ-5133 esa standartlashtirish, metrologiya, muvofiqlikni baholash va akkreditatsiya bo‘yicha asosiy indikatorlar hamda amaliy topshiriqlarni (jumladan, soha bo‘yicha yillik ko‘rsatkichlarni tasdiqlash va monitoring mexanizmlarini) belgilab berdi [4].

Mazkur me’yoriy-huquqiy asoslar laboratoriyalar uchun ISO/IEC 17025, ISO 9001 va ISO 10012 talablariga muvofiq boshqaruvni joriy etishni, o‘lchash jarayonlarida metrologik kuzatuvchanlik va noaniqlikni boshqarishni kuchaytirishni, hamda akkreditatsiya barqarorligini ta’minlashni talab etadi [5-7]. Shu nuqtayi nazardan, ushbu maqola zamonaviy geometrik o‘lchash vositalarini kalibrlash laboratoriyasi misolida jarayonlar sifatini ta’minlash metodologiyasi va ko‘rsatilayotgan xizmatlar sifatini boshqarish kontseptsiyasini amaldagi qonunlar va 2021-yil 2-iyundagi normativ hujjatlar asosida ishlab chiqiladi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Kalibrlash laboratoriyalarida jarayonlar va xizmatlar sifatini ta’minlash masalasi, asosan, uch tayanch manbaga tayanadi: ISO/IEC 17025, ISO 9001 va ISO 10012. ISO/IEC 17025 laboratoriyalar kompetentligini ko‘rsatish, texnik va menejment talablarini uyg‘un bajarish hamda natijalar ishonchliligini ta’minlash uchun asos bo‘lib xizmat qiladi; ISO rasmiy sharhiga ko‘ra, u laboratoriyalarni milliy va xalqaro miqyosda ishonchli natija berishga yo‘naltiradi. ISO/IEC 17025 talablari amaliy qo‘llanmada ham keng yoritilgan: da Silva va hammualliflar ushbu standartni laboratoriya ishlarini yo‘lga qo‘yishda amaliy “yo‘l-yo‘riq” sifatida talqin qilib [16], usullar validatsiyasi va boshqaruv elementlarini integratsiyalash tajribalarini keltiradi. Shuningdek, Krismastuti va boshqlar [17] laboratoriya resurslari (kadrlar, infratuzilma, uskunalar) bo‘yicha talablarni bajarish mexanizmlarini tahlil qilib, ISO/IEC 17025 talablarining amaliy tatbiqi uchun muhim ko‘rsatmalar beradi.

ISO 10012 o‘lchash boshqaruvi tizimining (o‘lchash jarayonlarini rejalashtirish, asboblarni metrologik tasdiqlash va qayta kalibrlash oralig‘ini belgilash) “tayanch karkasi”ni belgilaydi va ISO/IEC 17025 bilan birga qo‘llanganda laboratoriya natijalarining yaxlit boshqaruvini ta’minlaydi. Bu tizimning markazida o‘lchash noaniqligi va metrologik kuzatuvchanlik turadi; noaniqlikni ifodalash bo‘yicha klassik manba — JCGM 100 (GUM) laboratoriya hisobotlarida noaniqlik byudjetini tuzish [8], komponentlarni modellashtirish va

ISSN 3030-3907

kengaytirilgan noaniqlikni hisoblash tartiblarini aniqlab beradi. GUM to‘plami 2023-yilgi yangilanishlar bilan ham boyitilib, o‘lchash noaniqligini ifodalashga doir qo‘shimcha yo‘riqnomalar majmuini taklif etadi. Mazkur metodologiya SI Broshyura (9-nashr, BIPM) bilan uyg‘un qo‘llanadi [14]; unda birliklar ta’riflarining yangilangan konsepsiyasi laboratoriya natijalarini SI birliklariga “bog‘lash” (ya’ni kuzatuvchanlik zanjirini to‘liq ko‘rsatish) uchun zarur konseptual asosni beradi.

Akkreditatsiya amaliyotida noaniqlikni keltirish bo‘yicha yagona siyosiy talablarni ILAC P14 hujjati belgilaydi: u kalibrlash sertifikatlarida noaniqlik ifodasi, CMC (Calibration and Measurement Capability) bilan uyg‘unlik va GUMga tayanuvchi talablarga aniqlik kiritadi. CMC va mijoz ishonchi o‘rtasidagi bog‘liqlikni Beckert va hammualliflar [19] Metrologiya kongressidagi maqolada tahlil qilib, akkreditatsiya doirasida e’lon qilinadigan qobiliyat yozuvlari (scope) mijoz qarorlariga qanday ta’sir qilishini ko‘rsatadi.

Laboratoriyalararo moslik va natijalarning barqarorligini tekshirishda o‘zaro taqqoslashlar (ILC/PT) hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Galliana va Lanzillotti (INRIM) [22] tomonidan taqdim etilgan ishda yuqori aniqlikli ko‘p funksiyali elektr kalibrator bo‘yicha milliy institut va ikkilamchi laboratoriya o‘rtasida keng qamrovli taqqoslash o‘tkazilib, moslik va bog‘liq noaniqlik komponentlari tahlil qilinadi; bu yondashuv kalibrlash natijalarining laboratoriyalararo barqarorligini isbotlash instrumenti ekanini ko‘rsatadi. ISO/IEC 17025 akkreditatsiyasini joriy etishning bosqichlari va muammolari esa Outaki va hammualliflar [18] tomonidan Marokashdagi tahlil markazi misolida amaliy ravishda yoritilgan: maqolada siyosiy-me’yoriy talablar, jarayon xaritalari, ichki auditlar va takomillashtirish sikli orqali akkreditatsiyaga chiqish yo‘li ko‘rsatiladi. Farfán-Vargas va hammualliflarning [21] tizimli sharhi esa ISO 17025 ni turli mintaqalarda joriy etishdagi muvaffaqiyat omillari va to‘siqlarini sintez qilib, metrologik ta’minot va boshqaruv mexanizmlarini kuchaytirish zarurligini ta’kidlaydi.

So‘nggi yillarda kalibrlash jarayonlarini raqamlashtirish — jumladan, raqamli sertifikatlash va partiyaviy (batch) kalibrlash — ish unumdorligi va yo‘l qo‘yilgan noaniqliklarni boshqarish sifatini oshirishga xizmat qilmoqda. Pérez-Sanz va hammualliflar [20] partiyaviy kalibrlashni dasturiy qo‘llab-quvvatlash orqali bir vaqtning o‘zida ko‘p qurilmani kalibrlash imkonini, nazorat punktlari va natijalar boshqaruvini optimallashtirishni ko‘rsatadi. Yevropa loyihalari doirasida raqamli kalibrlash sertifikati (DCC) va sifat ko‘rsatkichlari (QoX) bo‘yicha ishlanmalar ham kengaymoqda, bu esa natijalarni almashish va verifikatsiyani yengillashtiradi.

Mavjud ilmiy manbalar shuni ko‘rsatadiki, kalibrlash laboratoriyasida jarayon va xizmat sifatini oshirish standartlar triadasi (ISO/IEC 17025 – ISO 9001

ISSN 3030-3907

– ISO 10012)ni uyg‘un qo‘llash, GUM metodologiyasi asosida noaniqlikni izchil ifodalash, ILAC P14 talablariga muvofiq hisobot berish, CMC ni to‘g‘ri talqin qilish va ILC/PT orqali doimiy tekshiruvlar o‘tkazish bilan ta’minlanadi. Raqamlashtirish yondashuvlari esa bu tizimni tezkor, shaffof va hisobdor holga keltiradi.

Tadqiqot metodologiyasi

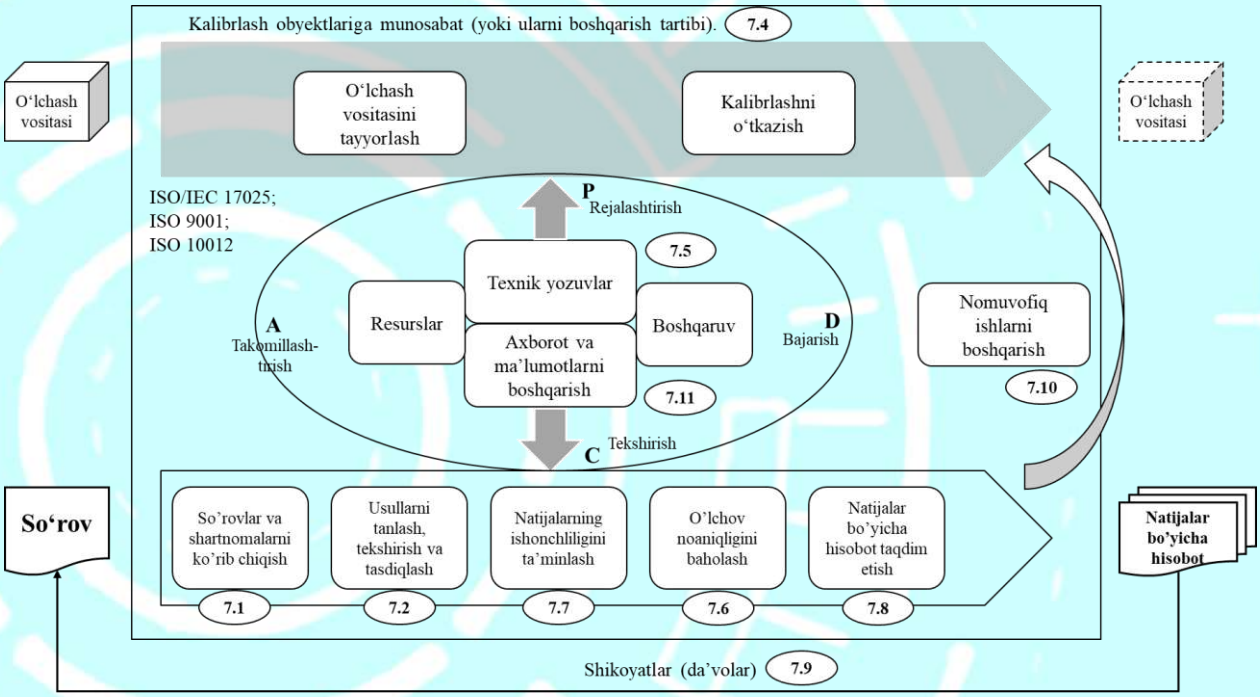
Tadqiqot amaliy-normativ yo‘nalishda olib borildi va zamonaviy geometrik o‘lchash vositalarini kalibrlash laboratoriyasida jarayon hamda xizmat sifatini ISO/IEC 17025, ISO 9001 va ISO 10012 talablariga muvofiq boshqarish modelini ishlab chiqishga qaratildi. Avvalo jarayonlar “kirish–chiqish” mantiqda xaritalandi, mas’ullar, resurslar, muhit talablari va nazorat nuqtalari hujjatlashtirildi. Tanlangan o‘lchash usullari laboratoriya sharoitida tasdiqlandi: takrorlanuvchanlik, qayta ishlab chiqaruvchanlik, to‘g‘rilik, chiziqlilik va diapazon baholandi. O‘lchash noaniqligi “o‘lchash noaniqligini ifodalash bo‘yicha yo‘riqnoma”ga tayangan holda modellandi: komponentlar aniqlanib, birlashtirilgan va qamrov koeffitsiyenti bilan kengaytirilgan noaniqlik hisoblandi, byudjet jadvali hisobotga kiritildi. Metrologik kuzatuvchanlik zanjiri ishchi asbob → laboratoriya etaloni → milliy etalon yo‘nalishida amaldagi sertifikatlar va muddatlar bilan tekshirildi. Ichki nazorat (nazorat o‘lchovlari, ichki audit, tahliliy yig‘ilish) va tashqi baholash (laboratoriyalararo taqqoslash) orqali moslik tekshirildi. Xizmat sifati uchun ko‘rsatkichlar (mijoz qoniqishi, muddat intizomi, shikoyatlar) belgilandi.

Tahlil va natijalar

Maqolada kalibrlash laboratoriyasi uchun yagona boshqaruv modelini taklif etadi. Model ISO/IEC 17025 (texnik kompetentlik), ISO 9001 (jarayonlarga yondashuv va boshqaruv) hamda ISO 10012 (o‘lchash boshqaruvi) talablari uyg‘unligiga tayanadi va barcha ishlarni “PDCA” sikli bo‘yicha tashkil etadi (1-rasm).

Kalibrlash laboratoriyasida boshqaruvning markaziy tamoyili — jarayonlarga yondashuv bo‘lib, barcha ishlar “PDCA” mantiqiy sikli bo‘yicha uzviy tashkil etiladi. Jarayonlar xaritasida asosiy oqim quyidagicha ketma-ketlikda aniqlanadi: buyurtmani va talablarni qabul qilish → o‘lchov asbobini identifikatsiya qilish va tayyorlash → kalibrlash/o‘lchashni bajarish → ma’lumotlarni qayta ishlash va o‘lchash noaniqligini hisoblash → hisobot va sertifikatni tayyorlash → natijani belgilangan muddatda mijozga topshirish. Har bir bosqich uchun , mas’ul shaxs, qo‘llaniladigan usul va uskunalar, atrof-muhit talablari hamda nazorat nuqtalari oldindan belgilab, hujjatlashtiriladi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Kalibrlash laboratoriyasining jarayonga yondashuv asosidagi boshqaruv modeli

Boshqaruv modeli uch tayanch standart talablarini uyg‘unlashtiradi. ISO/IEC 17025 talablariga muvofiq laboratoriya xolislikni ta’minlaydi, usullarni tanlash va tasdiqlashni o‘tkazadi, xodimlar kompetensiyasini boshqaradi, o‘lchash natijalarini texnik jihatdan asoslaydi. ISO 9001 bo‘yicha jarayonlarga yondashuv, mijozga yo‘naltirilganlik, hujjatlar va yozuvlar boshqaruvi, ichki audit va rahbariyat tahlili yo‘lga qo‘yiladi. ISO 10012 esa o‘lchash boshqaruvi tizimini tartibga solib, asbob-uskunalarning metrologik holatini nazorat qiladi, metrologik kuzatuvchanlik zanjirini hujjatlar bilan isbotlashni talab qiladi va qayta kalibrlash oralig‘ini asoslash tartibini belgilaydi (1-jadval).

1-jadval

Jarayon–talablar mosligi (ISO/IEC 17025, ISO 9001, ISO 10012 bandlari)

№	Jarayon bosqichi	ISO/IEC 17025:2017 bandi va mazmuni	ISO 9001:2015 bandi va mazmuni	ISO 10012 bandi va mazmuni
1	Talablarni ko‘rib chiqish (buyurtma/ shartnoma)	**7.1** – So‘rovnomalar, takliflar va shartnomalarni ko‘rib chiqish	**8.2.2–8.2.3** – Mijoz talablari va ularni ko‘rib chiqish	**5** – Boshqaruvning mas’uliyati va rejalashtirish
2	Xolislik va maxfiylik	**4.1–4.2** – Xolislikni ta’minlash, maxfiylik majburiyatlari	**5** – Liderlik va majburiyat; **7.5** – Hujjatlangan axborot	**5** – Boshqaruv mas’uliyati (axloqiy talablar)

ISSN 3030-3907

3	Xodimlar kompetensiyasi	**6.2** – Xodimlar malakasi va vakolatlari	**7.2** – Kompetensiyani boshqarish	**5.2** – Inson resurslari talablari
4	Infratuzilma va ish muhiti	**6.3** – Inshootlar va atrof-muhit sharoitlari	**7.1.3–7.1.4** – Infratuzilma va ish muhiti	**5.3–5.4** – Infratuzilma hamda ish muhiti
5	O‘lchov uskunalarini boshqarish	**6.4** – Uskunalar va ularni nazorat qilish	**7.1.5** – Kuzatuv va o‘lchash resurslarini boshqarish	**7** – Metrologik tasdiqlash va o‘lchash jarayonlari
6	**Metrologik kuzatuvchanlik**	**6.5** – Metrologik kuzatuvchanlikni ta’minlash	**7.1.5.2** – O‘lchash natijalarining kuzatuvchanligi	**7** – Metrologik tasdiqlash talablari
7	Tashqi ta’minot (etalonga xizmatlar, kalibrlash)	**6.6** – Tashqi ko‘rsatiladigan mahsulot va xizmatlarni boshqarish	**8.4** – Tashqi ta’minotni boshqarish	**6–7** – Resurslar va metrologik tasdiqlash
8	Usullarni tanlash va tasdiqlash	**7.2** – Usullarni tanlash, tekshirish va tasdiqlash	**8.1, 8.5.1** – Operatsion boshqaruv, jarayonlarni boshqarish	**7** – O‘lchash jarayonlarini boshqarish
9	Kalibrlash buyumini qabul qilish va muhofaza	**7.4** – Buyumlarni qabul qilish, identifikatsiya va saqlash	**8.5.2–8.5.3** – Identifikatsiya va mijoz mulkini himoya qilish	**6–7** – Jarayon va resurs talablari
10	Texnik yozuvlar	**7.5** – Texnik yozuvlarni yuritish	**7.5** – Hujjatlangan axborotni boshqarish	**6.2** – Axborot va yozuvlar resursi
11	O‘lchash noaniqligini baholash	**7.6** – Noaniqlikni baholash	**7.1.5, 9.1** – O‘lchash resurslari; monitoring va tahlil	**7** – O‘lchash jarayonlarida noaniqlikni boshqarish

ISSN 3030-3907

12	Natijalarning haqiqiyligini ta’minlash	**7.7** – Ichki nazorat va tekshiruvlar	**9.1** – Monitoring, tahlil va baholash	**8** – Tahlil qilish va takomillashtirish
13	Natijalarni hisobot qilish (sertifikat)	**7.8** – Natijalarni rasmiylashtirish va berish	**8.6, 7.5** – Chiqarish va hujjatlashtirish talablari	**7** – O‘lchash natijalarini qayd etish va saqlash
14	Shikoyatlarni ko‘rib chiqish	**7.9** – Shikoyatlar bilan ishlash tartibi	**9.1.2, 10.2** – Mijoz fikri va nomuvofiqliklarni bartaraf etish	**8** – Takomillashtirish ishlari
15	Nomuvofiq ishni boshqarish	**7.10** – Nomuvofiq ishlarni boshqarish	**8.7, 10.2** – Nomuvofiqlik va tuzatish choralari	**8** – Tahlil va tuzatish
16	Ma’lumotlar va axborotni boshqarish	**7.11** – Ma’lumotlar/axborotni boshqarish (AKT)	**7.5** – Hujjatlangan axborot	**6.2** – Axborot resurslari
17	Ichki audit	**8.8** – Ichki auditlarni o‘tkazish	**9.2** – Ichki audit	**8** – Tahlil va takomillashtirish
18	Rahbariyat tahlili	**8.9** – Rahbariyat tomonidan tahlil	**9.3** – Rahbariyat tahlili	**8** – Tahlil va takomillashtirish

Jarayonlar talab → amaliyot → dalil zanjiri asosida yuritiladi: masalan, kalibrlashni bajarish bosqichida talab — validatsiyadan o‘tgan usul va yaroqli uskuna; amaliyot — usul bo‘yicha ish tartib-qoidalarini bajarish va muhit parametrlarini barqaror ushlab turish; dalil — nazorat o‘lchovlari, atrof-muhit kundaligi, asbob pasporti va amal qiluvchi kalibrlash sertifikatlari. Metrologik kuzatuvchanlik ishchi asbob → laboratoriya etaloni → milliy etalon yo‘nalishidagi uzluksiz bog‘lanish bilan ko‘rsatiladi; sertifikatlardagi noaniqliklar va amal qilish muddatlari alohida reyestrda yuritiladi.

Boshqaruv siklining “Tekshir” bosqichida ko‘rsatkichlar tizimi qo‘llanadi: muddatga rioya ulushi, hisobotlarda tuzatishlar ulushi, qayta ishlar ulushi, mijoz qoniqishi balli, shuningdek texnik ko‘rsatkichlar — takrorlanuvchanlik, qayta ishlab chiqaruvchanlik va kengaytirilgan noaniqlik. Ichki audit natijalari va laboratoriyalararo taqqoslashlar xulosalari rahbariyat tahlilida ko‘rib chiqilib, “Takomillashtir” bosqichida tuzatish choralari, profilaktik choralar, hujjatlarni yangilash va malaka oshirish rejalari bilan yopiladi. Shu tariqa, jarayonlarga asoslangan boshqaruv modeli texnik kompetentlikni, metrologik kuzatuvchanlikni va xizmat sifati barqarorligini bir butun tizim sifatida kafolatlaydi.

ISSN 3030-3907

Texnik kompetentlikni ta’minlash uchun usullar tanlanadi va laboratoriya sharoitida tasdiqlanadi: takrorlanuvchanlik, qayta ishlab chiqaruvchanlik, to‘g‘rilik (og‘ish), chiziqlilik va diapazon bo‘yicha mezonlar qo‘yilib, protokollar bilan rasmiylashtiriladi. Uskunalar hayotiy sikli (tanlash–qabul–kalibrlash–foydalanish–xizmat–chiqarish) boshqariladi; qayta kalibrlash oralig‘i ish sharoiti va barqarorlikka tayangan holda asoslanadi. Metrologik kuzatuvchanlik ishchi asbob → laboratoriya etaloni → milliy etalon yo‘nalishida uzluksiz va hujjatlashtirilgan kalibrlash zanjiri orqali isbotlanadi; amal qiluvchi sertifikatlar va ularning noaniqlik ko‘rsatkichlari reyestrda yuritiladi.

O‘lchash noaniqligi GUM metodologiyasi asosida baholanadi: o‘lchash modeli tuzilib, A-tur (statistik) va B-tur (sertifikat, rezolyutsiya, muhit va b.) manbalari ajratiladi; birlashtirilgan noaniqlik va qamrov koeffitsiyenti $k$bilan kengaytirilgan noaniqlik hisoblanadi; noaniqlik byudjeti jadval ko‘rinishida sertifikatga kiritiladi. Ma’lumotlar va hisob-kitoblarni boshqarishda tasdiqlangan shablonlar va verifikatsiyadan o‘tgan kalkulyatorlardan foydalaniladi, versiyalar nazorat qilinadi.

Natijalarning haqiqiyligini ta’minlash uchun ichki nazorat tizimi yo‘lga qo‘yiladi: nazorat o‘lchovlari, qayta o‘lchashlar va nazorat diagrammalari bilan jarayon barqarorligi kuzatiladi; ichki auditlar reja asosida o‘tkaziladi. Tashqi baholash sifatida laboratoriyalararo taqqoslashlar (PT/ILC)da ishtirok etilib, tafovutlar me’yorlardan oshsa, sabab–ta’sir tahlili asosida tuzatish choralari belgilanadi. Xodimlar kompetensiyasi malaka matritsasi orqali boshqariladi: usul va uskuna bo‘yicha ruxsat darajalari, attestatsiya va qayta attestatsiya muddatlari aniq qoidalarga muvofiq yuritiladi.

Ko‘rsatilayotgan xizmatlar sifatini ta’minlash kontseptsiyasi mijozga yo‘naltirilgan boshqaruvga tayangan. Shartnoma/so‘rovlarni ko‘rib chiqishda talablar aniqligi, texnik moslik va muddat intizomi baholanadi; ishlash davomida aloqa kanallari (savol-javob, oraliq xabarnomalar) ochiq yuritiladi. Sertifikatda majburiy elementlar — asbob identifikatsiyasi, qo‘llangan usul, o‘lchash sharoitlari, natijalar, metrologik kuzatuvchanlik bayonoti, kengaytirilgan noaniqlik va k— to‘liq beriladi; kerak bo‘lsa, muvofiqlik bayonoti oldindan belgilangan “qaror qoidasi”ga muvofiq taqdim etiladi. Xizmat sifati monitoringi uchun asosiy ko‘rsatkichlar belgilanadi: mijoz qoniqishi (%), o‘z vaqtida topshirish (%), shikoyatlar soni, qayta ishlar ulushi; chorak yakunida tahlil qilinib, rahbariyat tahlilida muhokama qilinadi.

Yakuniy bosqichda takomillashtirish choralari rejalashtiriladi: jarayon pasportlari va ish tartib-qoidalarini yangilash, qayta kalibrlash rejalarini optimallashtirish, trening va ko‘nikmalarni oshirish, ma’lumotlar oqimini soddalashtirish. Shu tariqa ishlab chiqilgan metodologiya, aniq vositalar va

ISSN 3030-3907

xizmatlar sifati kontseptsiyasi birgalikda laboratoriya natijalarining ishonchliligini, metrologik kuzatuvchanlikni va mijozga yetkaziladigan qiymatning barqarorligini kafolatlaydi.

Xulosa

Ushbu tadqiqot natijasida kalibrlash laboratoriyasida jarayonlar sifatini ta’minlash va ko‘rsatilayotgan xizmatlar sifatini boshqarish uchun yagona, amaliyotga yo‘naltirilgan model ishlab chiqildi. Model ISO/IEC 17025ning texnik kompetentlik talablari, ISO 9001ning jarayonlarga yondashuvi va rahbariyat tahlili tamoyillari hamda ISO 10012ning o‘lchash boshqaruvi talablarini bir butun tizimda uyg‘unlashtiradi. Jarayonlar “PDCA” sikli asosida xaritalanib, har bir bosqich uchun kirish–chiqish, mas’ullar, resurslar, muhit talablari va nazorat nuqtalari hujjatlashtirildi. O‘lchash noaniqligi GUM metodologiyasiga tayangan holda izchil hisoblandi, metrologik kuzatuvchanlik esa ishchi asbob → laboratoriya etaloni → milliy etalon zanjiri orqali hujjatlar bilan isbotlandi.

Tadqiqot ko‘rsatdiki, usullarni laboratoriya sharoitida tasdiqlash (takrorlanuvchanlik, qayta ishlab chiqaruvchanlik, chiziqlilik va b.), uskunalar hayotiy siklini boshqarish va qayta kalibrlash oralig‘ini riskka tayangan asosda belgilash natijalarning ishonchliligini oshiradi. Ichki nazorat (nazorat o‘lchovlari, ichki audit, tahliliy yig‘ilish) va tashqi baholash (laboratoriyalararo taqqoslashlar) orqali natijalar haqiqiyligi tekshirilib, aniqlangan nomuvofiqliklar uchun tuzatish choralari yo‘lga qo‘yildi. Xizmat sifati bo‘yicha ko‘rsatkichlar (o‘z vaqtida topshirish, mijoz qoniqishi, shikoyatlar, qayta ishlar) muntazam monitoring qilinib, boshqaruv qarorlari bilan yopildi.

Umuman olganda, ishlab chiqilgan yondashuv laboratoriya boshqaruvini standartlarga moslashtiradi, texnik kompetentlikni mustahkamlaydi, metrologik kuzatuvchanlikni kafolatlaydi va mijozga yetkaziladigan qiymatni oshiradi. Bu yondashuv akkreditatsiya barqarorligini ta’minlash, sertifikat mazmunining shaffofligini kuchaytirish va laboratoriya raqobatbardoshligini ilgari surishda muhim instrument bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasining “Metrologiya to‘g‘risida”gi Qonuni. O‘RQ-614, 2020-yil 7-aprel. — Toshkent: 2020.
2. O‘zbekiston Respublikasining “Muvofiqlikni baholash organlarini akkreditatsiya qilish to‘g‘risida”gi Qonuni. O‘RQ-820, 2023-yil 27-fevral. — Toshkent: 2023.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni. PF-6240 “Texnik jihatdan tartibga solish sohasida davlat boshqaruvini tubdan takomillashtirish to‘g‘risida”, 2021-yil 2-iyun. — Toshkent: 2021.

ISSN 3030-3907

4. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining qarori. 2019-yil 24-aprel, 349-son. Muvofiqlikni baholash organlarini akkreditatsiyadan o‘tkazish sohasidagi ishlarni takomillashtirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida. — Toshkent: 2019.
5. ISO/IEC 17025:2017. Sinov va kalibrlash laboratoriyalarining kompetentligiga qo‘yiladigan umumiy talablar. — Jeneva: ISO/IEC, 2017.
6. ISO 9001:2015. Sifat menejmenti tizimlari — Talablar. — Jeneva: ISO, 2015.
7. ISO 10012:2003. O‘lchash boshqaruvi tizimlari — O‘lchash jarayonlari va o‘lchov asboblariga talablar. — Jeneva: ISO, 2003.
8. JCGM 100:2008 (GUM). O‘lchash ma’lumotlarini baholash — O‘lchash noaniqligini ifodalash bo‘yicha qo‘llanma. — Sèvres: BIPM/JCGM, 2008.
9. JCGM 200:2012 (VIM). Metrologiyaning xalqaro lug‘ati — Asosiy va umumiy tushunchalar hamda bog‘liq atamalar. — Sèvres: BIPM/JCGM, 2012.
10. JCGM 106:2012. O‘lchash ma’lumotlarini baholash — Muvofiqlikni baholashda o‘lchash noaniqligining o‘rni. — Sèvres: BIPM/JCGM, 2012.
11. ILAC P14:09/2020. Kalibrlashda o‘lchash noaniqligi bo‘yicha ILAC siyosati. — Sidney: ILAC, 2020.
12. ILAC G8:09/2019. Qaror qoidalari va muvofiqlik bo‘yicha bayonotlar uchun yo‘riqnoma. — Sidney: ILAC, 2019.
13. EA-4/02 M:2022. Kalibrlashda o‘lchash noaniqligini baholash. — Parij: European co-operation for Accreditation, 2022.
14. BIPM. Xalqaro birliklar tizimi (SI). 9-nashr. — Sèvres: BIPM, 2019.
15. NIST SP 330-2019. The International System of Units (SI). — Gaithersburg, MD: NIST, 2019.
16. J.A.T.da Silva, (2021). The ISO/IEC 17025:2017 Quality Standard as a Guideline for Routine Biomedical Research Laboratories? J. Korean Med. Sci. (PMC).
17. Krismastuti, F.S.H., et al. (2022). Complying with the resource requirements of ISO/IEC 17025:2017. J. Lab. Precis. Med. (PMC).
18. Outaki, S., et al. (2024). Quality approach towards ISO/IEC 17025 accreditation at the Marrakech Human Research Center. Int. J. Metrology and Quality Engineering. doi:10.1051/ijmqe/2024019.
19. Beckert, B.A., et al. (2019). Calibration and Measurement Capability (CMC) and Customer Metrology Requirements: How much can a lab claim? 19-th Int. Metrology Congress.
20. Pérez-Sanz, J.M., et al. (2024). Digitalization of a calibration laboratory: Batch calibration of thread gauges. Measurement (ScienceDirect).
21. Farfán-Vargas, H. M.; Espinoza-Morriberon, D.; Moya-Salazar, M. M.; Contreras-Pulache, H.; Moya-Salazar, J. Systematic review on the implementation

ISSN 3030-3907

of metrological assurance systems for medical devices in Latin America // Frontiers in Medicine. — 2024. — Vol. 11. — Art. 1281199. — DOI: 10.3389/fmed.2024.1281199.

22. Galliana, F.; Lanzillotti, M. Accurate comparison between INRIM and a secondary calibration laboratory using a top-class multifunction electrical calibrator // Measurement. — 2017. — T. 103. — B. 353–360. — DOI: 10.1016/j.measurement.2017.02.052.

ISSN 3030-3907

УДК: 7642:(666.9.045; 666)

ОЦЕНКА СЫРЬЕВОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Нажимова Сарбиназ Караматдиновна
Базовый докторант, Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан
Абылова Амина Жанабаевна
д.ф.т.н. (PhD), Заведующая лабораторией «Химия», Каракалпакского научно-исследовательского института естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан
Ниязымбетова Салтанат Аллияровна
Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан соискатель
ORCID: 0009-0002-0919-828X

Аннотация. Для изучения свойств местных сырьевых материалов, предназначенных для получения гидравлических вяжущих, были исследованы известняк, глина и отходы содового производства (ОСП). В статье представлена комплексная оценка природных и техногенных материалов, характерных для условий Республики Каракалпакстан, эти компоненты рассматриваются как предполагаемая сырьевая база для разработки эффективных гидравлических вяжущих веществ: известняк — как источник CaO, глина — как пуццоланово-активная добавка, а отход содового производства — как щелочной активатор. В работе использован комплекс физико-химических методов исследования, включающий рентгенофазовый анализ (XRD), ДТА (дифференциальный термический анализ) и ИК-спектроскопию и сканирующую электронную микроскопию (СЭМ). Полученные результаты служат научным обоснованием технологической пригодности исследованных материалов, а также позволяют оценить возможности их применения в производстве гидравлических вяжущих веществ.

Ключевые слова: гидравлические вяжущие вещества, известняк, глина, содовый отход, портландцемент, природные и техногенные материалы.

Аннотация. Гидравлик боғловчи моддаларни ишлаб чиқаришда қўлланилиши мумкин бўлган маҳаллий хомашё материалларининг хусусиятларини ўрганиш мақсадида известняк, глина ва сода саноати

чиқиндилари (ССЧ) тадқиқ этилди. Мазкур мақолада Қорақалпоғистон Республикаси шароитига хос бўлган табиий ва техноген материалларнинг комплекс баҳолаш натийжалари келтирилган. Ушбу материаллар гидравлик боғловчи моддалар учун эҳтимолий хомашё базаси сифатида кўриб чиқилади: оҳактош— CaO манбаи сифатида, глина — пуццолан фаол қўшимча сифатида, сода саноати чиқиндилари — ишқорий активатор сифатида. Ушбу ишда физик-кимёвий тадқиқот усуллари мажмуаси қўлланилди, жумладан рентгенфазавий таҳлил (XRD), дифференциал термик таҳлил (DTA), инфрақизил (ИК) спектроскопия ва сканерловчи электрон микроскопия (SEM). Олинган натижалар тадқиқ қилинган материалларнинг технологик яроқлилигини илмий асослашга ҳамда уларнинг гидравлик боғловчи моддалар ишлаб чиқаришда қўлланиш имкониятларини баҳолашга хизмат қилади.

Калит сўзлар: гидравлик боғловчи моддалар, оҳактош, глина, сода ишлаб чиқариш чиқиндиси, портландцемент, табиий ва техноген материаллар.

Abstract. To study the properties of local raw materials intended for obtaining hydraulic binders, limestone, clay, and soda production (SOD) waste were studied. The article presents a comprehensive assessment of natural and technogenic materials characteristic of the conditions of the Republic of Karakalpakstan, considering these components as a potential raw material base for the development of effective hydraulic binders: limestone as a source of CaO, clay as a putzolan-active additive, and soda production waste as an alkaline activator. A complex of physicochemical research methods was used in this work, including X-ray diffraction analysis (XRD), differential thermal analysis (DTA), infrared (IR) spectroscopy, and scanning electron microscopy (SEM). The obtained results provide a scientific basis for the technological suitability of the studied materials and make it possible to assess their potential for use in the production of hydraulic binders.

Keywords: hydraulic binders, limestone, clay, soda waste, Portland cement, natural and technogenic materials

Введение

Растущие темпы строительства жилищных и промышленных объектов в республике Каракалпакстан приводят к потреблению огромного количества материалов, изделий и конструкций, изготовляемых из сырья минерального происхождения. Для успешного использования техногенно-минеральных отходов требуется разработка научно обоснованных инновационных решений по созданию ресурсных и энергосберегающих технологий производства качественных строительных материалов. На сегодняшний день наиболее востребованным материалом в строительной промышленности

ISSN 3030-3907

являются портландцемент и его разновидности при строительстве зданий и сооружений.

В научных литературах подтверждается эффективность использования отходов промышленности, глин и известняков местного происхождения в составе вяжущих материалов. Например, как показали исследования Юнусова и др. [1] термогравиметрическое поведение содовых отходов, Кенжаев и Мирзакулов [2] провели ДТА-анализ каолиновых глин Узбекистана, в то же время работы Vogler и соавт.[3], а также Scrivener и др.[4] на международном уровне демонстрируют значимость термического анализа в исследовании цементных систем и карбонатных материалов.

Согласно обзору Portland Cement Association, молотый известняк ускоряет гидратацию цемента, способствует образованию карбоалюминатов и уплотнению структуры цементного камня. При содержании до 15 % он обеспечивает быстрый набор прочности и позволяет снизить выбросы CO_2 за счёт сокращения доли клинкера. [5]

Целью данной работы является исследование химико-минералогического состава местных сырьевых ресурсов для предположение возможности получения в производстве гидравлических вяжущих материалов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. С целью изучения сырьевых материалов и разработки новых составов клинкерных наполнителей в качестве основных сырьевых компонентов исследовались извесняк «Джамансайского» месторождения и глина «Белтауского» месторождения, а также использовали как модифицирующую добавку отход содового производства ООО «Кунградский содовой завод».

В работе использован комплекс физико-химических методов исследования, включающий рентгенофазовый анализ (XRD), ДТА (дифференциальный термический анализ) и ИК-спектроскопию и сканирующую электронную микроскопию (СЭМ) [6-9]. Дифференциально-термический анализ (ДТА) и термогравиметрический анализ (ТГА) проводились на анализаторе STA PT-1600 Германия в диапазоне температур от 30 °C до 1000 °C при скорости нагрева 10 °C/мин.

Все методы направлены на комплексную оценку термической стабильности, реакционной способности и совместимости сырьевых компонентов для разработки устойчивых цементных систем. Эти методы анализов являются универсальными и к настоящему времени более современными методами исследования составов твердых материалов. По результатам исследований отмечена достаточная чистота образцов исследуемых минералов и их пригодность для использования в производстве

ISSN 3030-3907

вяжущих строительных материалов.

Основная задача изучить возможности получения гидравлических вяжущих веществ с использованием природного и техногенного сырья на территории республики Каракалпакстан и определить формирование их гидратационную структуру на основе химического состава.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. По результатам проведенных анализов выявлены некоторые предположение и научные выводы касательные к основным компонентом изучаемых материалов. Химический анализ исследуемых минералов был выполнен в соответствии с требованиями ГОСТ 5382-2019 Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа. [6]. Результаты анализа представлены в табл.1.

Известняк почти полностью состоит из кальция CaO около 95 %. Такое содержание говорит о его высокой чистоте и подтверждается большим количеством выделяющегося CO_2 при прокаливании. Примесей в известняке мало: кремнезёма и оксида алюминия в нём меньше 3 %, что делает его «чистым» карбонатным сырьём.

Глина, напротив, богата кремнезёмом 57 % и оксидом алюминия 17 %. Это подтверждает, что она относится к алюмосиликатным породам. Железо около 7 % придаёт ей характерный красновато-бурый оттенок. Кроме того, в составе есть калий, натрий и магний, что связано с примесями слюдистых минералов. Потери при прокаливании 12 % и наличие связанной воды тоже соответствуют типичным свойствам глин.

ОСП — материал с высоким содержанием кальция 66 % и магния 2,8 %. Однако в отличие от известняка, в нём много потерь при прокаливании 28 %, что указывает на присутствие органических примесей. Содержание кремнезёма и алюминия в нём очень низкое, поэтому по составу он ближе к кальциевым продуктам с минимальной долей алюмосиликатов.

Таблица 1

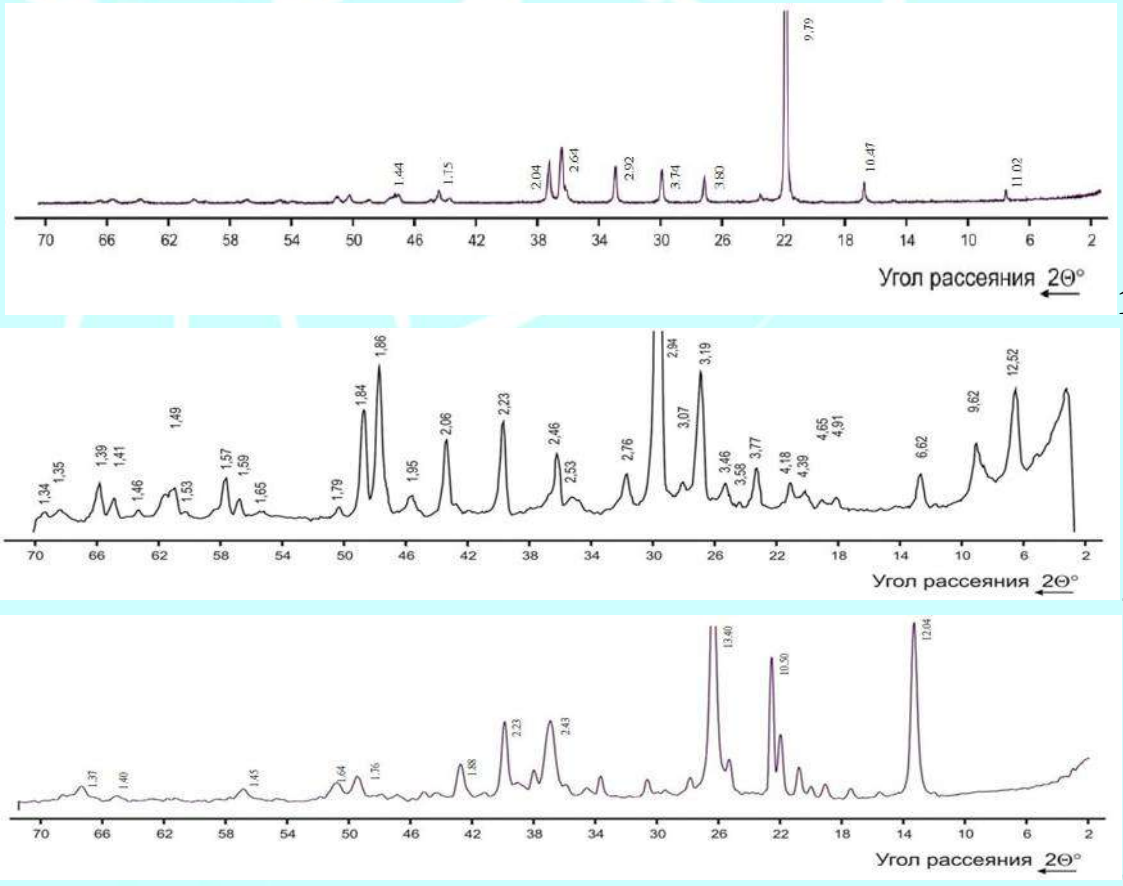
Химический анализ исследуемых минералов

Оксиды		Наполнители		
		ОСП	Известняк	Глина
Массовое содержание в % на воздушно	SiO_2	0,33	0,77	57,4
	TiO_2	<0,01	0,25	0,94
	Al_2O_3	0,60	2,97	17,3
	Fe_2O_3	<0,01	2,09	6,98
	MgO	2,82	1,62	3,33
	MnO	0,01	0,07	0,03
	CaO	66,17	95,2	11,8

ISSN 3030-3907

	Na_2O	1,21	0,56	0,46
	K_2O	0,06	0,95	2,83
	P_2O_5	<0,01	0,22	0,13
	$SO_{3,\text{общ}}$	<0,10	1,20	1,23
	$SO_{3,\text{сульфат}}$	<0,10	0,75	1,10
	П.П.П.	28,12	35,10	12,12
	H_2O,320° С	1,54	1,94	4,76
	CO_2	6,32	30,39	<0,20

Определение химического состава проводилось в различных областях зёрен как в центральных, так и в периферийных частях частиц. Такой подход позволил выявить возможную неоднородность распределения примесных компонентов и уточнить минералогическую характеристику исследованных наполнителей (рис.1).



1
2
3

Рис. 1. Дифрактограмма наполнителей: 1 – известняк; 2 - глина; 3 - ОСП

Дифрактограмма №1 подтверждает, что образец представлен в основном кальцитом: интенсивный пик при d около 3,04 Å и линии в области 2,9–2,7 Å и 2,2–2,1 Å соответствуют карбонату кальция. Это полностью согласуется с химическим анализом, содержание CaO около 95 %, высокий CO_2. Слабые пики при 12,5–9,8 Å и 6,6 Å отражают присутствие глинистых

ISSN 3030-3907

минералов, а линии в районе 3,34–3,07 Å — кварца. В целом образец характеризуется как высококальцитовый известняк с минимальными примесями.

Дифрактограмма исследуемого образца №2 свидетельствует о преобладании глинистых минералов. Наиболее характерные пики при d около 12,5 и 9,6 Å соответствуют базальным отражениям смектитов и гидрослюд, а интенсивный рефлекс при 6,6 Å подтверждает присутствие каолинита. Эти данные указывают, что основу минерального состава составляет алюмосиликатная фаза. Помимо глинистой матрицы, фиксируются дополнительные пики: линия при 3,34 Å и ряд слабых отражений в интервале 3,19–3,07 Å связаны с кварцем, а сигналы в области 2,9–2,7 Å — с незначительным содержанием карбонатов. Слабые пики в диапазоне 1,84–1,34 Å обусловлены присутствием второстепенных минералов.

На дифрактограмме №3 фиксируются интенсивные пики при d = 3,04 Å и 2,88 Å, соответствующие кальциту. Дополнительные отражения при 2,49 Å, 2,43 Å и 2,23 Å также характерны для кальцита. Линия при 3,40 Å подтверждает присутствие карбонатной фазы.

В области малых углов наблюдаются слабые пики при 12,04 Å и 10,50 Å, которые могут быть связаны с глинистыми минералами. Отражения при 1,88 Å, 1,76 Å, 1,64 Å, 1,45 Å, 1,40 Å и 1,37 Å соответствуют кварцу и второстепенным силикатным фазам.

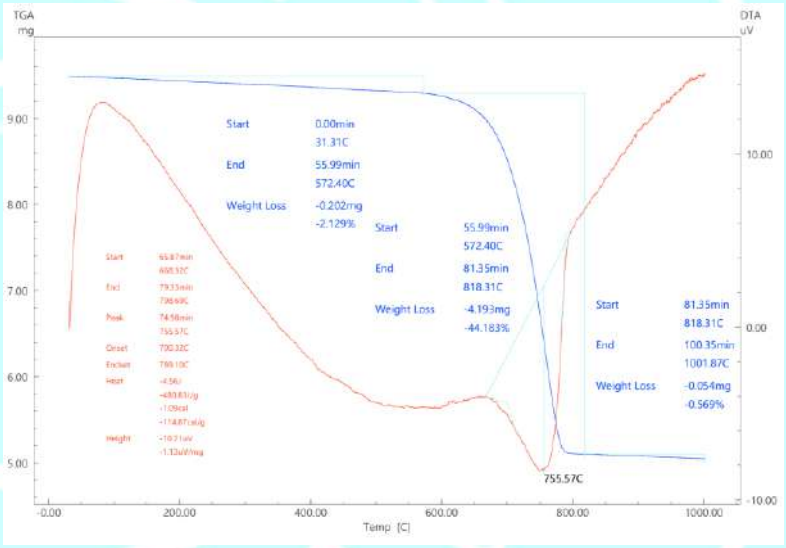
На термограмме наполнителей (рис 2) в образце № 1 до ~572 °C наблюдается небольшая потеря массы ~2,1 %, связанная с удалением влаги и кристаллизационной воды. 572–818 °C фиксируется интенсивная потеря массы ~44%, что указывает на разложение карбонатов с выделением CO_2. Пик процесса приходится на ~755 °C. После ~818 °C масса изменяется незначительно ~0,5 %, что свидетельствует о завершении основных термических реакций и стабилизации материала.

Образец №2, до ~528 °C — небольшая потеря массы ~7,8 %, связанная с удалением влаги и разложением лёгколетучих веществ. 528–796 °C — основная потеря массы ~35,7 %, вызванная разложением карбонатов и выделением CO_2. После ~796 °C — изменения минимальны ~1,2 %, что говорит о завершении основных реакций. На кривой DTA видны тепловые эффекты при ~412 °C и ~678 °C, соответствующие ключевым стадиям разложения и фазовых превращений.

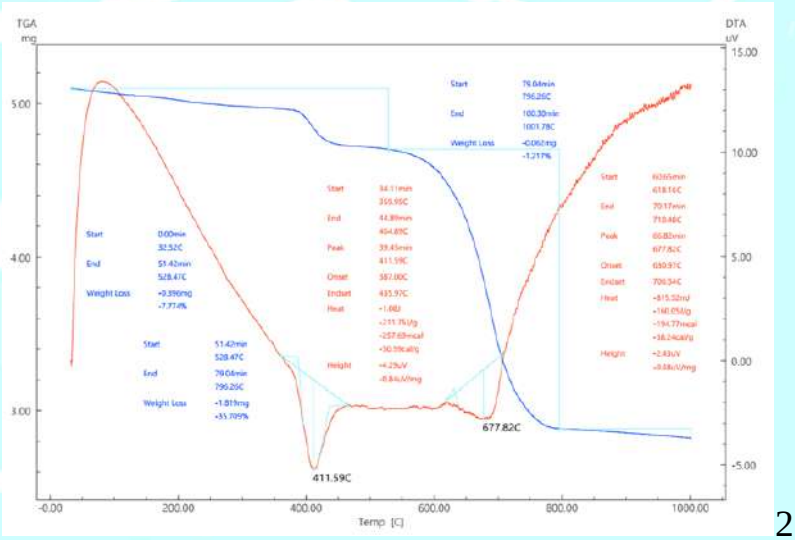
Образец №3, до ~380 °C — потеря массы около 5 %, связанная с удалением влаги и органических примесей. 380–600 °C — потеря массы ~4,2 %, обусловленная дегидратацией и частичным разложением минералов. 600–

ISSN 3030-3907

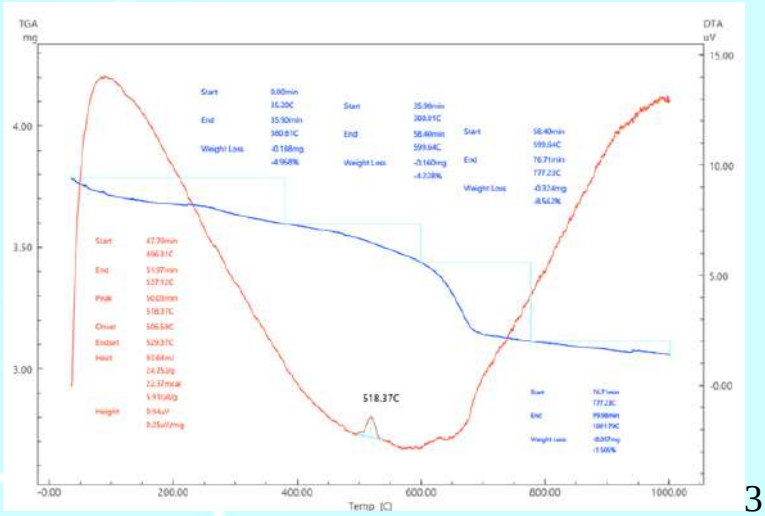
777 °C — потеря массы ~8,6 %, связанная с разложением карбонатов и выделением CO_2. После ~777 °C — изменения минимальные (~1,5 %), материал термически стабилен.



1



2



3

Рис. 2. Термограммы наполнителей: 1 – известняк Джамансайского региона; 2- ОСП Кунградского содового завода, 2-глина Белтауского региона.

ISSN 3030-3907

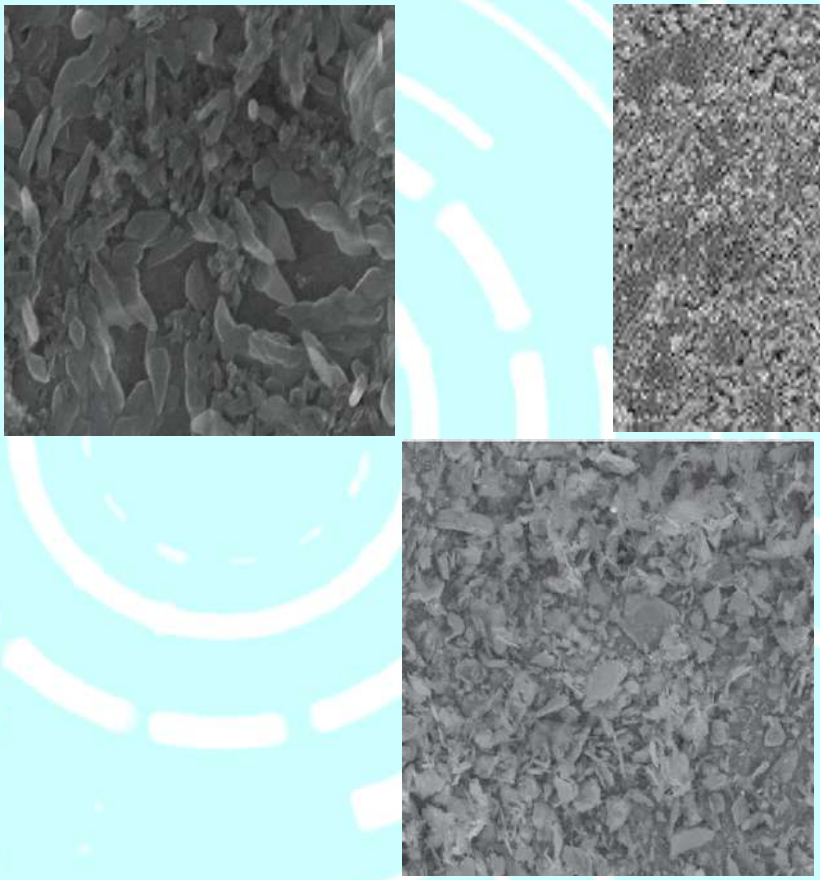


Рис. 3. СЭМ исследуемых материалов: 1 – известняк, 2 – глина; 3 –ОСП.

Известняк состоит в основном из зерен пластинчатой и угловатой формы. Их размер колеблется от нескольких до нескольких десятков микрометров. Зерна местами срастаются друг с другом, что указывает на неоднородную структуру. Встречаются и более мелкие частицы, вероятно связанные с примесями глинистых минералов. Между зернами заметны отдельные поры, хотя в целом структура выглядит плотной, что характерно для осадочных карбонатных пород, он представлен в основном кальцитом с пластинчатой морфологией кристаллов, небольшим количеством примесей и остаточной пористостью.

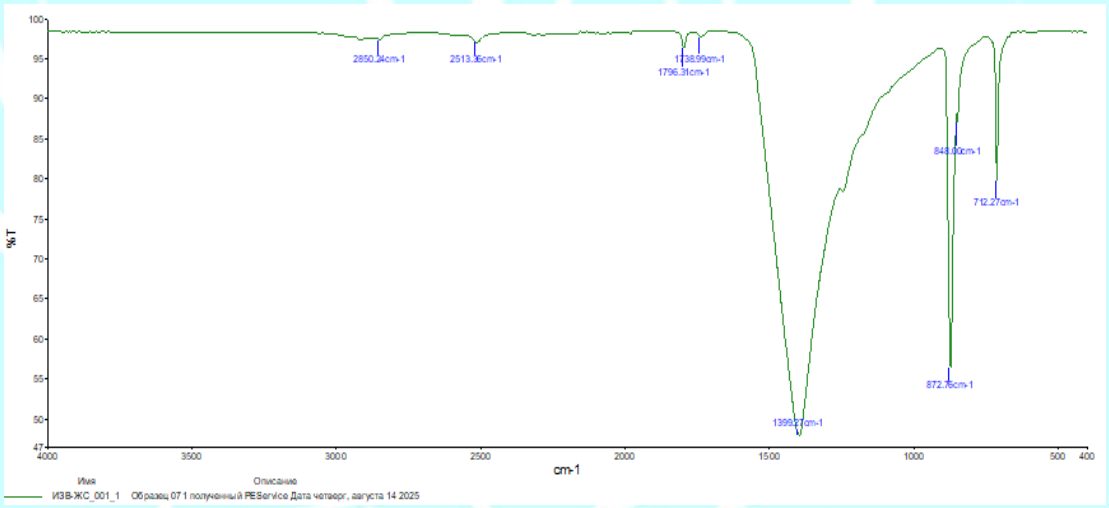
На снимке видно, что отходы содового производства имеют рыхлую, неоднородную структуру. Частицы представлены в основном в виде мелкодисперсных агрегатов неправильной формы. Размер частиц варьируется от субмикронных до нескольких микрометров. Местами наблюдается их уплотнение и образование комковатых структур. Такая морфология указывает на высокую степень дисперсности материала и наличие значительной удельной поверхности, что может способствовать его реакционной активности.

Частицы глины имеют пластинчатую и чешуйчатую форму. Их размеры колеблются от очень мелких до нескольких микрометров. Частицы распределены неравномерно: где-то они образуют рыхлые скопления, а

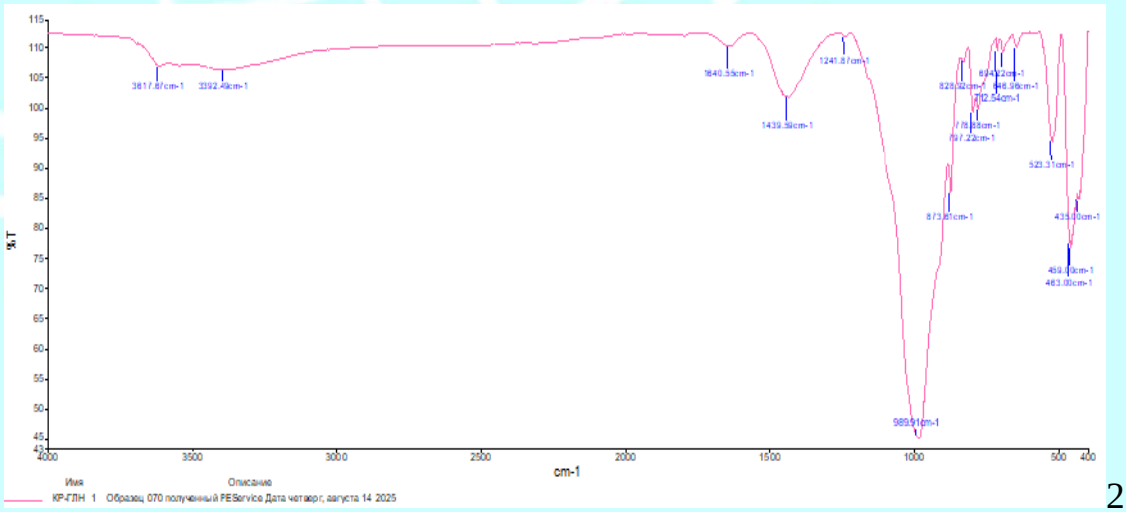
ISSN 3030-3907

местами — более плотные участки. Между частицами заметны пустоты, которые придают структуре пористость. Благодаря этому глина способна удерживать влагу и проявлять высокую реакционную активность.

Спектроскопический анализ известняка выявил характерные полосы карбонатных соединений: 1398, 872 и 712 см$^{-1}$, соответствующие колебаниям кальцита. Отмечены также комбинационный тон при ~1795 см$^{-1}$ и слабые полосы в области 2913–2850 см$^{-1}$ C–H-группы. Дополнительная полоса при 844 см$^{-1}$ может быть связана с присутствием доломита или силикатных примесей, что требует уточнения другими методами ТГА, РФА (рис-4).

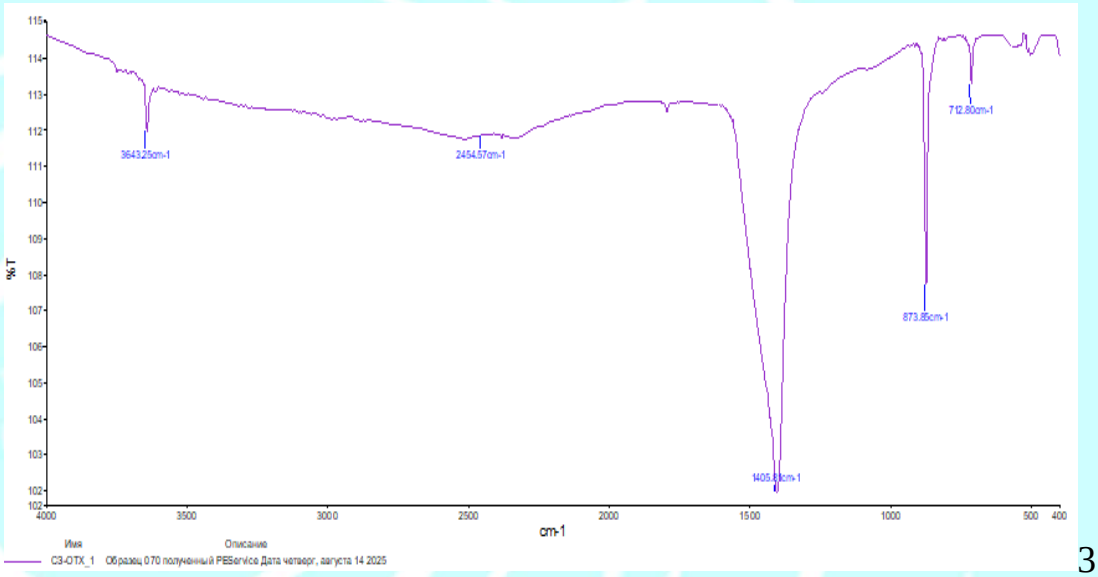


1



2

ISSN 3030-3907



3

Рис-4. ИК-спектры 1-известняка; 2-глины; 3-отхода содового производства.

Пики около 3617 и 3629 $см^{-1}$ в спектре глины связаны с гидроксильными группами, полоса при 1640 $см^{-1}$ отражает присутствие адсорбированной воды, а сигнал в районе 1439 $см^{-1}$ указывает на карбонатные примеси. Наиболее выраженный пик около 1030 $см^{-1}$ соответствует колебаниям Si–O в слоистой структуре глины, а дополнительные полосы в области 875–777 и 540–460 $см^{-1}$ подтверждают наличие связей Al–OH, Si–O–Al и Al–O, что типично для природных глинистых минералов.

В ИК спектре ОСП интенсивная полоса при 1450 $см^{-1}$ и диагностические пики кальцита при 873 и 712 $см^{-1}$, что подтверждает преобладание $CaCO_3$ в составе материала. Узкая полоса при 3643 $см^{-1}$ указывает на наличие гидроксидных групп, связанных с примесью портландита $Ca(OH)_2$, а слабая особенность в области 2454 $см^{-1}$ отражает взаимодействие с CO_2. Совокупность данных указывает, что исследованный образец типичен для отходов содового завода и представлен алюмосиликатной матрицей с преобладанием кальцита и примесью гидроксида кальция.

ВЫВОДЫ. Химический и фазовый анализ Джамансайского известняка показывает высокое содержание CaO (более 95 %), что характерно для чистых карбонатных пород и подтверждает возможность его использования в портландцементе, согласуясь с наблюдениями Оразымбетовой и Искандаровой [10]. ДТА и XRD Белтаусской глины выявили алюмосиликатные фазы, что подтверждает её пуццоловую активность и потенциальное применение как корректирующей добавки. Техногенные отходы содового производства содержат сульфат- и

ISSN 3030-3907

хлорсодержащие соединения, которые могут положительно влиять на гидратацию и структурообразование, как отмечено в работе Абыловой и Туремуратова [11].

Анализы XRD и СЭМ подтвердили присутствие кальцита, кварца и алюмосиликатных фаз, а также выявили пластинчатую и пористую морфологию частиц, что обеспечивает хороший баланс компонентов и высокую реакционную способность смеси. Такое сочетание позволяет не только снизить использование природного сырья, но и утилизировать промышленные отходы, что имеет важное экологическое и экономическое значение. Для окончательного подтверждения эффективности этих материалов необходимы дополнительные исследования гидратационных процессов, прочности и долговечности получаемых вяжущих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юнусов М. Ю., Мирзакулов Х. Ч., Ражабов Ш. Ш. Физико-химические свойства песочных отходов содового завода и их влияние на прочность бетона // Вестник Ташкентского химико-технологического института. — 2023. — № 2. — С. 45–51.
2. Кенжаев М. Э., Мирзакулов Х. Ч. Исследование влияния процесса термообработки на изменение структуры каолиновых глин Ангренского месторождения // Материалы докладов 84-й научно-технической конференции БГТУ. — Минск: БГТУ, 2020. — С. 79–80.
3. Vogler N., Drabetzki P., Lindemann M., Kühne H.-C. Description of the concrete carbonation process with adjusted depth-resolved thermogravimetric analysis // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. — 2021.
4. Scrivener K., Martirena F., Bishnoi S., Maity S. Calcined clay as supplementary cementitious material // Sustainability. — 2020.
5. Tennis P. D., Thomas M. D. A., Weiss W. J., Farny J. A., Giannini E. R. State-of-the-art report on use of limestone in cements at levels of up to 15 %. — Skokie, IL: Portland Cement Association, 2024. — 101 p.
6. ГОСТ 5382–2019. Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа. — Москва: Стандартинформ, 2019. — 71 с.
7. ГОСТ 10178–85. Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия. — Москва: Стандартинформ, 2008. — 8 с.
8. ГОСТ 31108–2020. Цементы общестроительные. Технические условия. — Москва: Стандартинформ, 2020. — 16 с.
9. ГОСТ 30515–2013. Цементы. Общие технические условия. — Москва: Стандартинформ, 2014. — 42 с.
10. Оразымбетова Г. Ж., Искандарова М. И. Синтез и исследование клинкеров с высоким кремнеземистым модулем на основе сырьевых

ISSN 3030-3907

материалов новых месторождений Каракалпакстана // Узбекский химический журнал. — 2018. — С. 3–9

11. Абылова А. Ж., Туремуратов Ш. Н., Нурымбетов Б. Ч. Гидратационное структурообразование известково-белитовых вяжущих с использованием мергелей Каракалпакстана // Известия высших учебных заведений. Серия «Строительство». — 2020. — С. 45–52.

ISSN 3030-3907

CHIZMA TASVIR FANINI O‘QITISH JARAYONIDA TALABALARINING KREATIV FIKRLASH QOBILIYATINI RIVOJLANTIRISH METODIKASI (DIZAYN YO‘NALISHI MISOLIDA)

Bomurodova Madina Vohidjon qizi

Buxoro davlat texnika universiteti, "Mexanika va Muhandislik grafikasi" kafedrasi stajyor-o‘qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot chizma tasvir fanini o‘qitish jarayonida dizayn yo‘nalishi talabalarning kreativ fikrlash qobiliyatini rivojlantirish metodikasini o‘rganishga qaratilgan. Tadqiqotda kreativ fikrlashni shakllantirishning samarali usullari, interaktiv mashg‘ulotlar va amaliy loyihalar asosida metodik tavsiyalar ishlab chiqilgan. Shuningdek, talabalarning dizayn loyihalarini bajarish jarayonida kreativ yondashuvini baholash mezonlari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar. Chizma tasvir, kreativ fikrlash, dizayn yo‘nalishi, metodika, talaba rivoji.

Annotation. This study is devoted to exploring the methodology for developing creative thinking skills of design major students in the process of teaching technical drawing. The research examines effective methods for fostering creativity, interactive exercises, and project-based learning approaches. Evaluation criteria for students’ creative approaches in design project implementation are also analyzed.

Key words. Technical drawing, creative thinking, design major, methodology, student development.

Аннотация. Данное исследование посвящено изучению методики развития креативного мышления студентов дизайнерского направления в процессе преподавания черчения. В работе рассматриваются эффективные методы формирования творческого мышления, интерактивные занятия и проектная деятельность. Также анализируются критерии оценки креативного подхода студентов при выполнении дизайнерских проектов.

Ключевые слова: Черчение, креативное мышление, дизайнерское направление, методика, развитие студентов.

Kirish.

Chizma tasvir fani dizayn yo‘nalishi talabalari uchun nafaqat texnik ko‘nikmalarni rivojlantirish, balki ularning kreativ fikrlash qobiliyatini shakllantirishda muhim o‘rin tutadi. Zamonaviy ta’lim jarayonida talabalar nafaqat nazariy bilimlarga, balki amaliy ko‘nikmalarga ega bo‘lishlari lozim, shuningdek, turli dizayn vazifalarini ijodiy yondashuv bilan bajarish qobiliyatiga ega bo‘lishlari kerak. Kreativ fikrlash – bu yangi g‘oyalarni ishlab chiqish, muammolarni innovatsion usullar orqali hal etish va turli dizayn konsepsiyalarini integratsiya qilish qobiliyatidir. Chizma tasvir darslarida talabalarni kreativ fikrlashga o‘rgatish uchun metodik yondashuvlar, interaktiv mashg‘ulotlar, amaliy loyihalar va

ISSN 3030-3907

innovatsion usullarni qo‘llash samarali hisoblanadi. Shuningdek, talabalarning ijodiy yondashuvini baholash mezonlarini ishlab chiqish va ularga mos pedagogik texnologiyalarni qo‘llash ta’lim jarayonining sifatini oshirishga xizmat qiladi. Hozirgi davrda dizayn sohasida raqobatbardosh mutaxassislar tayyorlash talab etiladi, shuning uchun chizma tasvir fanini o‘qitish jarayonida kreativ fikrlash qobiliyatini rivojlantirish metodikasi tizimli va samarali bo‘lishi muhimdir. Shu jihatdan, ushbu tadqiqot dizayn yo‘nalishi talabalari uchun kreativ fikrlashni rivojlantirish metodikasini aniqlash, samarali usullarini tadqiq etish va ularni amaliy mashg‘ulotlarda qo‘llash imkoniyatlarini o‘rganishga qaratilgan. Chizma tasvir fani dizayn yo‘nalishi talabalari uchun nafaqat texnik ko‘nikmalarni rivojlantirish, balki ularning kreativ fikrlash qobiliyatini shakllantirishda muhim o‘rin tutadi. Zamonaviy ta’lim jarayonida talabalar nafaqat nazariy bilimlarga, balki amaliy ko‘nikmalarga ega bo‘lishlari lozim, shuningdek, turli dizayn vazifalarini ijodiy yondashuv bilan bajarish qobiliyatiga ega bo‘lishlari kerak. Kreativ fikrlash – bu yangi g‘oyalarni ishlab chiqish, muammolarni innovatsion usullar orqali hal etish va turli dizayn konsepsiyalarini integratsiya qilish qobiliyatidir. Chizma tasvir darslarida talabalarni kreativ fikrlashga o‘rgatish uchun metodik yondashuvlar, interaktiv mashg‘ulotlar, amaliy loyihalar va innovatsion usullarni qo‘llash samarali hisoblanadi.

Adabiyotlar tahlili. So‘nggi yillarda ta’lim jarayonida kreativ fikrlashni rivojlantirish masalalari keng o‘rganilmoqda [1]. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, chizma tasvir fanini o‘qitish jarayonida ijodiy yondashuvni shakllantirish talabalarning dizayn loyihalarini muvaffaqiyatli bajarishiga bevosita ta’sir qiladi [2]. Ba’zi olimlar interaktiv metodlar va amaliy mashg‘ulotlarning talabalar kreativligini oshirishdagi ahamiyatini ta’kidlaydilar [3]. Shuningdek, loyiha asosidagi ta’lim (project-based learning) va kollaborativ faoliyatlar orqali talabalar muammolarni ijodiy yondashuv bilan hal qilish ko‘nikmalarini rivojlantiradi [4]. Pedagogik tajribalar shuni ko‘rsatadiki, talabalarning vizual fikrlash qobiliyatini oshirish, turli material va texnikalardan foydalangan holda kreativ loyihalarni ishlab chiqish samarali usullar hisoblanadi [5]. Shu bilan birga, pedagoglar innovatsion texnologiyalar, multimediya vositalari va raqamli platformalarni qo‘llash orqali chizma tasvir darslarini qiziqarli va samarali qilish mumkinligini ta’kidlashadi [6]. Tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatadiki, tizimli metodik yondashuv va individuallashtirilgan pedagogik yondashuv talabalarning ijodiy qobiliyatlarini maksimal darajada rivojlantirishga yordam beradi, bu esa ularning dizayn yo‘nalishidagi kasbiy tayyorgarligini mustahkamlashda muhim rol o‘ynaydi [7].

Materiallar va usullar. Ushbu tadqiqot chizma tasvir fanini o‘qitish jarayonida dizayn yo‘nalishi talabalarning kreativ fikrlash qobiliyatini

ISSN 3030-3907

rivojlantirishga qaratilgan metodikalarni o‘rganishga yo‘naltirilgan. Tadqiqotda sifatli va kvantitativ tadqiqot usullari birlashtiriladi, bunda asosiy ma’lumot manbalari sifatida darsliklar, o‘quv-uslubiy qo‘llanmalar, ilmiy maqolalar, shuningdek talabalarning amaliy ish va loyihalari o‘rganiladi. Talabalar bilan intervyular va so‘rovnomalar o‘tkazilib, ularning chizma tasvir mashg‘ulotlaridagi kreativ yondashuvi, muammolarni ijodiy hal qilish ko‘nikmalari va turli materiallardan foydalanish darajasi baholanadi. Tadqiqot davomida mavjud ilmiy adabiyotlar va pedagogik tajribalar tahlil qilinadi, zamonaviy ta’lim texnologiyalari, multimediya vositalari va raqamli platformalarni qo‘llash imkoniyatlari o‘rganiladi. Shu bilan birga, talabalarning ijodiy ishlarini baholash mezonlari ishlab chiqilib, amaliy mashg‘ulotlarda ularni qo‘llash tavsiyalari ishlab chiqiladi. Natijada, tizimli va metodik yondashuv orqali talabalarning kreativ fikrlash qobiliyatini oshirish, dizayn yo‘nalishidagi kasbiy tayyorgarligini mustahkamlash va amaliy loyihalarni muvaffaqiyatli bajarish imkoniyatlarini yaratish mumkin bo‘ladi.

1-Jadval.

Chizma tasvir fanidagi asosiy o‘quv faoliyatlari va talabalarning kreativ yondashuvi

O‘quv faoliyati	**Tavsif**	**Kreativ yondashuvni rivojlantirish usullari**	**Baholash mezonlari**
Rasm va eskiz ishlari	Ob’ekt va kompozitsiyalarni chizma orqali ifodalash	Turli materiallardan foydalanish, erkin ijodiy yondashuv	Estetik va funksional sifat, original g‘oya
Loyihaviy mashg‘ulotlar	Dizayn konsepsiyasini yaratish va loyihalash	Team-work, brainstorming, interaktiv mashg‘ulotlar	Yangi g‘oya, ijodiy yechim, prezentatsiya sifat
Vizual tafakkur mashqlari	Perspektiva, shakl va ranglarni vizual tahlil qilish	Analogiya va metafora orqali fikrlash	To‘g‘rilik, aniqlik, ijodiy tafakkur darajasi
Muammo yechish vazifalari	Dizayn muammolarini hal etish	Loyiha asosidagi o‘qitish, kreativ yondashuv	Muammo yechimining innovatsionligi, samaradorligi

Ushbu tadqiqotda taqdim etilgan birinchi jadval chizma tasvir fanidagi asosiy o‘quv faoliyatlari va talabalarning kreativ yondashuvini ko‘rsatadi. Jadvalda

ISSN 3030-3907

har bir o‘quv faoliyati uchun tavsif, kreativ fikrlashni rivojlantirish usullari va baholash mezonlari keltirilgan. Bu ma’lumotlar dars jarayonida talabalarni ijodiy fikrlashga o‘rgatish va ularning dizayn loyihalarini muvaffaqiyatli bajarish qobiliyatini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Masalan, rasm va eskiz ishlari talabalarning erkin ijodiy yondashuvini rag‘batlantiradi, loyihaviy mashg‘ulotlar esa muammolarni innovatsion usulda hal qilish ko‘nikmalarini shakllantiradi. Vizual tafakkur mashqlari va muammo yechish vazifalari esa talabalarning kreativ tafakkur va analitik fikrlashini mustahkamlaydi. Shu tariqa, birinchi jadval pedagogik jarayonni tizimli tarzda tasvirlab, talabalarning ijodiy rivojlanishi uchun asosiy komponentlarni belgilaydi.

2- Jadval.

Kreativ fikrlashni rivojlantirish metodikalari va ularning samaradorligi

Metodika	Tavsif	Amaliy qo‘llanilishi	Samaradorlik bahosi
Loyiha asosidagi ta’lim	Talabalar real dizayn loyihalarini ishlab chiqadi	Kurs ishlari, seminar va laborator mashg‘ulotlar	Yuqori – talabalarning ijodiy salohiyati oshadi
Interaktiv mashg‘ulotlar	Guruh ishlari, rolli o‘yinlar va brainstorming	Mashg‘ulotlarda, workshoplarda	Yuqori – mustaqil va ijodiy fikrlash rivojlanadi
Multimediyadan foydalanish	Raqamli vositalar va platformalarda vizual va animatsion ishlash	Darslarda prezentatsiya, animatsiya va video loyihalar	O‘rta – vizual ko‘nikmalar va g‘oyalarni ifodalash kuchayadi
Individual mentorlik	Har bir talaba bilan alohida ishlash, maslahatlar berish	Loyiha ishlari va ijodiy topshiriqlar	Yuqori – talabaning individual kreativ salohiyati oshadi
Kritika va tahlil	Talabalar ishlarini muhokama qilish, tahlil va taklif berish	Seminarlar va prezentatsiya mashg‘ulotlari	Yuqori – tanqidiy fikrlash va ijodiy yechim rivojlantiriladi

Ikkinchi jadval kreativ fikrlashni rivojlantirish metodikalari va ularning samaradorligini aks ettiradi. Jadvalda loyiha asosidagi ta’lim, interaktiv mashg‘ulotlar, multimediyadan foydalanish, individual mentorlik va kritika-tahlil yondashuvlari tavsiflangan. Har bir metodika uchun amaliy qo‘llanilishi va samaradorlik bahosi ko‘rsatilib, talabalarning kreativ salohiyatini oshirishdagi

ISSN 3030-3907

ahamiyati aniqlangan. Masalan, loyiha asosidagi ta’lim va interaktiv mashg‘ulotlar talabalarning ijodiy yechimlarini shakllantirishda yuqori samaradorlikka ega bo‘lsa, multimediyadan foydalanish vizual ko‘nikmalarni rivojlantirishga yordam beradi. Individual mentorlik va kritika-tahlil esa talabalarning individual kreativ salohiyatini mustahkamlash va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirish imkonini beradi. Shu tariqa, ikkinchi jadval pedagogik yondashuvlarning samaradorligini tizimli tarzda aks ettiradi va dars jarayonida kreativ fikrlashni rivojlantirish strategiyasini aniqlashga yordam beradi.

Tadqiqot muhokamasi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, chizma tasvir fanini o‘qitish jarayonida dizayn yo‘nalishi talabalarning kreativ fikrlash qobiliyatini rivojlantirishga qaratilgan metodikalar samarali natija beradi. Talabalar bilan o‘tkazilgan intervyular, so‘rovnomalar va amaliy mashg‘ulotlar kuzatuvlari shuni ko‘rsatdiki, interaktiv va loyiha asosidagi yondashuvlar ularning ijodiy yondashuvini oshiradi, turli material va texnikalardan foydalanish darajasini kuchaytiradi, muammolarni innovatsion usullar bilan hal qilish qobiliyatini rivojlantiradi. Shu bilan birga, pedagogik tajribalar va adabiyotlar tahlili talabalarning vizual fikrlash qobiliyatini rivojlantirishda multimediya vositalari, raqamli platformalar va kollaborativ faoliyatlarning samaradorligini tasdiqlaydi. Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, tizimli metodik yondashuv, individual va guruh ishlari hamda amaliy loyihalarni bajarish orqali talabalarning kreativ fikrlash qobiliyatini maksimal darajada oshirish mumkin. Bundan tashqari, darslar davomida talabalarning kreativ loyihalarini baholash mezonlarini aniqlash ularning kasbiy tayyorgarligini mustahkamlashga yordam beradi va dizayn yo‘nalishi bo‘yicha raqobatbardosh mutaxassislarni tayyorlash jarayonini samarali qiladi. Tadqiqot natijalari shuni ham ko‘rsatdiki, pedagogik yondashuvlarni innovatsion texnologiyalar bilan uyg‘unlashtirish, talabalarga mustaqil fikrlash va ijodiy loyiha ishlab chiqish imkoniyatlarini yaratish, shuningdek, o‘quv jarayonini interaktiv va qiziqarli qilish ularning motivatsiyasini oshiradi va kreativ salohiyatini yanada rivojlantiradi. Shu jihatdan, chizma tasvir fanini o‘qitish jarayonida kreativ fikrlash qobiliyatini rivojlantirish metodikasi tizimli, amaliy va innovatsion bo‘lishi talab etiladi, bu esa dizayn yo‘nalishi talabalari uchun zamonaviy ta’lim standartlariga javob beruvchi sifatli tayyorgarlikni ta’minlaydi.

Xulosa.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, chizma tasvir fanini o‘qitish jarayonida dizayn yo‘nalishi talabalarning kreativ fikrlash qobiliyatini rivojlantirish uchun tizimli va innovatsion metodik yondashuvlar zarurdir. Interaktiv mashg‘ulotlar, loyiha asosidagi faoliyat, multimediya vositalari va guruh ishlari talabalarning ijodiy yondashuvini kuchaytiradi, turli material va texnikalardan foydalanish ko‘nikmalarini rivojlantiradi va muammolarni ijodiy hal qilish qobiliyatini

ISSN 3030-3907

oshiradi. Tadqiqot shuni ham ko‘rsatdiki, talabalarning kreativ loyihalarini baholash mezonlarini ishlab chiqish va amaliy mashg‘ulotlarda ulardan foydalanish pedagogik jarayonning samaradorligini oshiradi, dizayn yo‘nalishi talabalari uchun raqobatbardosh va zamonaviy kasbiy tayyorgarlikni ta’minlaydi. Shu bilan birga, tizimli metodik yondashuvni zamonaviy texnologiyalar bilan uyg‘unlashtirish, talabalarga mustaqil fikrlash va ijodiy loyiha ishlab chiqish imkoniyatlarini berish, o‘quv jarayonini interaktiv va qiziqarli qilish orqali ularning motivatsiyasini oshirish va kreativ salohiyatini yanada rivojlantirish mumkin. Umuman olganda, chizma tasvir fanini o‘qitish jarayonida kreativ fikrlash qobiliyatini rivojlantirish metodikasi nafaqat talabalarning kasbiy tayyorgarligini, balki ularning innovatsion va ijodiy yondashuvlarini mustahkamlashda ham muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Karimov, A. (2016). Chizma tasvir fanini o‘qitish metodikasi va talabalarning kreativ fikrlash qobiliyati. Toshkent: Pedagogika Nashriyoti.
2. Turaev, B. (2018). Dizayn yo‘nalishida kreativ yondashuvni rivojlantirish. Samarqand: Madaniyat va Ta’lim Nashriyoti.
3. Abdurahmonov, R. (2019). Innovatsion metodlar orqali talabalarning ijodiy salohiyatini oshirish. Toshkent: O‘zbekiston Ta’lim Nashriyoti.
4. Saidov, M. (2020). Project-based learning va interaktiv mashg‘ulotlar: dizayn talabalari uchun qo‘llanma. Toshkent: Pedagogik Texnologiyalar Markazi.
5. Nazarov, F. (2017). Vizual fikrlash va chizma tasvir fanini o‘qitishda pedagogik yondashuvlar. Samarqand: Dizayn va San’at Akademiyasi Nashriyoti.
6. Rahmonova, L. (2021). Multimedia va raqamli platformalarni chizma tasvir fanida qo‘llash. Toshkent: Ta’lim Innovatsiyalari Markazi.
7. Islomov, D. (2018). Talabalar ijodiy loyihalarini baholash mezonlari va metodik tavsiyalar. Samarqand: Hududiy Ta’lim Markazi.

ISSN 3030-3907

TO‘QUV DASTGOHLARIDA IPLARNING TARANGLIGI VA DEFORMATSIYASI TAHLILI

Muslimbek Abdujabborov
“Aisha Textile” MCHJ bo‘lim boshlig‘i, t.f.f.d. (PhD)
Rakhim Karimov
“ArtSoftTex” MCHJ ilmiy ishlar bo‘limi boshlig‘i, t.f.n., dotsent
Dilbar Alieva
Namangan davlat texnika universiteti “TMT” kafedra professori, t.f.d.
E-mail: jahongirsalohiddinov9595@gmail.com
Tel: 93 778 3443

Annotatsiya. Ushbu maqola to‘quv dastgohlarida ip tarangligi va uning deformatsiyasiga ta’sir etuvchi omillarni chuqur o‘rganishga bag‘ishlangan. Dolzarb masala sifatida ip tarangligining noto‘g‘ri sozlanishi natijasida yuzaga keladigan mato nuqsonlari va ish samaradorligining pasayishi ko‘rib chiqilgan. Tadqiqotda adabiyotlarni qiyosiy tahlil qilish, turli tolali iplarning elastik, plastik va bir davrli deformatsiya xususiyatlarini tahli qilish, shuningdek, zamonaviy nazorat tizimlari va hisoblash modellarining rolini o‘rganish uslubiyotlari qo‘llanilgan. Natijada, optimal to‘quv samaradorligi va yuqori sifatli mato ishlab chiqarish uchun ip tarangligini boshqarishning ilmiy asoslari taklif etilgan. Mualliflarning ilmiy hissasi to‘quv jarayonlarini optimallashtirishga yo‘naltirilgan amaliy tavsiyalar va kelajakdagi tadqiqot yo‘nalishlarini belgilashdan iborat.

Kalit so‘zlar: ip tarangligi, deformatsiya, to‘quv dastgohi, elastiklik, plastiklik, bir davrli cho‘zilish, mato sifati, tola.

Аннотация. Данная статья посвящена глубокому изучению факторов, влияющих на натяжение нити и её деформацию в ткацких станках. В качестве актуальной проблемы рассматриваются дефекты ткани и снижение производительности, вызванные неправильной регулировкой натяжения нити. В исследовании использованы методы сравнительного анализа литературы, анализа упругих, пластических и моноцикловых деформационных свойств нитей из различных волокон, а также изучения роли современных систем контроля и вычислительных моделей. В результате предложены научные основы управления натяжением нити для оптимальной эффективности ткачества и производства высококачественных тканей. Научный вклад авторов заключается в разработке практических рекомендаций по оптимизации процессов ткачества и определении направлений будущих исследований.

Ключевые слова: натяжение нити, деформация, ткацкий станок, упругость, пластичность, моноцикловое растяжение, качество ткани, волокно.

Abstract. This article is devoted to an in-depth study of the factors affecting yarn tension and its deformation in weaving looms. The improper adjustment of yarn tension resulting in fabric defects and reduced performance is considered as a pressing issue. The research methodology involved a comparative literature

ISSN 3030-3907

analysis, examination of elastic, plastic, and single-cycle deformation properties of various fiber yarns, and an assessment of the role of modern control systems and computational models. As a result, scientific foundations for managing yarn tension for optimal weaving efficiency and high-quality fabric production are proposed. The authors' scientific contribution lies in providing practical recommendations for optimizing weaving processes and outlining directions for future research.

Keywords: yarn tension, deformation, weaving loom, elasticity, plasticity, single-cycle tensile strain, fabric quality, fiber.

Kirish

Ip tarangligi to‘quv jarayonlarining sifati va samaradorligiga ta’sir qiluvchi muhim parametrdir. Ushbu paragrafda tahlil qilingan ishlar to‘quv mashinalarida ip tarangligining ahamiyatinini ochib beradi va har xil sharoitlarda deformatsiya turlarini (elastik, plastik va bir davrli) o‘rganadi. Mexanik parametrlar, ipning xususiyatlari va to‘quv dinamikasi o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir ham muhokama qilingan.

To‘quv mashinalari murakkab mexanik dinamikada ishlaydi, bu yerda ipning tarangligi mato sifati, mashina samaradorligi va ish barqarorligini aniqlashda muhim ahamiyatga egadir. Iplarning taranglik ostida qanday deformatsiyalanishini tushunish to‘qimalarni nazorat qilish uchun juda muhimdir.

Ip tarangligi to‘quv mashinalarida to‘g‘ri xomuza hosil qilinishini, arqoq ipini mato chetiga urishni va mato hosil bo‘lishini ta’minlaydi. Noto‘g‘ri taranglik uzilgan iplar, notekis mato tuzilishi yoki mashinaning ishlamay qolishi kabi nuqsonlarga olib kelishi mumkin. Taranglikni boshqarish quyidagi omillarga bog‘liq:

- Ip xomashyosi va nomeri
- Mashina parametrlari, tanda rostlash va tortish mexanizmlari
- Namlik va harorat kabi atrof-muhit sharoitlari.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Quyida ip tarangligi va deformatsiyalar bo‘yicha ayrim tadqiqotlar tahlillarini ko‘rib chiqilgan. Chidambaram va boshqalar [1] polyester va paxta iplarida turli taranglik ostida elastik deformatsiyani aniqlaganlar. Unda elastik chegara ostidagi chiziqli kuchlanish-deformatsiya munosabatlarini ta’kidlashgan.

Ali va boshqalar [2] yuqori mustahkamlikdagi sintetik iplarining plastik deformatsiyasini o‘rgangan. Tadqiqotlariga ko‘ra, nisbiy mustahkamlikning 70% dan ortig‘i plastik deformatsiyaga olib kelgan. Izlanishlar davomida sintetik iplarning plastik deformatsiyasiga oid fundamental xulosalar keltirilgan. Tadqiqot nisbiy mustahkamlikning deformatsiya ostonasini aniqlash bilan muhim ahamiyat kasb etgan. Biroq, tabiiy tolalar bilan solishtirish o‘tkazilmagan. Deformatsiya sharoitlari haqida ko‘proq ma’lumotlar keltirilishi mumkin ham edi. Qolaversa,

ISSN 3030-3907

ushbu tadqiqot yo‘nalishi bo‘yicha sintetik va tabiiy tolalarning birikmalaridagi deformatsiya mexanizmlarini o‘rganish ishlarini olib borish ham mumkin.

Hossain va boshqalar [3] rapirali to‘quv dastgohlarida bir davrli deformatsiyani real vaqt rejimida o‘lchashga qaratilgan tadqiqotlarni olib borishgan. Tadqiqot taranglikning tezkor tebranishlari iplarni uzmasdan qanday qilib boshqariladigan deformatsiyani keltirib chiqarishini ko‘rsatgan. Ammo ish boshqa dastgoh turlari uchun kengaytirilmagan. Taranglikning yuqori tezlikdagi dinamik sharoitlari o‘rganilmagan. Yuqori tezlikli dastgohlardagi o‘zgaruvchan taranglik ta’sirini tahlil qilish orqali tadqiqotni davom ettirish ham maqsadli tadqiqotlardan bo‘lgan bo‘lar edi.

Wu va boshqalar [4] to‘quv mashinalari bilan birlashtirilgan taranglikni nazorat qilish tizimini ishlab chiqgan. Tizim real vaqt rejimida taranglikni o‘lchaydi, ma’lumotlarni mato nuqsonlari bilan bog‘lashga xizmat qiladi. Tadqiqotlar davomida taranglikni real vaqt rejimida o‘lchash va uni mato sifati bilan bog‘lash mexanizmi keltirilgan. Mato nuqsonlari bilan bog‘liq parametrlarning murakkabligi o‘rganilmagan.

Rahman va boshqalar [5] namlik va harorat o‘zgarishi paxta va ipak iplardagi elastik va plastik deformatsiyaga qanday ta’sir qilgani tahlil qilganlar. Deformatsiyaning nomuvofiqligini minimallashtirish uchun atrof-muhit sharoitlarini sozlashni tavsiya qilishgan. Tadqiqotlar davomida namlik va haroratning tolalardagi elastik va plastik deformatsiyaga ta’siri aniqlangan. Biroq, nazorat sharoitlari yetarlicha batafsil o‘rganilmagan.

Smith va boshqalar [6] zamonaviy to‘quv dastgohlarida elektron taranglikni nazorat qilish tizimlaridagi yutuqlarni muhokama qilishgan, plastik deformatsiyaning kamayishi ta’kidlangan. To‘quv davrlarida doimiy taranglikni saqlab turish uchun yopiq konturli qayta aloqa tizimlarini joriy etishgan. Elektron taranglikni nazorat qilish tizimlarining yutuqlari va yopiq konturli tizimlarning foydalari ko‘rsatilgan. Lekin, tizimning texnologik cheklovlari o‘rganilmagan.

Miller va boshqalar [7] aralash iplarning deformatsiyalanish harakatini tekshirgan. Unga ko‘ra, sof paxta iplari bilan solishtirganda polyester-paxta aralashmalarida yaxshilangan elastik tiklanishni ko‘rsatgan. Yuqori tezlikda ishlaydigan to‘quv dastgohlarida taranglikni yaxshilash uchun aralashmalardan foydalanish tavsiya etilgan. Aralash tolalar deformatsiyasi va elastik tiklanishi bo‘yicha muhim xulosalar keltirilgan. Yuqori tezlikdagi to‘quv jarayonida mato sifati o‘rganilmagan.

Jiang va boshqalar [8] tomonidan olib borilgan tadqiqotda o‘zgaruvchan taranglik ostida deformatsiya naqshlarini simulyatsiya qilish uchun chekli elementlarni modellashtirishdan foydalanilgan. Modellar turli xil iplardagi elastik va plastik harakatlarini aniq bashorat qilishgan. Chekli elementlar modellashtirish

ISSN 3030-3907

orqali deformatsiya naqshlarini bashorat qilish imkoniyati yaratilgan. Ammo tahlil natijalariga ko‘ra, eksperimental ma’lumotlar yetarli bo‘lmagan.

S.Patxullayev va boshqalar [9] tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda turli tolalar va regenaratsiyalangan tolali chiqindilardan olingan matoning bir davrli cho‘zilish deformatsiyasini aniqlash bo‘yicha natijalar keltirilgan. Ularning tadqiqotlari davomida pikanol to‘quv dastgohida sarja to‘qima matosini olish uchun 100% paxtadan iborat bo‘lgan iplar tanda iplari bilan, arqoq iplari esa qayta ishlangan tolalardan tashkil topgan iplar bilan aralashtiriladi va gazlamaning bir davrli cho‘zilish deformatsiya xususiyatlari o‘rganilgan.

B. Shao va boshqalar [10] paxta matolari bilan mustahkamlangan polipropilen laminatlari (PMML) tabiiy tola bilan mustahkamlangan kompozitlarning mexanik xususiyatlariga viskoplastik deformatsiyaning ta’sirini tahlil qilish uchun namuna sifatida tayyorlangan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, viskoz deformatsiya kuchayganda, deformatsiya kuchayadi, bu esa valentlik kuchlanishidan ancha past bo‘lgan tsiklik kuchlanish ostida PMML larning tez yorilishiga olib keladi. Turli qiyalik yuzalarga ega bo‘lgan bosimli idishlar va naychalarning kuchlanish sharoitlarini taqlid qilish orqali, PMML lar silindrsimon qiyalik holatlar uchun ko‘proq mos kelishi ko‘rsatilgan, ular yuzaga chiqadi.

R. W.Williams [11] to‘qima matolarning anizotrop, chiziqli bo‘lmagan va isterik harakatlarini o‘lchash va modellashtirish bo‘yicha tadqiqotlar olib borgan. Unga ko‘ra, to‘rt xil to‘qima matolarning biaksial javoblari eksperimental ravishda matolarning tanda, arqoq va 45° yo‘nalishlarida amalga oshirilgan yukni tushirish ko‘p o‘qli bosim sinovlari batareyasi ostida o‘lchangan.

M. Li va boshqalar [12] kompozitlarda mustahkamlovchi sifatida uch o‘lchovli (3D) interlok to‘qima matolarning mexanik ishlashini tadqiq qilishgan. Uch o‘lchovli tanda interlok kompozitlarining (3DTIK) mexanik ko‘rsatkichlari ularning mustahkamlovchilarining asosiy xususiyatlariga, xususan, 3DTIK arxitekturalariga kuchli bog‘liq bo‘lganligi sababli, ularning mexanik xususiyatlarini yaxshilash kerak bo‘ladi.

IPLARNING TARANGLIGI VA DEFORMATSIYASI BO‘YICHA TADQIQOTLAR TAHLILI

Olimlar 3DTIK larning mexanik xususiyatlari (1-jadvalga qarang) tan olingan va tizimli ravishda turli mexanik ko‘rsatkichlar, ya’ni kuchlanish, zarba, siqilish, egilish, kesish va boshqa xususiyatlar asosida tasniflashgan.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Quruq 3DTIK larda ko‘p ishlatiladigan tola materialining odatiy xususiyatlari [12]

Savdodagi nomi	Tola materiali	Zichlik, g/sm^3	Young moduli, GPa	Mustahkamlik kuchi, GPa	Xatolik darajasi, %
-	Zig‘ir	1,4-1,5	27,6-103	0,3-2,0	1,2-3,3
E-shisha	Shisha	2,5-2,6	70-76	2,00-3,50	1,8-4,8
S2 shisha	Shisha	2,47	88	4,70	5,7
Kevlar	Para-aramid	1,44	64	2,86-3,75	2,4
Twaron®	Para-aramid	1,44-1,45	60-120	2,4-3,6	2,2-4,4
Spectra 1000	UYMMPE	0,97	113	3,25	2,9-3,2
HexTow®IM7	Karbon	1,78	276	5,52-5,65	1,9
Torayca®T700S	Karbon	1,80	230	4,90	2,1

UYMMPE-Ultra yuqori molekulyar massali polietilen

3DTIK ning mustahkamlik kuchini yaxshilash usullari orasida to‘qima arxitekturasidan ta’sirlangan tekislik ichidagi tolalardagi minimal to‘lqinlilik, arqoq zichligi va chiziqli zichlik qiymatlarini oshirish va mato darajasida qatlam ichidagi gibridlanish kirishini, bu matolarning siqilish qobiliyatini suv bilan moylash va siqilish haroratini oshirish orqali oshirish mumkinligini, tanda yoki arqoq zichligining oshishi 3DTIK ning kesish mustahkamligiga yordam berishi mumkin deya xulosa qilishgan [12].

To‘qima sochiqbop matolarning orgonoleptik xossalarini obyektiv baholash bo‘yicha D.Krasteva va boshqalar [13] bir qator tadqiqotlar olib borgan. Tadqiqotlar davomida sochiqbop matolarning orgonoleptik xossalarini aniqlash metodikasi ishlab chiqilgan.

[14] ishda elementlar bir-birining ustini kesib o‘tadigan, lekin bir-birining ostidan va ustidan o‘tmaydigan oddiy panjaraning tekis bosim-deformatsiya munosabatlari keltirilgan. [15] ishda oddiy to‘qima matolarining ikki o‘qli cho‘zilish xossalari, bir o‘qli cho‘zilish xossalari va siljish-deformatsiya xossalari haqidagi nazariyalar umumiy shaklda keltirilgan bo‘lib, bu nazariyalar davomida oddiy to‘qima matolar tuzilishining soddalashtirilgan stereomodeli qo‘llaniladi.

ISSN 3030-3907

[16] ishda matoning bir o‘qli mustahkamlik deformatsiyasi ikki o‘qli nazariyaning maxsus holati sifatida tahlil qilingan va ipning cho‘zilish yo‘nalishiga to‘g‘ri burchak ostida egilish qattiqligi kiritilgan.

[17] ishda umumiy siljish deformatsiyasi, ya’ni ikki o‘qli cho‘zilish va siljish deformatsiyasining qo‘shma deformatsiyasi umumiy ko‘rib chiqilgan va bu shiferdagi matolarning mexanik harakatini aniqlash mumkin bo‘lgan nazariya deb hisoblangan. Ushbu nazariyalarning to‘g‘riligini tasdiqlash uchun mualliflar tomnidan matolarning cho‘zilish va siljish xususiyatlarini o‘lchash uchun yangi ikki o‘qli valentlik sinov qurilmasi va ip xususiyatlarini o‘lchash uchun yangi ishlab chiqilgan sinov asboblari yordamida amalga oshirilgan tajribalar keltirilgan.

[18-20] ishlar matoning mexanik xossalarini chuqur tahlil qilish, nazariy modellarni ishlab chiqish va ularni eksperimentlar orqali tasdiqlashga qaratilgan bo‘lib, bu yondashuvlar to‘qima mato texnologiyasini rivojlantirish va uning amaliy qo‘llanilishiga yordam bergan.

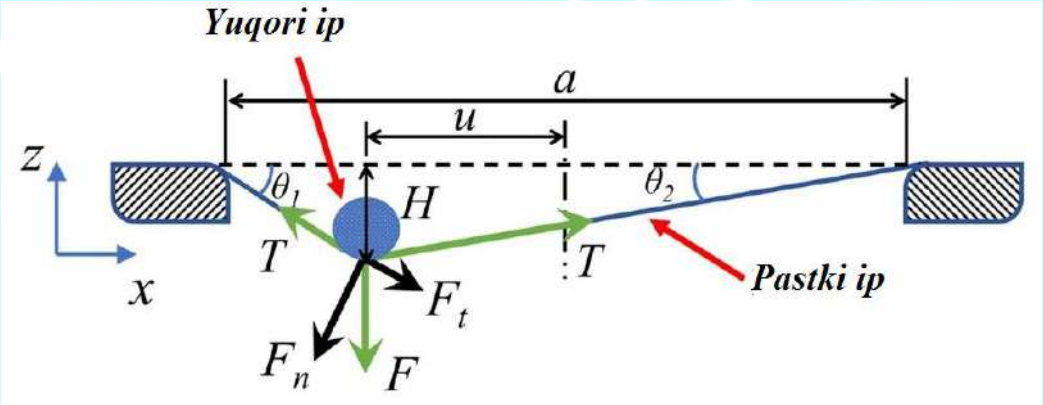
S.Mishra [18] tadqiqotlari davomida sun’iy neyron tarmog‘i yondashuvidan foydalangan holda paxta to‘qima matolarida ip mustahkamlik kuchidan foydalanish foizini (% SU) tahlil qilgan. Polotno, 2/2 sarja, 3/1 sarja va 4 qirrali singan sarja to‘qimalarda uchta siljish zichligi va har bir o‘rilishda uchta arqoqli matolar tahlil qilingan. Natijalar shuni ko‘rsatganki, yuk ko‘taruvchi yoki ko‘ndalang iplar sonining ko‘payishi ip mustahkamlik kuchidan foydalanishni ko‘paytirsa, iplardagi to‘lqin uzunligi va siqilish % ining ortishi zararli ta’sir ko‘rsatadi deya ta’kidlangan.

[19-36] ishlarda paxta ip va matolarining xossalarini bashorat qilishda hisoblash modellarining qiyosiy tahlili bo‘yicha tadqiqotlar olib borilgan. R. Guruprasad va boshqalar [19] sun’iy neyron tarmog‘i (ANN) va ikkita gibrid metodologiya, ya’ni Neyro-genetik modellashtirish va Adaptiv Neyro-Fuzzy Inference System (ANFIS) modellashtirishni qo‘llash orqali paxta to‘qima matolarining egilish qattiqligini bashorat qilish imkoniyati o‘rganilgan. Shu maqsadda paxtali xom to‘qima matolar to‘plami ohordan tozalangan, oqartirilgan va qattiqligi yo‘qotilgan. Keyin matolar konditsion muhitda saqlangan va egilish xususiyatlari uchun sinovdan o‘tkazilgan. Natijalar shuni ko‘rsatganki, neyro-genetik va ANFIS modellari bo‘yicha bashorat orqaga tarqaladigan neyron tarmoq modeliga qaraganda yaxshiroq bo‘lgan.

[37-43] ishlarda to‘qima shakllanishida ip xususuyatlarini o‘rganish bo‘yicha bir qator tadqiqotlar olib borilgan. Yu Wang va boshqalar [37] to‘qimachilik matolarining to‘quv jarayonini hisobga olgan holda ip/ipning ishqalanish tahlili: analitik model va eksperimental tasdiqlash bo‘yicha tadqiqotlar olib borgan. To‘qima matoning mustahkamlovchi elementlarini ishlab chiqarishda pishitilgan iplar orasidagi ishqalanish, agar ishqalanish haddan tashqari ko‘p

ISSN 3030-3907

bo‘lsa, tola bilan mustahkamlangan kompozitlarning mexanik xususiyatlarini yomonlashtiradigan holatlarning mexanik xususiyatlariga kuchli ta’sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan muhim masala hisoblanadi. Gertsian kontakt nazariyasiga asoslanib, ushbu tadqiqotda ortogonal va ortogonal bo‘lmagan kontaktda pishitilgan iplar orasidagi ishqalanish harakatini tasvirlash uchun yangi analitik model ishlab chiqilgan. Haqiqiy kontakt maydoni iplar orasidagi kontakt burchagi va buram berish ta’sirida tolalar yo‘nalishini hisobga olgan holda mikro/mezo shkalalar ostida modellashtirilgan. Eksperimental yondashuv ishlab chiqilgan modelning samaradorligini tasdiqlagan. Ishlab chiqilgan model orqali ip/kalavaning ishqalanish harakati to‘qimachilik jarayonini hisobga olgan holda turli sharoitlarda, masalan, ortogonal va ortogonal bo‘lmagan kontakt, bir xil/turli pishitish darajasi va to‘qimachilikni optimallashtirish uchun zarur bo‘lgan bir xil/boshqa buram yo‘nalishi kabi tavsiflangan.



1-rasm. To‘quv jarayonida ipga ta’sir qiluvchi kuchlar sxemasi [37].

1-rasmdagi *F*-berilgan normal kuch, N; F_n-normal kuch, N; F_t-ipning tangensial yuki, N; *T*-ipning burami, bur/metr; *H*- *F* ning ta’siri ostidagi siljish; θ-*z* va *x* normal yo‘nalishlar orasidagi burchak; *u*- kontakt nuqtasi va oraliq markazi orasidagi masofa (m); *a*- namuna oraligi (m).

Yuqorida berilgan kinematik ishqalanish jarayonida qo‘llaniladigan normal kuch *F* ni quyidagi tenglamalar orqali pastki *T* ipga ta’sir qiluvchi kuchlanish orqali hisoblash mumkin:

$$T = E_l S\left(\frac{H}{sin\theta_1} + \frac{H}{sin\theta_2} - 1\right) + F_p \qquad (1)$$

Bu yerda, E_l - ipning bo‘ylama moduli, S - ipning ko‘ndalang kesimi maydoni va F_p - ipga qo‘llaniladigan dastlabki taranglik.

$$\sqrt{(\frac{a}{2} - u)^2 + H^2} + \sqrt{(\frac{a}{2} - u)^2 + H^2} = l \qquad (2)$$

Bu yerda, *l*- tajriba natijasida olingan ishqalanishda ishtirok etuvchi ip namunasining uzunligi. Bundan tashqari, θ_1 va θ_2 quyidagicha berilgan.

ISSN 3030-3907

$$\theta_1 = arctan \frac{2H}{a - l\sqrt{\frac{a^2+4H^2-l^2}{a^2-l^2}}} \quad (3)$$

$$\theta_2 = arctan \frac{2H}{a + l\sqrt{\frac{a^2+4H^2-l^2}{a^2-l^2}}} \quad (4)$$

Bu yerda, H - F ta’siridagi siljish [37].

[44-47] ishlarda mualliflar elastik matolar deformatsiyasi bo‘yicha bir qator izlanishlar olib borishgan. Tadqiqotlar davomida politrimetilentereftalat polietilentereftalat bikomponentli kimyoviy iplardan tayyorlangan to‘qima matolarning elastikligini, to‘qima matolar mexanik xossalariga polyester chiziqli zichligi va o‘zakli paxta ipining cho‘zilish darajasining ta’sirini, Peirce modelidan foydalangan holda to‘qima matolarning strukturaviy va mexanik xususiyatlarini va boshqa shunga o‘xshash xossalarni tahlil qilish bo‘yicha tadqiqotlar o‘tkazilgan.

Shun Chen va boshqalar [44] cheklangan elementlar usuliga asoslangan holda elastik matoda qo‘llaniladigan mato deformatsiyasi va natijaviy lokal ip deformatsiyasi o‘rtasidagi munosabatni o‘rgangan. Yuqori cho‘zilish va egiluvchanlikka ega noyob to‘qimachilik mahsulotlari sifatida elastik matolar sport kiyimlari, tibbiy to‘qimachilik va elektron to‘qimachilik uchun keng qo‘llaniladi. Matoning cho‘zilish harakati matodan keyingi ishlov berish va undan foydalanish uchun juda muhimdir. Natijalar nafaqat matolarning yuqori cho‘zilishi va egiluvchanligining kelib chiqishini yoritibgina qolmay, balki to‘qimachilik asosidagi elektronika kabi turli xil ilovalar uchun elastik materiallarni loyihalash va ishlab chiqishda katta ahamiyatga egaligini ta’kidlashgan.

Aleš Bílkovský [45] tadqiqotlari davomida air-jet to‘quv mashinasida ip tarangligini nazorat qilish bo‘yicha tadqiqotlar o‘tkazgan. Uzluksiz to‘quv jarayoni uchun taranglikni nazorat qilish usulining barqarorligi va mustahkamligi muhimdir. To‘quv jarayonida ipning tarangligini o‘lchash va nazorat qilish oson emas, bu yerda xomuza harakatlanadi va batan mexanizmi ipda impulslar hosil qiladi. Biroq, matoning sifati to‘qima taragligiga bog‘liq. Xomuza harakat tarangligi ta’siri va ip yigirish sifati batan mexanizmiga ta’sir qilmaydi deya baholagan.

[46-49] ishlarda mualliflar to‘quv mashinasida tanda ipining tarangligini nazorati bo‘yicha tadqiqotlar olib borgan. Tadqiqotlar davomida xomuza paytida ipning tarangligini rivojlanishi, tanda ipining yuklanishiga xomuza shakllanishining ta’siri, baholash dasturidan foydalangan holda to‘quv jarayoni davomida tanda tarangligini nazorat qilish kabi izlanishlar tahlil qilingan.

Subrata Ghosh va boshqalar [50] tomonidan harakatlanadigan xomuzaning dinamik tabiatiga asoslanib, xomuza hosil qilish uchun to‘quv jarayonida tanda ipning tarangligini optimallash jarayonini nazariy tekshirish amalga oshirilgan. To‘quv mashinasida tanda ipning harakati to‘rt xil zonaga bo‘linadi. Har bir zonada

ISSN 3030-3907

hosil bo‘lgan taranglik pastki valning har bir daqiqali aylanishi uchun baholanadi. Xomuza geometriyasining dinamik tabiati va bir zonadan ikkinchisiga mumkin bo‘lgan ip oqimiga asoslangan model ishlab chiqilgan. Tadqiqot shuni ko‘rsatganki, ishlab chiqilgan ip tarangligining eng yuqori qiymatlari gulaning ekstremal pozitsiyalari uchun farq qiladi. Ishqalanish koeffitsiyentining ip tarangligini eng yuqori qiymatiga ta’siri nominaldir deya xulosa qilingan.

XULOSALAR

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ipning tarangligi va deformatsiyasini tushunish to‘quv samaradorligi va mato sifatini oshirish uchun juda muhimdir. Optimal ishlash uchun elastik deformatsiyaga afzallik beriladi, plastik deformatsiyadan qochish kerak. Murakkab taranglikni boshqarish tizimlari va hisoblash modellari istalgan natijalarga erishishda muhim rol o‘ynaydi.

Ip tarangligi va uning deformatsiyasi to‘quv jarayonlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Maqsadli tadqiqotlar natijasi shuni ko‘rsatadiki, monitoring, nazorat qilish va modellashtirish texnikasidagi yutuqlar to‘quv jarayonlarini yanada samaraliroq qilish uchun yo‘l ochadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Chidambaram, A., et al. (2022). *Elastic deformation of yarns in weaving: A comparative study.* Journal of Textile Research, 45(2), 123-135.
2. Ali, S., et al. (2020). *Plastic deformation in synthetic yarns: Causes and consequences.* Textile Science and Engineering, 37(4), 312-324.
3. Hossain, M., et al. (2021). *Single-cycle deformation dynamics in high-speed looms.* Journal of Weaving Mechanics, 12(3), 145-167.
4. Wu, X., et al. (2019). *Real-time yarn tension monitoring and its impact on fabric quality.* Textile Automation, 25(5), 88-102.
5. Rahman, T., et al. (2020). *Environmental effects on yarn deformation in weaving.* Textile Chemistry and Physics, 19(6), 567-580.
6. Smith, J., et al. (2021). *Advancements in electronic tension control for weaving.* Textile Innovations, 31(1), 74-89.
7. Miller, R., et al. (2023). *Deformation properties of blended yarns in modern looms.* Fabric Science Journal, 14(7), 98-115.
8. Jiang, H., et al. (2022). *Modeling yarn deformation: A finite element approach.* Computational Textiles, 5(3), 215-234.
9. Patxullayev S., Mengnarov Sh.S., Ismoilov D.A. Influence of the composition of the mixture and the type of processed fibers on single-cycle tensile strain fabrics. Ilm fan xabarnomasi jurnali, 2-son, may, 2024, 119-123 betlar.
10. B. Shao, F. Wang, W. Qian, Y. Fang, Q. Wang, Polym. Compos. 2022, 43(10), 7450. https://doi.org/10.1002/pc.26832

ISSN 3030-3907

11. Williams R. W. Measuring and modeling the anisotropic, nonlinear and hysteretic behavior of woven fabrics : дис. – The University of Iowa, 2010.
12. Li M, Wang P, Boussu F, Soulat D. A review on the mechanical performance of three-dimensional warp interlock woven fabrics as reinforcement in composites. Journal of Industrial Textiles. 2022; 51(7):1009-1058. doi:10.1177/1528083719894389
13. Krasteva D., Kandzhikova G. Objective Evaluation of the Handle of Woven Terry Fabrics //Journal of Textile and Apparel Technology and Management (JTATM). – 2015. – Т. 9. – №. 3.
14. Kilby, W. F. (1963). 2—Planar Stress–Strain Relationships In Woven Fabrics. Journal of the Textile Institute Transactions, 54(1), T9–T27. https://doi.org/10.1080/19447026308659910
15. Kawabata, S., Niwa, M., & Kawai, H. (1973). 3—The Finite-Deformation Theory Of Plain-Weave Fabrics Part I: The Biaxial-Deformation Theory. The Journal of The Textile Institute, 64(1), 21–46. https://doi.org/10.1080/00405007308630416
16. Kawabata, S., Niwa, M., & Kawai, H. (1973). 4—The Finite-Deformation Theory Of Plain-Weave Fabrics. Part Ii: The Uniaxial-Deformation Theory. The Journal of The Textile Institute, 64(2), 47–61. https://doi.org/10.1080/00405007308630417
17. Kawabata, S., Niwa, M., & Kawai, H. (1973). 5—The Finite-Deformation Theory Of Plain-Weave Fabrics. Part Iii: The Shear-Deformation Theory. The Journal of The Textile Institute, 64(2), 62–85. https://doi.org/10.1080/00405007308630418
18. Mishra, S. Prediction of Yarn Strength Utilization in Cotton Woven Fabrics using Artificial Neural Network. J. Inst. Eng. India Ser. E 96, 151–157 (2015). https://doi.org/10.1007/s40034-014-0049-6
19. Guruprasad, R., Behera, B.K. Comparative Analysis of Soft Computing Models in Prediction of Bending Rigidity of Cotton Woven Fabrics. J. Inst. Eng. India Ser. E 96, 167–174 (2015). https://doi.org/10.1007/s40034-014-0047-8
20. Wang F, Chen Z, Wu C, Yang Y, Zhang D, Li S (2021) A model for predicting the tensile strength of ultrafine glass fiber felts with mathematics and artificial neural network. J Text Inst 112(5):783–791
21. Taieb AH, Mshali S, Sakli F (2018) Predicting fabric drapability property by using an artificial neural network. J Eng Fibers Fabr 13(3):155892501801300320
22. Xie R et al (2024) Machine learning assisted mechanical properties prediction of fine denier polyester fiber. J Text Inst. https://doi.org/10.1080/00405000.2024.2346668

ISSN 3030-3907

23. Fazal MZ, Khan S, Abbas MA, Nawab Y, Younis S (2021) Machine learning approach for prediction of crimp in cotton woven fabrics. Tehnički vjesnik 28(1):88–95. https://doi.org/10.17559/TV-20191018180716
24. Koptelov A, Thompson A, Hallett SR, El Said B (2024) A deep learning approach for predicting the architecture of 3D textile fabrics. Mater Des 239:112803. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2024.112803
25. Abou-Nassif G (2015) Predicting the tensile and air permeability properties of woven fabrics using artificial neural network and linear regression models. J Text Sci Eng. https://doi.org/10.4172/2165-8064.1000209
26. Ribeiro R et al (2020) Predicting physical properties of woven fabrics via automated machine learning and textile design and finishing features. In: Maglogiannis I, Iliadis L, Pimenidis E (eds) Artificial intelligence applications and innovations. Springer, Cham, pp 244–255
27. Moezzi M, Ghane M, Semnani D (2015) Predicting the tensile properties of UV degraded nylon66/polyester woven fabric using regression and artificial neural network models. J Eng Fibers Fabr 10:1–11. https://doi.org/10.1177/155892501501000101
28. Jhanji Y, Kothari V, Gupta D (2016) 'Development and comparison of artificial neural network and statistical model for prediction of thermo-physiological properties of polyester–cotton plated fabrics. Fashion Text. https://doi.org/10.1186/s40691-016-0071-z
29. Doran EC, Sahin C (2020) The prediction of quality characteristics of cotton/elastane core yarn using artificial neural networks and support vector machines. Text Res J 90(13–14):1558–1580
30. Kargı VSA (2014) A comparison of artificial neural networks and multiple linear regression models as in predictors of fabric weft defects. Text Apparel 24(3):309–316
31. Habib M, Rokonuzzaman M (2012) A set of geometric features for neural network-based textile defect classification. Int Schol Res Notices 2012
32. Türker E (2017) A research on estimation of the weave fabric properties with the artificial neural networks. Text Apparel 27(1):10–21
33. Kanat ZE, Özdil N (2018) Application of artificial neural network (ANN) for the prediction of thermal resistance of knitted fabrics at different moisture content. J Text Inst 109(9):1247–1253
34. AbdJelil R, Zeng X, Koehl L, Perwuelz A (2013) Modeling plasma surface modification of textile fabrics using artificial neural networks. Eng Appl Artif Intell 26(8):1854–1864
35. Kalkanci M, Sinecen M, Kurumer G (2018) Prediction of dimensional change in finished fabric through artificial neural networks. Text Apparel 28(1):43–51

ISSN 3030-3907

36. Hamdi T, Ghith A, Fayala F (2020) Fuzzy logic method for predicting the effect of main fabric parameters influencing drape phenomenon. Autex Res J 20(3):220–227
37. Wang, Y., Jiao, Y. & Wang, P. Yarn/Yarn Friction Analysis Considering the Weaving Process of Textile Fabrics: Analytical Model and Experimental Validation. Tribol Lett 71, 91 (2023). https://doi.org/10.1007/s11249-023-01755-y
38. Abtew, M.A., Boussu, F., Bruniaux, P., Loghin, C., Cristian, I., Chen, Y., Wang, L.: Yarn degradation during weaving process and its effect on the mechanical behaviours of 3D warp interlock p-aramid fabric for industrial applications. J. Ind. Text. (2020). https://doi.org/10.1177/1528083720937288
39. Cornelissen, B., Sachs, U., Rietman, B., Akkerman, R.: Dry friction characterisation of carbon fibre tow and satin weave fabric for composite applications. Composites A 56, 127–135 (2014). https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2013.10.006
40. Mulvihill, D.M., Sutcliffe, M.P.F.: Effect of tool surface topography on friction with carbon fibre tows for composite fabric forming. Composites A 93, 199–206 (2017). https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2016.10.017
41. Tourlonias, M., Bueno, M.-A.: Experimental simulation of friction and wear of carbon yarns during the weaving process. Composites A 80, 228–236 (2016). https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2015.07.024
42. Walther, J., Bessette, C., Decrette, M., Tourlonias, M., Bueno, M.-A., Osselin, J.-F., Charleux, F., Coupé, D.: Yarn damage conditions due to interactions during interlock weaving process: in-situ and in-lab experiments. Appl. Compos. Mater. 29, 245–262 (2022). https://doi.org/10.1007/s10443-021-09950-7
43. Daelemans, L., Tomme, B., Caglar, B., Michaud, V., Van Stappen, J., Cnudde, V., Boone, M., Van Paepegem, W.: Kinematic and mechanical response of dry woven fabrics in through-thickness compression: virtual fiber modeling with mesh overlay technique and experimental validation. Compos. Sci. Technol. 207, 108706 (2021). https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2021.108706
44. Chen, S., Tian, X., Hua, T. et al. Exploring the relationship between applied fabric strain and resultant local yarn strain within the elastic fabric based on finite element method. J Mater Sci 55, 10258–10270 (2020). https://doi.org/10.1007/s10853-020-04738-9
45. Bílkovský, A. (2021). Yarn Tension Control During Weaving Process. In: Lovasz, EC., Maniu, I., Doroftei, I., Ivanescu, M., Gruescu, CM. (eds) New Advances in Mechanisms, Mechanical Transmissions and Robotics . MTM&Robotics 2020. Mechanisms and Machine Science, vol 88. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60076-1_35

ISSN 3030-3907

46. Luo J, Wang FM, Li D, Xu BG (2010) Elasticity of woven fabrics made of polytri-methylene terephthalate/polyethylene terephthalate bicomponent filaments. Text Res J 81:865–870
47. Leung KY (2016) Study on the mechanical properties of elastic woven fabrics. BS Thesis, The Hong Kong Polytechnic University, HK
48. Qadir B, Hussain T, Malik M (2014) Effect of elastane denier and draft ratio of core-spun cotton weft yarns on the mechanical properties of woven fabrics. J Eng Fiber Fabr 9:23–31
49. Realff ML (1994) Identifying local deformation phenomena during woven fabric uniaxial tensile loading. Text Res J 64:135–141
50. Ghosh, S., Chary, P. & Roy, S. Development of Warp Yarn Tension During Shedding: A Theoretical Approach. J. Inst. Eng. India Ser. E 96, 107–124 (2015). https://doi.org/10.1007/s40034-014-0044-y

ISSN 3030-3907

OLIY TA’LIM MUASSASALARIDA “BIOLOGIK POLIMERLAR VA BIOREGULYATORLAR KIMYOSI: UGLEVODLAR, OQSILLAR, NUKLEIN KISLOTALAR VA LIPIDLAR” MAVZUSINI O‘QITISHDA CHEMDRAW DASTURIDAN FOYDALANISHNING SAMARADORLIGI

Sevinchova Dilobar Nemat qizi

Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti.

Buxoro, O‘zbekiston.

E-mail: sevinchova.dilobar@bsmi.uz

Annotatsiya: Ushbu maqolada “Biologik polimerlar va bioregulyatorlar kimyosi: uglevodlar, oqsillar, nuklein kislotalar va lipidlar” mavzusini o‘qitishda ChemDraw dasturidan foydalanish samaradorligi tahlil qilinadi. Dastur yordamida murakkab biomolekulalarning tuzilishini vizual modellashtirish, ularning kimyoviy bog‘lanishlari va fazoviy konfiguratsiyasini oson tushunish imkoniyati yaratiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, ChemDraw asosida tashkil etilgan dars jarayonlari o‘quvchilarning ko‘rgazmalilik, tahliliy fikrlash, va amaliy ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

Kalit so‘zlar: Biologik polimerlar, bioregulyatorlar, ChemDraw, vizualizatsiya, interaktiv ta’lim, uglevodlar, oqsillar, nuklein kislotalar, lipidlar.

Аннотация: В данной статье анализируется эффективность использования программы ChemDraw в преподавании темы "Химия биологических полимеров и биорегуляторов: углеводы, белки, нуклеиновые кислоты и липиды." Программа позволяет визуально моделировать структуру сложных биомолекул, легко понимать их химические связи и пространственную конфигурацию. Результаты исследования показывают, что учебные процессы, организованные на основе ChemDraw, развивают наглядность, аналитическое мышление и практические навыки учащихся.

Ключевые слова: Биологические полимеры, биорегуляторы, ChemDraw, визуализация, интерактивное обучение, углеводы, белки, нуклеиновые кислоты, липиды.

Abstract: This article analyzes the effectiveness of using the ChemDraw program in teaching the topic "Chemistry of Biological Polymers and Bioregulators: Carbohydrates, Proteins, Nucleic Acids, and Lipids." The program allows visual modeling of the structure of complex biomolecules, easy understanding of their chemical bonds and spatial configuration. The research results show that the lesson processes organized on the basis of ChemDraw develop students' visual aids, analytical thinking, and practical skills.

Keywords: Biological polymers, bioregulators, ChemDraw, visualization, interactive learning, carbohydrates, proteins, nucleic acids, lipids.

Kirish.

Biologik polimerlar va bioregulyatorlar kimyosi fanining o‘qitilishi zamonaviy ta’lim texnologiyalarini qo‘llashni talab etadi. Ushbu fan doirasida uglevodlar, oqsillar, nuklein kislotalar va lipidlar kabi murakkab biomolekulalarning tuzilish va funksional xususiyatlarini o‘rganish o‘quvchilardan yuqori darajadagi fazoviy tasavvur, tahliliy fikrlash va strukturaviy tahlil ko‘nikmalarini talab qiladi.

Shu boisdan, ChemDraw dasturidan foydalanish biologik molekulalarni 2D va 3D formatda tasvirlash, kimyoviy bog‘lanishlar turini aniqlash, va molekulalararo o‘zaro ta’sirni vizual ko‘rsatish imkonini beradi. Bu yondashuv o‘quv jarayonini yanada interaktiv, amaliy va ilmiy asoslangan holga keltiradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. So‘nggi yillarda jahon ta’lim tizimida, xususan kimyo va biokimyo yo‘nalishlarida raqamli texnologiyalarni o‘quv jarayoniga integratsiya qilish faol sur’atlar bilan rivojlanmoqda. Raqamli vizualizatsiya, molekulyar modellashtirish va virtual laboratoriyalar o‘quvchilarning ilmiy tushunchalarini mustahkamlash, tahliliy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirish va murakkab kimyoviy jarayonlarni fazoviy idrok etish imkonini yaratmoqda.

Smith va hammualliflar (2021) tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotda, ChemDraw dasturining kimyoviy strukturani modellashtirishdagi didaktik imkoniyatlari tahlil qilingan. Ularning natijalari shuni ko‘rsatadiki, ushbu dastur orqali molekulalarning strukturaviy shaklini chizish va ularni 3D modellar sifatida ko‘rsatish talabalarning strukturaviy kimyo bo‘yicha bilimlarini 25–30% darajada mustahkamlaydi.

Lee va Kim (2020) esa o‘z izlanishlarida biologik polimerlar, xususan oqsillar va nuklein kislotalarning 3D vizual modellarini o‘qitish jarayoniga tatbiq etish orqali o‘quvchilarning molekulyar kimyo faniga bo‘lgan qiziqish darajasi va motivatsiyasi sezilarli ravishda oshganini ta’kidlagan. Ularning fikricha, vizual modellashtirish texnologiyasi o‘quvchilarga murakkab biomolekulalarning fazoviy konfiguratsiyasi, funksional guruhlarning joylashuvi va o‘zaro ta’sir mexanizmlarini aniq tasavvur qilish imkonini beradi.

Ushbu ilmiy tadqiqot Buxoro davlat universitetining “Kimyo” yo‘nalishida tahsil olayotgan 3-kurs talabalar ishtirokida amalga oshirildi. Tajriba-sinov ishlari “Biologik polimerlar va bioregulyatorlar kimyosi” fanining uglevodlar, oqsillar, nuklein kislotalar va lipidlar bo‘limlarini qamrab oldi. Mazkur fan tanlanishining sababi — u biologik tizimlardagi asosiy polimerlarning strukturasi va funksiyasini o‘z ichiga olgan, nazariy va amaliy jihatdan murakkab, lekin didaktik jihatdan katta imkoniyatlarga ega yo‘nalishlardan biridir.

Metodologik yondashuv:

Tadqiqot jarayonida quyidagi bosqichlar amalga oshirildi:

ISSN 3030-3907

1. ChemDraw dasturidan foydalanib biomolekulalar tuzilishini modellashtirish. Talabalarga uglevodlar (monosaxaridlar va polisaxaridlar), oqsillar (aminokislotalar va peptid bog‘lari), nuklein kislotalar (purin va pirimidin asoslari) hamda lipidlarning (glitseridlar, fosfolipidlar) strukturaviy formulalarini chizish topshirildi.

2. Molekulyar formulalar va strukturaviy izomeriyalarni tahlil qilish. Har bir mavzuda biomolekulalarning izomer shakllari, optik faol markazlari, gidrofil va gidrofob qismlari aniqlanib, ularning biologik funksiyalar bilan bog‘liqligi muhokama qilindi.

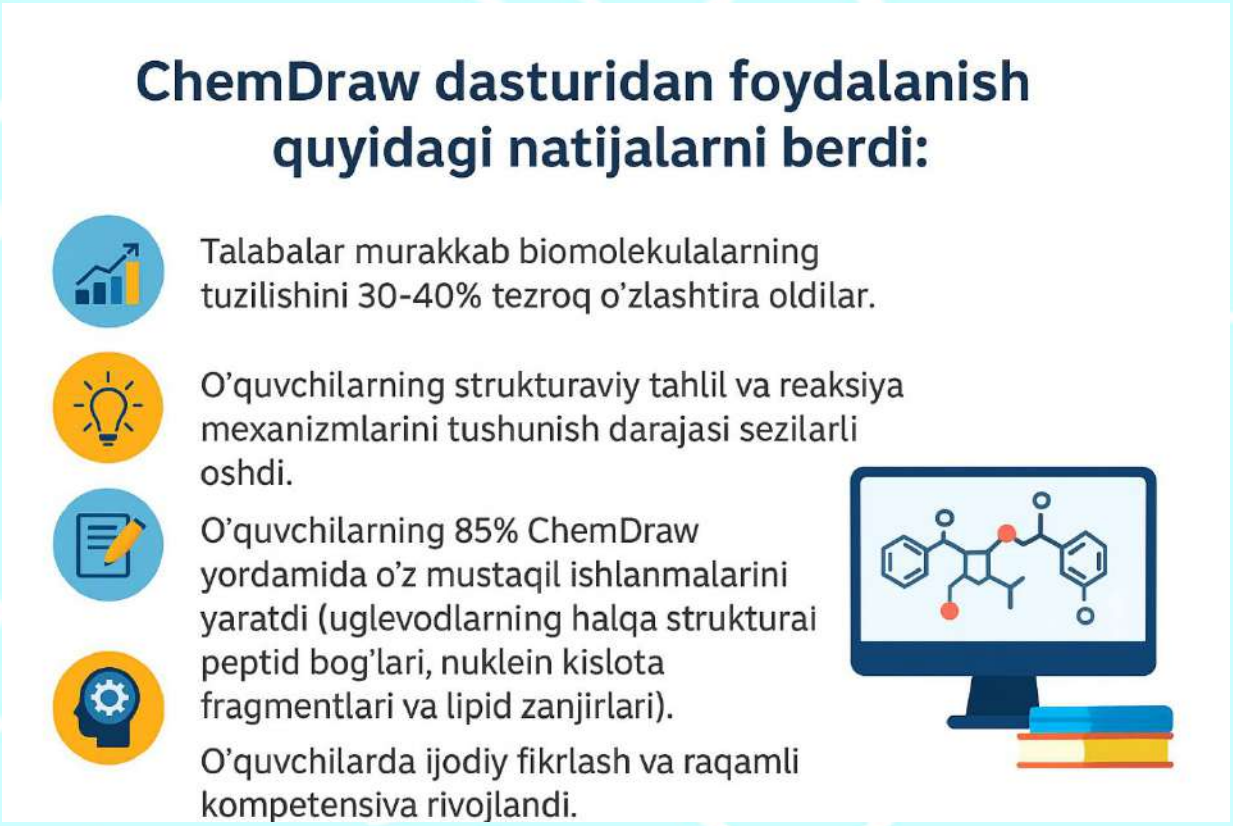
3. 2D grafiklarni 3D formatga o‘tkazish va interaktiv vizualizatsiya. ChemDraw dasturining 3D Model Viewer moduli yordamida molekulalarning fazoviy konfiguratsiyasi modellashtirildi. Talabalar ushbu vizual modellar orqali molekulalarning burchak tuzilmalari, bog‘lanish uzunliklari va orbital joylashuvini tahlil qildilar.

4. Bilimni baholash va natijalarni solishtirish. Eksperimental (ChemDraw qo‘llangan) va nazorat (an’anaviy usulda o‘qitilgan) guruhlar uchun o‘quv jarayonidan oldin va keyin test sinovlari o‘tkazildi. Natijalar statistik tahlil qilinib, raqamli texnologiyalarning o‘quv samaradorligiga ta’siri aniqlanib, foizli o‘sish ko‘rsatkichlari hisoblandi.

Tadqiqot metodologiyasi zamonaviy didaktik yondashuvlar, ya’ni ko‘rgazmalilik, faoliyatga asoslangan o‘qitish, raqamli integratsiya va muammoli o‘qitish prinsiplari asosida tashkil etildi.

NATIJALAR. ChemDraw dasturidan foydalanish biologik polimerlar va bioregulyatorlar kimyosi fanini o‘qitishda samarali natijalar berdi. Dastur yordamida talabalar murakkab biomolekulalarning — uglevodlar, oqsillar, nuklein kislotalar va lipidlarning — tuzilishini an’anaviy usullarga nisbatan 30–40% tezroq o‘zlashtira oldilar. Bu jarayon ularning strukturaviy tahlil, molekulyar tuzilish va reaksiya mexanizmlarini chuqurroq tushunishiga yordam berdi.

ISSN 3030-3907



Tadqiqot natijalariga ko‘ra, o‘quvchilarning 85 foizi ChemDraw dasturidan foydalanib mustaqil ishlanmalar yaratgan, jumladan, uglevodlarning halqa strukturasi, peptid bog‘lari, nuklein kislota fragmentlari va lipid zanjirlarini grafik shaklda modellashtirgan. Shu orqali talabalar nafaqat molekulalar tuzilmasini vizual tarzda ko‘ra olish, balki ularning funksional xususiyatlarini ham tahlil qilish imkoniyatiga ega bo‘ldilar. Dasturdan foydalanish o‘quvchilarda ijodiy fikrlashni rivojlantirdi, kimyoviy modellashtirish bo‘yicha raqamli kompetensiyalarni shakllantirdi hamda nazariy bilimlarni amaliy qo‘llash ko‘nikmasini mustahkamladi. Natijada, o‘quv jarayoni yanada interaktiv, samarali va zamonaviy raqamli ta’lim talablari darajasida tashkil etildi.

MUHOKAMA. O‘rganish natijalari shuni ko‘rsatadiki, kimyo fanining nazariy jihatdan murakkab va murakkab molekulyar tuzilmalarni o‘z ichiga olgan “Biologik polimerlar va bioregulyatorlar kimyosi” yo‘nalishida ChemDraw dasturidan foydalanish o‘qitish jarayonining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Ushbu raqamli vosita o‘quvchilarda ko‘rgazmalilik, fazoviy tasavvur va analitik fikrlashni kuchaytiradi, bu esa o‘z navbatida didaktik tamoyillarning amaliy qo‘llanishini ta’minlaydi.

ChemDraw dasturi orqali molekulalarning geometrik shakli, bog‘lanish burchaklari, fazoviy konfiguratsiyasi va konformatsion o‘zgarishlarini vizual ko‘rinishda modellashtirish imkoniyati yaratiladi. Bu jarayon talabalarga murakkab biomolekulalar — uglevodlar, oqsillar, nuklein kislotalar va lipidlarning strukturaviy xususiyatlarini intuitiv ravishda tushunishga yordam beradi.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, dastur reaksiya mexanizmlarini bosqichma-bosqich tahlil qilish, energetik barqaror shakllarni aniqlash va struktura–funksiya munosabatlarini o‘rganish uchun qulay ilmiy muhit yaratadi.

Metodik nuqtayi nazardan, ChemDraw dasturining joriy etilishi o‘qitish jarayonida interfaol o‘quv muhitini shakllantiradi. O‘qituvchi va talaba o‘rtasidagi muloqot jarayoni vizual asosda kuchayadi: talaba o‘zining molekulyar modellarini yaratadi, tahrirlaydi va o‘qituvchi bilan onlayn yoki sinf sharoitida tahlil qiladi. Bu jarayon refleksiya, tanqidiy fikrlash va mustaqil o‘rganish ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

Natijada, ChemDraw dasturi nafaqat ta’lim vositasi, balki zamonaviy didaktik model sifatida o‘zini namoyon etadi. U o‘quvchilarda ilmiy izlanish kompetensiyasi, raqamli savodxonlik va ijodiy yondashuvni shakllantiradi. Shu boisdan, ushbu texnologiyani biologik va organik kimyo fanlarini o‘qitishda integratsiya qilish kompetensiyaga yo‘naltirilgan ta’lim paradigmasini amalga oshirishda muhim bosqich hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, ChemDraw dasturidan foydalanish kimyo fanlarini o‘qitishda nazariy bilimlar va amaliy ko‘nikmalar o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlikni mustahkamlab, ta’lim jarayonining interaktivligi, vizualligi va samaradorligini oshiradi.

XULOSA. “Biologik polimerlar va bioregulyatorlar kimyosi” fanini o‘qitishda ChemDraw dasturini integratsiya qilish:

- nazariy va amaliy bilimlar uyg‘unligini ta’minlaydi;
- o‘quvchilarning ilmiy tahlil, modellashtirish va loyihalash ko‘nikmalarini rivojlantiradi;
- kimyo fanining murakkab mavzularini soddalashtirib, interaktiv tarzda o‘zlashtirish imkonini beradi.

Shu boisdan, mazkur metod zamonaviy raqamli pedagogika tamoyillariga to‘liq mos keladi va oliy ta’limda qo‘llashga tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Smith, A., & Johnson, R. (2021). Digital Visualization in Chemical Education Using ChemDraw. Journal of Chemical Education, 98(3), 455–462.
2. Lee, H., & Kim, J. (2020). 3D Molecular Modeling in Teaching Biochemistry. International Journal of Science Education, 42(7), 1123–1135.
3. Brown, T. (2019). Molecular Structure and Learning Visualization Tools. Chemistry Teacher Education, 54(2), 77–84.
4. Karimova, D. (2022). Zamonaviy kimyo ta’limida raqamli texnologiyalarni qo‘llash. Toshkent: O‘zMU nashriyoti.
5. Rasulova, M. (2023). Oliy ta’limda kimyo fanlarini o‘qitishda innovatsion metodlar. Buxoro davlat universiteti ilmiy axboroti, №2, 145–150.

ISSN 3030-3907

6. Zhang, Y., & Lin, X. (2020). ChemDraw as a Pedagogical Tool for Molecular Visualization. Journal of Science and Chemical Education, 47(6), 998–1005.
7. Ahmad, S., & Patel, D. (2021). Interactive Chemistry Learning through Molecular Drawing Software. International Journal of Digital Learning, 8(4), 233–240.
8. Omonov, S. (2021). Kimyo ta’limida vizualizatsiya metodlari va ularning samaradorligi. “Ta’lim va innovatsiya” jurnali, 5(1), 62–69.
9. Alimova, N., & Tursunov, B. (2022). Raqamli texnologiyalar asosida kimyo fanini o‘qitishning didaktik imkoniyatlari. O‘zbekiston Pedagogika jurnali, 3(2), 88–94.
10. Roberts, J., & Evans, K. (2018). Integrating ChemDraw in Undergraduate Organic Chemistry Labs. Journal of Higher Science Teaching, 29(5), 501–509.
11. Qodirova, G. (2021). Biomolekulalar tuzilishini o‘qitishda raqamli modellashtirishning afzalliklari. Samarqand davlat universiteti ilmiy to‘plami, 2(4), 55–61.
12. Anderson, M. (2020). Using Digital Tools to Improve Student Understanding in Chemistry. Education in Science, 46(9), 721–730.
13. Miller, R., & White, D. (2019). Visual Learning in Molecular Chemistry through Software-Based Modeling. Journal of STEM Education, 12(1), 29–38.
14. To‘xtayeva, L. (2023). Biokimyo fanida raqamli o‘qitish vositalaridan foydalanish. Toshkent kimyo-texnologiya instituti axborotnomasi, 7(1), 103–109.
15. Harrison, P., & Cole, N. (2022). Developing Chemical Literacy with Visualization Software. International Chemistry Education Review, 14(3), 310–320.
16. Abdullayeva, Z. (2020). Kimyo fanini o‘qitishda interfaol metodlar va AKT vositalari. O‘zbekiston ta’lim jurnali, 6(5), 134–139.
17. Park, S., & Nguyen, T. (2021). 3D Visualization Tools in Biochemistry Education: An Empirical Study. Science Education Today, 59(8), 875–884.
18. Nasriddinova, M. (2024). ChemDraw dasturi yordamida biologik polimerlar kimyosini o‘qitish tajribasi. Buxoro davlat universiteti ilmiy to‘plami, №1, 92–98.

ISSN 3030-3907

UDK: 546.185.56

KARBAMID, FORMALDEGID VA DIFENILKARBAZON TARKIBLI SORBENTGA MIS (II) IONINING SORBSIYA IZOTERMASI

Yulchiyeva Marg‘uba G‘afurjonovna
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, Kimyo muhandisligi kafedra dotsenti
ORCID ID 0000-0003-2248-6219
E-mail: margubayulchieva86@gmail.com
Tel: +99890 120 36 78

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot ishida karbamid va formaldegidning ishqoriy muhitda difenilkarbazon bilan polikondensatsiya reaksiyasi asosida sintez qilingan sorbentning sorbsion xossalari o‘rganildi. IQ-spektroskopik tahlil natijalari sorbent tarkibida gidroksil guruhlari (–OH), birlamchi amidlar hamda R–O–H guruhlarining mavjudligini ko‘rsatdi. Kompleks hosil qiluvchi sorbent yordamida eritmalardagi Cu(II) ionlarining sorbsiyasi tadqiq etildi va sorbent fazasida kompleks birikma hosil bo‘lishi aniqlandi. Bu holat IQ-spektrdagi tebranish chastotalarining o‘zgarishi bilan isbotlandi va asoslanib, kompleks birikmaning taxminiy tuzilishi taklif qilindi. Cu(II) ionlarining sorbsiya jarayoni Lengmyur va Freyndlix izotermalari asosida tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: karbamid, formaldegid, difenilkarbazol, IQ-spektr, izoterma Lengmyur, Freyndlix.

Аннотация. В данной работе исследованы сорбционные свойства сорбента, синтезированного путем поликонденсации мочевины и формальдегида с дифенилкарбазоном в щелочной среде. По данным ИК-спектроскопии установлено наличие в составе сорбента гидроксильных групп (–OH), первичных амидов и групп R–O–H. С применением комплексообразующего сорбента изучена сорбция ионов Cu (II) из растворов, при этом установлено образование комплексного соединения в фазе сорбента. Этот факт подтвержден изменением частот колебаний в ИК-спектрах, на основании чего предложена предполагаемая структура комплексного соединения. Процесс сорбции ионов Cu (II) на комплексообразующем сорбенте был проанализирован с использованием изотерм Ленгмюра и Фрейндлиха.

Ключевые слова: мочевина, формальдегид, дифенилкарбазол, ИК-спектр, Ленгмюра, изотерма Фрейндлиха.

Annotation. This study investigates the sorption properties of a sorbent synthesized via the polycondensation of urea and formaldehyde with diphenylcarbazone in an alkaline medium. IR spectroscopic analysis confirmed the presence of hydroxyl groups (–OH), primary amides, and R–O–H groups within the sorbent structure. Using a complex-forming sorbent, the sorption of Cu (II) ions

ISSN 3030-3907

from aqueous solutions was examined, revealing the formation of a complex compound within the sorbent phase. This was substantiated by shifts in vibration frequencies observed in the IR spectra, from which a tentative structure of the complex was proposed. The sorption process of Cu (II) ions on the complex-forming sorbent was analyzed according to the Langmuir and Freundlich isotherms.

Key words: urea, formaldehyde, diphenylcarbazole, IK-spectrum, Langmuir, Freundlich isotherm.

Kirish.

Bugungi kunga kelib chiqindi suvlari tarkibidagi og‘ir metall va zaharli ifloslantiruvchi moddalarni turli xil murakkab substratlardan samarali tozalash amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Chiqindi eritmalarni zararsizlantirishda, kompleks hosil qiluvchi sorbentlarga bo‘lgan ehtiyoj ortmoqda. Zamonaviy kimyoning vazifalaridan biri, ion almashinadigan va kompleks hosil qiluvchi polimerlar va polimer materiallarning keng assortimentini yaratish bilan bog‘liq. Hozirgi vaqtda ion almashinuvchi, kompleks hosil qiluvchi polimerlarning yangi hosilalari ishlab chiqilgan.

Adabiyotlar taxlili va metodlari. Hozirda ikkilamchi resurslardan qimmatbaho va og‘ir metallarni qayta ishlash uchun yuqori texnologiyali qurilmalardan samarali va selektiv sorbentlarni ishlab chiqish katta ahamiyatga ega [1].

Ushbu ishlarda biz 1980-2000 yillarda keng qo‘llanilgan ammo ushbu usullarning aksariyati unutilgan, hozirgi vaqtda ushbu usullardan keng foydalanilayotgan klassik kimyoviy yo‘llar bilan mavjud bo‘lmagan yangi birikmalar sintezi va ularni metallar sorbsiyasida qo‘llanishni ko‘rib chiqamiz [2].

o- va p-gidroksibenzoy kislotalarni rezorsin hamda katexol (1,2-digidroksibenzol) bilan bog‘lovchi reagent formaldegid ishtirokida polikondensatsiyalanishidan xelat hosil qiluvchi ion almashinuvchi smolalar sintezi bayon etilgan. Sintez jarayoni dimetilformamidda 80 °C haroratda olib borilgan. Sintez qilingan smolalarda kadmiy (II) va qo‘rg‘oshin (II) ionlari adsorbsiyasi o‘rganilgan [3].

Salitsil kislota, antranil kislota va formaldegidni kislotali muhitda polikondensatsiyalanishidan yangi, xelat hosil qiluvchi terpolimer smola sintez qilingan. Terpolimerning tuzilishi spektral ma’lumotlar asosida isbotlangan [4]:

Ikkilamchi va uchlamchi funksional guruhlarini o‘z ichiga olgan 2,4-dinitrofenilgidrazin asosidagi polimer ionitlar olingan. Bu ionit eritmalardan va tabiiy suvlardan misni ajratib olishda yuqori sorbsion xususiyatlarga ega ekanligi asoslangan [5].

ISSN 3030-3907

Karbamid, formaldegid va 1-naftilamin asosida azotni o‘z ichiga olgan kompleks hosil qiluvchi sorbent sintez qilish bo‘yicha tadqiqotlar o‘tkazilgan. Olingan natijalarga ko‘ra, sintez qilingan sorbentning statik almashinuv sig‘imi 3,8 n NaOH eritmasi uchun 0,1 mg-eq/g ni tashkil etdi. Sintezlangan kompleks hosil qiluvchi sorbentlarning sirt morfologiyasi skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) va sorbent tuzilishining IQ-spektroskopik tahlili yordamida o‘rganilgan [6].

Yangi sintez qilingan sorbentning IQ-spektrli tahlil natijalariga ko‘ra, sorbentda OH guruhlari, birlamchi amidlar (biriktirilgan melamin halqasi) va R-O-H guruhi mavjudligini tasdiqlandi. Olingan natijalar asosida metallargiyada chiqindi suvlari tarkibidagi d-metallarni sorbsiyalashda karbamid- formaldegid difenilkarbazon asosida sintez qilingan sorbentdan foydalanish imkoniyatini beradi [7].

Nikel va marganesning [8] sorbsion izotermalari mono va bikomponentli tizimlarda kuzatilib, eksperimental model natijalari Pb (II) va sirt funksional guruhlari o‘rtasidagi xelatlash yoki kompleks o‘zaro ta’sirlar mikrosferalarda og‘ir metall ionlarining kuchli adsorbsiyasi uchun javobgar ekanligini ko‘rsatdi [9]. Psevdo-ikkinchi tartib sorbsiya kinetikasi Cu^{2+} ionlariga ta’sir mexanizmi, strukturaviy xususiyatlari mos ravishda DSC (Differential Scanning Calorimetry) va TG (Thermogravimetric Analysis) tahlillari bilan tavsiflandi [10].

O‘zaro kimyoviy bog‘lar bilan bog‘langan metall komplekslari bo‘lgan xitozan va bog‘lovchi sifatida glutaraldegid matritsasiga to‘rt metall (Cu (II), Zn (II), Ni (II) va Pb(II)) ning sorbsiyasida adsorbsion sharoitlarning ta’siri, xitozanning molyar nisbati va pH o‘zgarishlari o‘rganildi. Rangli metallar Cu (II), Zn (II), Ni (II) va Pb (II) ionlarining eritmalardagi adsorbsiyasi [11], ularning IQ-spektrlari, termik tahlili va issiqlik barqarorligi o‘rganilgan [12].

Ushbu maqolada [13], 2 M HCl katalizatori, p-nitrofenolning terpolimer smolalari, trietilentetramin va formaldegid 2 M NaOH katalizatori ishtirokida karbamid va formaldegidni kondensatsiya qilish orqali 2,2[1]-digidroksibifenil sintez qilindi. Sintez qilingan polimerning sorbsion xossalari Fe^{3+}, Cu^{2+}, Ni^{2+}, Co^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+} va Pb^{2+} ionlari uchun o‘rganildi. Ion almashinadigan polimer Co^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+} va Pb^{2+} ionlariga qaraganda Fe^{3+}, Cu^{2+} va Ni^{2+} ionlari uchun yuqori selektivlikni ko‘rsatgan [14].

Tadqiqot jarayonida poli (glisidil metakrilat) mikrosferalarini 2-aminotiazol bilan modifikatsiyalash orqali yangi adsorbent sintez qilindi. Eritmalardan Au (I) ionlarini sorbsiyalash jarayonida Zn (II), Mg (II), Cu (II), Ge (IV) va B (III) kabi ionlar uchun yaxshi selektivlik kuzatildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, Au (I) ionlarining maksimal adsorbsion qobiliyati 440,54 mg/g ni, eriydigan muhitning pH=4 bo‘lganida muvozanat adsorbsiya vaqti 3 soatni tashkil qiladi [15].

Ushbu tadqiqotda nano o‘lchamdagi (~ 95 nm) rux oksidi, KNO3-NaNO3 ning evtektik eritmasi 45°C da tayyorlangan. Olingan ZnO kislota katalizlangan

ISSN 3030-3907

polimerizatsiya jarayonida karbamid-formaldegid (KF) smolasi bilan biriktirildi. Plyonka shaklida (~ 0,5 mm qalinlikdagi) quyma karbamid-formaldegid smolasi bilan qoplab tayyorlangan ZnO 15 daqiqada suvli eritmadan 80% Cu (II) tarkibini olib tashlash uchun ishlatilgan [46].

Og‘ir metallarning yuqori samarali adsorbsiyasi uchun polietilenimin (PEI) bog‘langan magnitli adsorbent ishlab chiqildi va Cu^{2+}, Zn^{2+} va Cd^{2+} ning adsorbsiyasi pH ga bog‘liq o‘rganildi. Adsorbsion muvozanatga 10 daqiqa ichida erishildi va psevdo-ikkinchi tartibli model bilan yaxshi natijaga erishildi. Ushbu metallar uchun adsorbentning sorbsion izotermalari Langmyur modeliga mos keladi [17].

Dietilentriamin (DETA) funksionallashtirilgan PGMA adsorbentining (P-DETA sifatida ko‘rsatilgan) bir qator og‘ir metall ionlariga, shu jumladan Cu, Co, Ni, Zn va Cd ionlariga nisbatan sorbsiya samaradorligi o‘rganilgan. Natijalarga ko‘ra Cu, Ni va Zn ionlari adsorbsiyalanganda tetraedral geometriyani (to‘rt marta koordinatsiya), Co ion esa oktaedral geometriyani (olti marta koordinatsiya) ko‘rsatadi [18].

Yuqoridagi adabiyotlar tahililidan kuzatiladiki, ikki valentli d-metallarini sorbsiyalovchi kompleks hosil qiluvchi sorbentlar, metallar bilan sorbent hosil qilgan koordinatsion birikmalarining tadqiqi to‘liq o‘rganilmagan.

Ushbu tadqiqot ishining maqsadi - karbamid, formaldegid va difenilkarbazon asosida olingan sorbent va uning d-metallar bilan kompleks hosil qilishini o‘rganish.

EMC-30PC-UV va IRTracer-100 SHIMADZU infraqizil Fourier IR spektrometrida (Yaponiya) (diapazon 400–4000 sm^{-1}, ruxsati 4 sm^{-1}) kukun usuli yordamida aniqlandi, tasvirlari Toshkent kimyo texnologiya ilmiy tadqiqot institutida olingan.

Natijalar va muhokama. Avvalgi tadqiqotlarimizda karbamid formaldegid smolasini difenilkarbazon bilan modifikatsiyalab yangi kompleks hosil qiluvchi sorbent sintezi o‘rganildi. Reaksion aralashma 90-100 °C haroratda 1,5-2 soat qizdirib, mayda, g‘ovak, sarg‘ish qizil rangli qattiq ionit sintez qilindi. Reaksiya unumi 89 % [19].

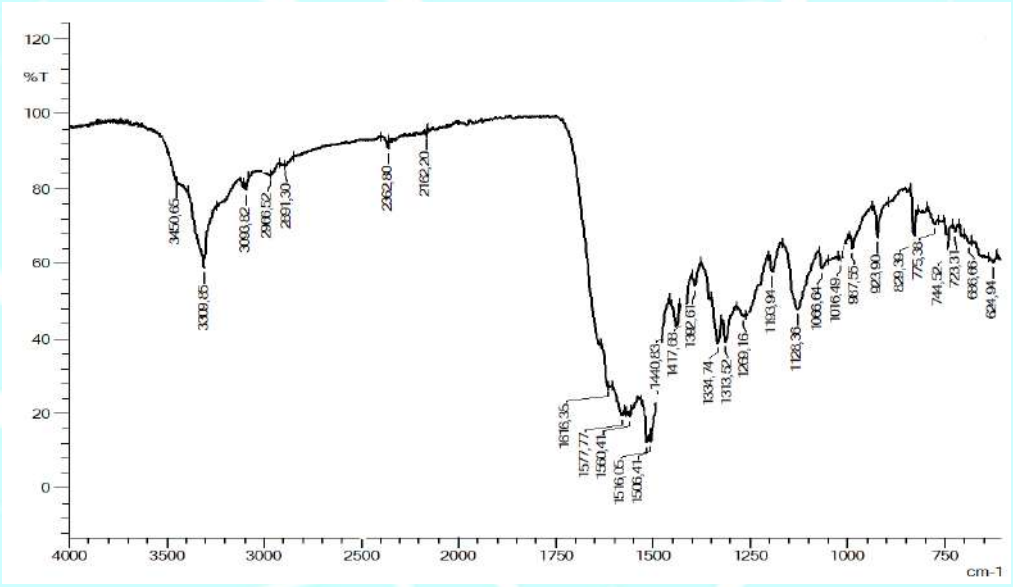
Ushbu sintez qilib olingan ionit tarkibidagi mavjud funksional guruhlar, Cu (II) ionini sorbsiyalaganda so‘ng funksional guruhlarning siljish sohalarini o‘rganish maqsadida IQ- spektr tahlilli o‘tkazildi.

KF-DKning IQ- spektrlari CONHR ikkilamchi amid va bog‘langan OH guruhlari (bog‘langan NH_2 guruhlari, bitta sohada) tebranish chastotalariga mos keladigan 3309 sm^{-1} sohadagi chiziqlarni o‘z ichiga oladi.

ISSN 3030-3907

1616 sm^{-1} sohasini paydo bo‘lishi -C=O bog‘langan guruhi hamda C=N guruhli bog‘lanish mavjudligini ko‘rsatadi va 1440 sm^{-1} sohasida biz N=N guruhining o‘zgaruvchan bandlarini kuzatamiz.

Shu bilan birga 1616-1440 sm^{-1} sohalarda aromatik halqaning cho‘zilgan tebranishlari namayon bo‘ldi. 1389 sm^{-1} sohasida – CH_2, 829 sm^{-1} sohada –C-N= guruhiga xos tebranishlar kuzatildi.

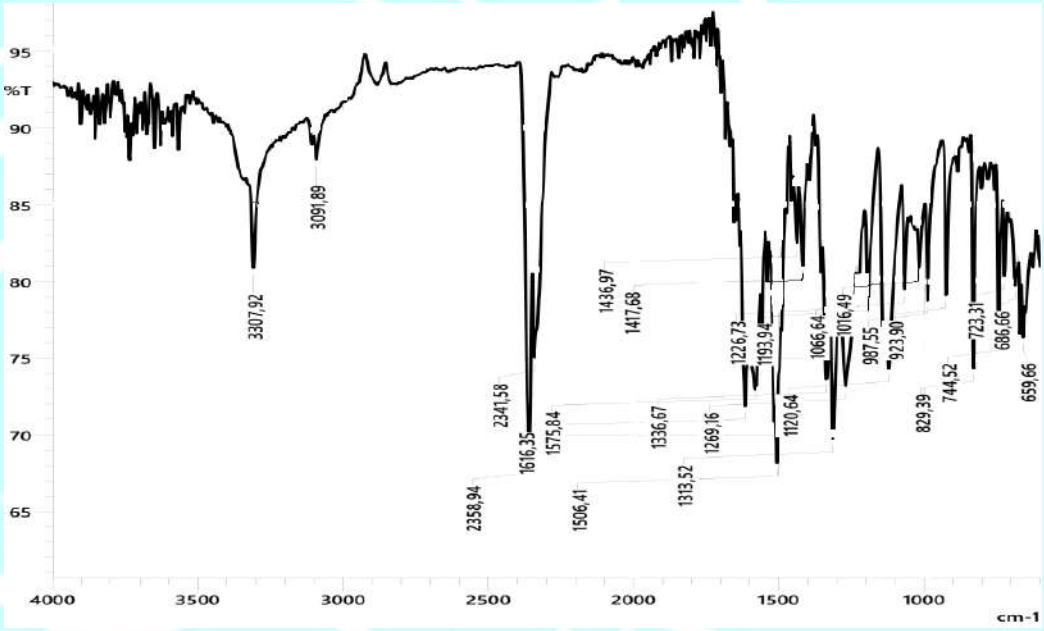


1-rasm. KF-DK ionitining IQ-spektri

KF-DK sorbentining mis (II) ioni bilan hosil bo‘lgan koordinatsion birikmasining IQ-spektridagi nur yutilish chastotalari tahlil qilinib, quyidagi sohalarda o‘zgarishlar kuzatildi.

Ikkilamchi amid va bog‘langan OH guruhlari tebranish chastotalariga mos keladigan tebranishlar 3307 sm^{-1} sohada namoyon bo‘ldi. 1616 sm^{-1} sohasini paydo bo‘lishi -C=O guruhi hamda C=N guruhli bog‘lanish mavjudligini ko‘rsatadi. 1438 sm^{-1} sohasida N=N guruhining o‘zgaruvchan bandlar kuzatildi va shu bilan birga 1616-1436 sm^{-1} sohalarda aromatik halqaning cho‘zilgan tebranishlari namayon bo‘ldi. 1336 sm^{-1} sohasida – CH_2, 829 sm^{-1} sohada –C-N guruhiga xos tebranishlar kuzatildi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. KF-DF ning Cu (II) ioni bilan hosil qilgan kompleks birikmaning IQ-spektri

1-jadval

KF-DK va KF-DK+Cu (II) ning IQ-spektr chastota siljishlari

Birikma	ν(NH)	$\nu_s(CH_2)$	$\delta(CH_2)+\delta(CN)$	(N=N)	ν(C-N)	ν(C-OH)
KF-DK	3309	2891	1616	1440	829	775
KF-DK + Cu (II)	3307	2885	1616	1417	829	744

1-jadvalga ko‘ra, sorbentdagi amino guruhlar metall ionining koordinatsiyalanishini ta’minlaydi, bunda to‘rt a’zoli xelat xalqa hosil bo‘ladi.

Sintezlangan kompleks hosil qiluvchi sorbent Cu (II) ionlari uchun sorbsiya izotermasi o‘rganildi. Buning uchun 50 mg sorbent tortib olinib, 1 soat davomida 10 ml distillangan suvda qoldirildi. So‘ng suvda shishgan sorbent tahlil uchun olingan Cu (II) ning 0,1n 10 ml tuzli eritmasiga solinib, termostatlangan suv hammomida 2,5-3 soat davomida aralashtirib turildi. Dastlabki va sorbsiyadan keyingi eritmalarning optik zichligi farqi bo‘yicha komponentlar konsentrasiyasi spektrofotometrik usulda aniqlandi va sorbsiya samaradorligi yani ionitga yutilgan ion miqdori q (mol/g) ionit fazasidagi komponent miqdori bo‘yicha quyidagi formuladan aniqlandi:

$$q = \frac{V}{m} \cdot (C_1 - C_2)$$

bu yerda

C_1 –eritmaning boshlang‘ich konsentratsiyasi mol/l;

C_2 – eritmaning sorbsiyadan keyingi konsentratsiyasi, mol/l;

ISSN 3030-3907

V – sorbsiya uchun olingan eritma hajm, ml;
m - quruq sorbentning massasi, g.

Sorbsiya jarayoni har bir ionit uchun 20, 40, 60, 80°C haroratlarda o‘tkazildi va olingan tahlil natijalariga ko‘ra, Cu (II) ionlarining optimal sorbsiyalanish harorati 40°C ekanligi aniqlandi(3-rasm).

Adsorbsion izotermalarda sorbsiya jarayoni Lengmyur va Freyndlix tenglamalaridan foydalanib, sorblanganlar (muvozanatda) o‘rtasidagi bog‘liqlikni tekshirishda keng qo‘llaniladi. Cu (II) ionlarining miqdoriy sorbsiyalanish muvozanatini aniqlash uchun ham Lengmyur va Freyndlix modelidan foydalanildi.

2-jadval

Sorbsiya izotermasining modeli

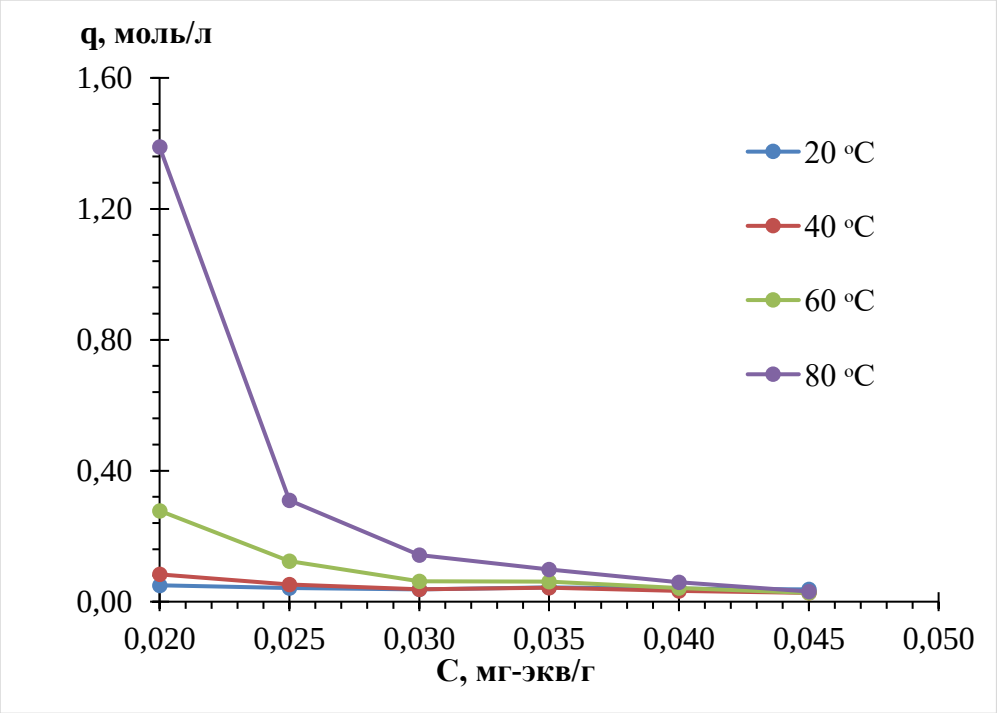
Model	Tenglama
Lengmyur	$q = q_{mak}\frac{Kl * C}{1 + Kl * C}$
Freyndlix	$q = K_F * C^{1/n}$ $lgq = lgK_F + 1/n * lgC$

2-jadvalda keltirilgan tenglamalarda K_L va K_F – Lengmyur va Freyndlix tenglamalaridagi muvozanat konstantalari, q_{mak}- ionitning maksimal sig‘imi, mol/g; C– eritmadagi tarkibiy qismlarning muvozanat kontsentratsiyasi, mol/l; n – sorbsiyaning intensivligini ko‘rsatadigan Freyndlix izotermasining doimiysi.

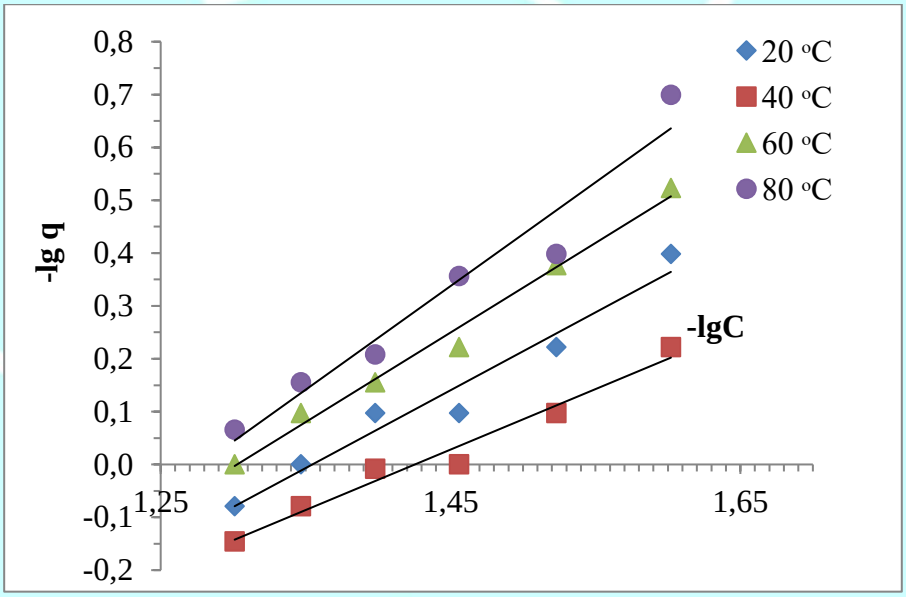
Lengmyur va Freyndlix izoterma tenglamalaridan kelib chiqadigan doimiyliklarning qiymatlarini hisoblashlar Microsoft Excel 2013 ofis paketidagi LINEYN funksiyasi yordamida kichik kvadratlar usulida o‘tkazildi.

Sintez qilingan xelat hosil qiluvchi sorbentda sorbsiya izotermasi Cu (II) ionlaridan olingan natijalar 3 va 4-rasmlarda grafik ko‘rinishida keltirildi. Tajribalarda olingan natijalar Lengmyur va Freyndlix modellari bo‘yicha qayta ishlandi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Lengmyur modeli bo‘yicha Cu (II) ionlarining KF-DK bilan chiziqli shakldagi sorbsiya izotermalari.



4-rasm. Freyndlix modeli bo‘yicha Cu (II) ionlarining KF-DK bilan chiziqli shakldagi sorbsiya izotermalari.

3-jadval

Cu (II) ionlarining yutilish izotermasi

№	Izoterma parametrlar	Qiymatlar
	Lengmyur izoterma	**modeli**
1	Q_{max}	1,962
2	K_L	10,05
3	R_L	0,002
4	R^2	0,967

ISSN 3030-3907

Freyndlix izoterma	modeli	
1	**1/n**	1,405
2	**n**	0,711
3	**K_F**	4,078
4	**R^2**	0,982

3-jadvalda KF-DK sorbentining Lengmyur va Freyndlix modeli bo‘yicha Cu (II) ionlari sorbsiya izotermalarining doimiyliklari keltirilgan. Bundan ko‘rinadiki, KF-DKda Cu (II) ionlari sorbsiya izotermasi Freyndlix modeliga bo‘ysunadi. Harorat 40 ^{0}C da sorbentning maksimal sorbsion sig‘imi ortishi, sorbent tarkibidagi koordinatsion bog‘lar mustahkamligini bildiradi. Ya’ni 40^{0}C da sorbentning bo‘kuvchanligi ortishi natijasida, sorbsiyalanuvchi ionlar ligand tarkibiga chuqurroq kirib sorbsiyalanadi.

Xulosa. Karbamid, formaldegid va difenilkarbazon asosida sintez qilib olingan sorbentning IQ-spektrlari hamda ushbu sorbentning Cu (II) ionlari sorbsiyasidan olingan sorbentning IQ- spektrlari taxlil qilindi. Taxlil natijalariga ko‘ra KF-DK ning Cu (II) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmasining taxminiy formulalari keltirildi. KF-FKning Cu (II) ionlari bilan sorbsiya jarayoni 20, 40, 60, 80 ^{o}C haroratlarda olib borilib, sorbsiyalanishning optimal harorati 40°C ekanligi aniqlandi. Sorbsiya izotermalari Lengmyur va Freyndlix modeli bo‘yicha taxlil qilindi. Olingan natijalarga ko‘ra, KF-DK da Cu (II) ionlarining sorbsiya izotermasi Freyndlix modeliga mos kelishi aniqlandi.

ADABIYOTLAR

1. Wang, X., Wang, F., Cui, X., Du, X., & Lu, X. (2021). UiO series of metal-organic frameworks composites as advanced sorbents for the removal of heavy metal ions: Synthesis, applications and adsorption mechanism. Ecotoxicology and Environmental Safety, 208, 111577. DOI.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111577

2. Shanker, U., & Rani, M. (Eds.). (2022). Liquid and Crystal Nanomaterials for Water Pollutants Remediation. Boca Raton, Florida, USA: CRC Press.

3. Shah, B. A., Shah, A. V., & Tailor, R. V. (2011). Characterization of hydroxybenzoic acid chelating resins: Equilibrium, kinetics, and isotherm profiles for Cd (II) and Pb (II) uptake. Journal of the Serbian Chemical Society, 76(6), 903-922.

4. Riswan Ahamed, M. A., Azarudeen, R. S., Subha, R., & Burkanudeen, A. R. (2014). Sorption behavior of ion-exchange terpolymer resin with environmental impact: synthesis, characterization and isotherm models. Polymer bulletin, 71(12), 3209-3235. DOI.org/10.1007/s00289-014-1246-7

5. Йулчиева, М. Г., Касимов, Ш. А., Тураев, Х. Х., & Турсунов, О. Х. У. (2021). Синтез и исследование хелатообразующего сорбента на основе

ISSN 3030-3907

карбамида, формальдегида и 2, 4-динитрофенилгидразина. Universum: химия и биология, (11-2 (89)), 33-36. DOI - 10.32743/UniChem.2021.89.11.12481

6. Marguba, Y. (2023). SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF IONITES OBTAINED ON THE BASED ON FORMALDEHYDE, UREA, 1-NAPHTHYLAMINE. Multidisciplinary Journal of Science and Technology, 3(5), 340-345. Doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V71I8P214

7. Gafurjanovna, Y. M., Khudoynazarovich, T. K., Ugli, N. A. K., & Ergashevna, T. I. (2024). Studying synthesis of a chelate-forming sorbent based on urea-formaldehyde and diphenylcarbazone. DOI:org/10.56042/ijc.v63i6.9006

8. Эшмуродов, Х. Э., Гелдиев, Ю. А., Тураев, Х. Х., Джалилов, А. Т., & Суюнов, Ж. Р. (2020). ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ КРЕМНИЙСОДЕРЖАШИЙ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ. Universum: технические науки, (12-5 (81)), 9-13. DOI: 10.32743/UniTech.2020.81.12-5.9-13

9. AbduvalievaM. Z., ErmuratovaN. A., TuraevK. K., Kornilov, K. N., & KasimovS. A. (2024). СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩЕГО СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ КАРБАМИДА, ФОРМАЛЬДЕГИДА И БРОМКРЕЗОЛОВОГО ПУРПУРОВОГО. ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ. СЕРИЯ «ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ», 67(3), 35-44. https://doi.org/10.6060/ivkkt.20246703.6949

10. Fan, H. T., Sun, X. T., Zhang, Z. G., & Li, W. X. (2014). Selective removal of lead (II) from aqueous solution by an ion-imprinted silica sorbent functionalized with chelating N-donor atoms. Journal of Chemical & Engineering Data, 59(6), 2106-2114. DOI:10.1021/je500328t

11. Chen ArhHwang, C. A., Yang ChengYu, Y. C., Chen ChiaYun, C. C., Chen ChiaYuan, C. C., & Chen ChiaWen, C. C. (2009). The chemically crosslinked metal-complexed chitosans for comparative adsorptions of Cu (II), Zn (II), Ni (II) and Pb (II) ions in aqueous medium. DOI.10.1016/j.jhazmat.2008.07.073

12. Prabhakaran, D., & Subramanian, M. S. (2003). A new chelating sorbent for metal ion extraction under high saline conditions. Talanta, 59(6), 1227-1236. DOI.10.1016/S0039-9140(03)00030-4

13. Jadhao, M. M., Paliwal, L. J., & Bhave, N. S. (2009). Ion-exchange properties of 2, 2'-dihydroxybiphenyl-urea-formaldehyde terpolymer resins. Desalination, 247(1-3), 456-465. DOI.10.1016/j.desal.2008.07.020

14. Kalbende, P. P., & Zade, A. B. (2015). Sorption studies of terpolymers based on p-nitrophenol, triethylenetetramine, and formaldehyde. Separation Science and Technology, 50(7), 965-974. DOI: 10.1080/01496395.2014.978457

15. Xolboyeva, M., Smanova, Z., Gafurova, D., Yulchiyeva, M., & O‘ralova, M. (2025). IMMOBILLANGAN NITROZO-R-TUZI YORDAMIDA Fe (III) IONINI ANIQLASHNING SAMARALI VA SELIKTIV USULINI ISHLAB CHIQISH. Farg‘ona Davlat Universiteti, 30(6), 109. Retrieved from https://journal.fdu.uz/index.php/sjfsu/article/view/5471

16. Pandey N., Shukla S. K., Singh N. B. Zinc oxide-urea formaldehyde nanocomposite film as low-cost adsorbent for removal of Cu (II) from aqueous solution //Advanced Materials Letters. – 2015. – T. 6. – №. 2. – C. 172-178. DOI: 10.5185/amlett.2014.5604

17. Pang Y. et al. PEI-grafted magnetic porous powder for highly effective adsorption of heavy metal ions //Desalination. – 2011. – T. 281. – C. 278-284. https://doi.org/10.1016/j.desal.2011.08.001

18. Liu C., Bai R. Extended study of DETA-functionalized PGMA адсорбент in the selective adsorption behaviors and mechanisms for heavy metal ions of Cu, Co, Ni, Zn, and Cd //Journal of Colloid and Interface Science. – 2010. – T.350. – №. 1. – C. 282-289.

19. Yulchiyeva, M., Turayev, X., Kasimov, S., Xolboyeva, M., Abduvaliyeva, M., & Choriyeva, N. (2025). D-METALLARNING KARBAMID, FORMALDEGID VA DIFENILKARBAZON BILAN SORBSIYASI VA TADQIQOTI. Farg‘ona Davlat Universiteti, 30(6), 110. Retrieved from https://journal.fdu.uz/index.php/sjfsu/article/view/5484

ISSN 3030-3907

SHAHARLARDA AHOLIGA TRANSPORT XIZMATI KO‘RSATISHDA JAMOAT TRANSPORTINING O‘RNI VA UNDAN FOYDALANISHNING BUGUNGI KUNDAGI HOLATI

Almamatov Mardon Isomitdin o‘g‘li
Jizzax politexnika instituti, Transport logistikasi kafedrasi assistenti
Tel: +998943460664

Annotatsiya. Ushbu maqolada katta shaharlarda aholiga transport xizmati ko‘rsatishda jamoat transportining o‘rni, ahamiyati va foydalanish holati ilmiy asosda tahlil qilingan. Tadqiqotda Jizzax shahri misolida jamoat transporti tarmog‘ining tuzilishi, bekatlar joylashuvi, yo‘lovchi oqimlari va xizmat sifati o‘rganildi. GIS texnologiyalari, statistik modellashtirish va so‘rovnoma tahlillari asosida shahar transport tizimining samaradorligi baholandi. Xorijiy tajribalar (London, Singapur, Seul, Vena) bilan taqqoslash orqali bekatlarni optimallashtirish, marshrut tarmog‘ini qayta tashkil etish va raqamli boshqaruv tizimlarini joriy etish bo‘yicha takliflar ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalari Jizzax shahrida jamoat transporti xizmatlarining qamrovini 72 foizdan 89 foizgacha oshirish imkoniyatini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Jamoat transporti, GIS tahlil, yo‘lovchi oqimi, bekat zichligi, marshrut optimallashtirish, BRT tizimi, transport infratuzilmasi, shahar mobiliteti.

Аннотация. В данной статье рассматривается роль и значение городского общественного транспорта в обеспечении транспортного обслуживания населения крупных городов. На примере города Джизак проведён анализ структуры транспортной сети, расположения остановочных пунктов, пассажиропотоков и качества обслуживания. На основе использования технологий ГИС, статистического моделирования и социологических опросов дана оценка эффективности городской транспортной системы. Сравнение с зарубежным опытом (Лондон, Сингапур, Сеул, Вена) позволило разработать предложения по оптимизации размещения остановок, реорганизации маршрутной сети и внедрению цифровых систем управления. Результаты показывают, что реализация предложенных мер может повысить охват транспортных услуг в Джизаке с 72% до 89%.

Ключевые слова: Городской общественный транспорт, ГИС-анализ, пассажиропоток, плотность остановок, оптимизация маршрутов, система BRT, транспортная инфраструктура, мобильность города.

Abstract. This article examines the role and significance of public transport in providing mobility services for urban populations in large cities. Using Jizzakh City as a case study, the research analyzes the structure of the urban transport network, the spatial distribution of bus stops, passenger flows, and service quality. The study employs GIS technologies, statistical modeling, and survey-based

ISSN 3030-3907

methods to evaluate the efficiency of the city's transport system. Comparative analysis with international practices (London, Singapore, Seoul, and Vienna) allowed the development of recommendations for optimizing bus stop placement, restructuring route networks, and implementing digital management systems. The results indicate that the proposed measures can increase public transport coverage in Jizzakh from 72% to 89%.

Keywords: Public transport, GIS analysis, passenger flow, stop density, route optimization, BRT system, transport infrastructure, urban mobility.

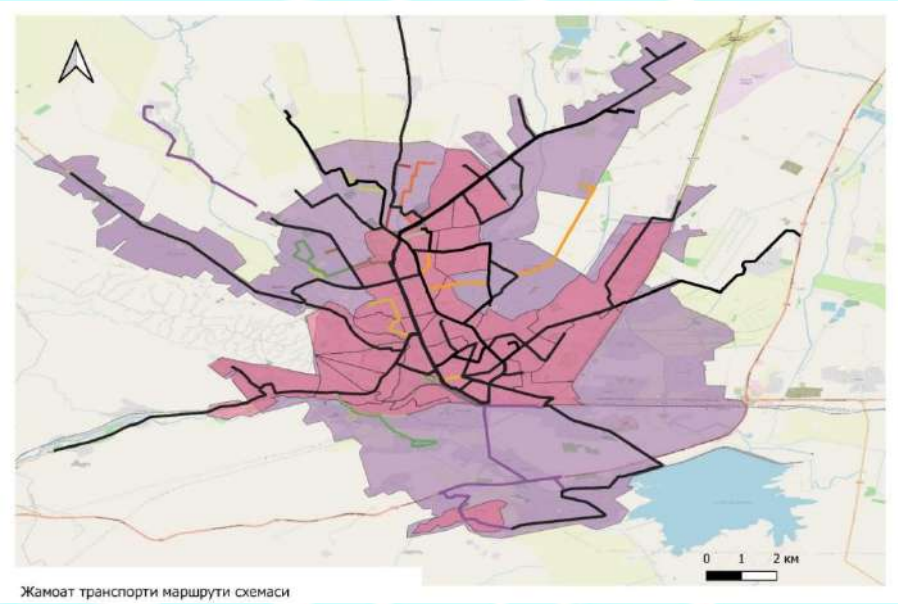
Kirish

XXI asrda urbanizatsiya jarayonlari dunyo transport tizimlari oldiga yangi vazifalarni qo‘ymoqda. Birlashgan Millatlar Tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, dunyo aholisining 56 foizdan ortig‘i shahar hududlarida istiqomat qiladi, 2050-yilga kelib bu ko‘rsatkich 70 foizdan oshishi kutilmoqda [10]. Shu jarayon bilan birga transport infratuzilmasiga tushadigan yuklama, ifloslanish va energiya sarfi keskin ortib bormoqda [5].

Shu nuqtai nazardan jamoat transporti shahar iqtisodiyoti va ekologiyasining barqaror ishlashini ta’minlaydigan eng muhim element sifatida e’tirof etilmoqda [12]. Xalqaro tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, jamoat transportidan foydalanish ulushini 10% ga oshirish tirbandlik darajasini o‘rtacha 18% ga kamaytiradi [14]. Yevropa va Osiyo davlatlari (London, Berlin, Seul, Singapur) tajribasi transport tizimlarini modernizatsiya qilishda quyidagi yo‘nalishlarning ustuvorligini ko‘rsatmoqda: raqamlashtirish (ITS – Intelligent Transport Systems), “first–last mile” bog‘lanishlarini rivojlantirish, bekatlar joylashuvini optimallashtirish va ekologik toza transport vositalariga o‘tish [2; 4; 9]. O‘zbekiston sharoitida esa, ayniqsa o‘rta hajmli shaharlar – Jizzax, Qarshi, Farg‘ona uchun jamoat transportining samaradorligi va bekatlar joylashuvi transport xizmatlari sifati bilan uzviy bog‘liqdir. Jizzax shahrida hozirda jamoat transporti tarmog‘i 16 ta yo‘nalishdan iborat bo‘lib, ularning umumiy uzunligi 336.74 km, kunlik yo‘lovchi oqimi esa 85–90 ming kishi atrofida.

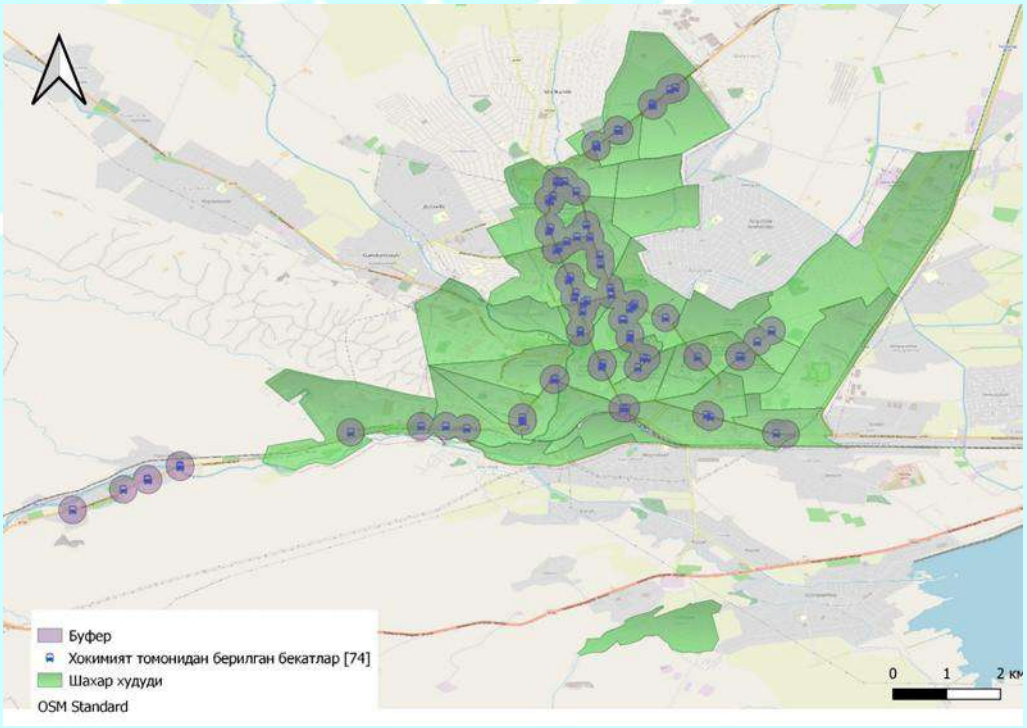
Shahar xududiga tegishli 10 ta ko‘chalarda jami 74 ta bekatlar mavjud. Bu barcha yo‘nalishlar uchun kamlik qiladi. Yo‘nalish pasportlari tahlil qilinganda mavjud 14 ta avtobus yo‘nalishlarida bekatlar orasidagi o‘rtacha masofa 950 metrni tashkil qildi. . Real holatda bekatlar oralig‘i o‘rtacha 600–800 m bo‘lib, bu xalqaro tavsiyalardagi 350–450 m me’yordan yuqori. Bundan kelib chiqadiki jamoat transportida yo‘lovchilarga transport xizmat ko‘rsatishda bekatlarning joylashuvi va sonida muammolar mavjud

ISSN 3030-3907



1-rasm. Shahar ichi jamoat transporti yo‘nalishlarining umumuy ko‘rinishi.

Metodologiya. Jizzax shahrining yo‘l tarmog‘i va jamoat transporti bekatlari QGIS 3.28 dasturi yordamida tahlil qilindi. Bekatlar qamrov zonalari 400–600 metr radiusda hisoblanib, “Service Area” moduli orqali aholining transport bilan qamrab olinishi aniqlangan (UITP, 2021). GIS qatlamlariga Streets.shp (yo‘llar), BusRoutes.shp (marshrutlar), BusStops.shp (bekatlar) va Population.shp (aholi zichligi) ma’lumotlari kiritildi.



2-rasm. Jizzax shahrida mavjud avtobus bekatlari

Tahlilda TRB (2017) va ITDP (2018) standartlariga asoslangan ko‘rsatkichlar hisoblandi:

$$I_c = \frac{A_c}{A_t} * 100,\ S_b = \frac{L_m}{N_b},\ K_q = \frac{N_t}{N_p} * 100$$

ISSN 3030-3907

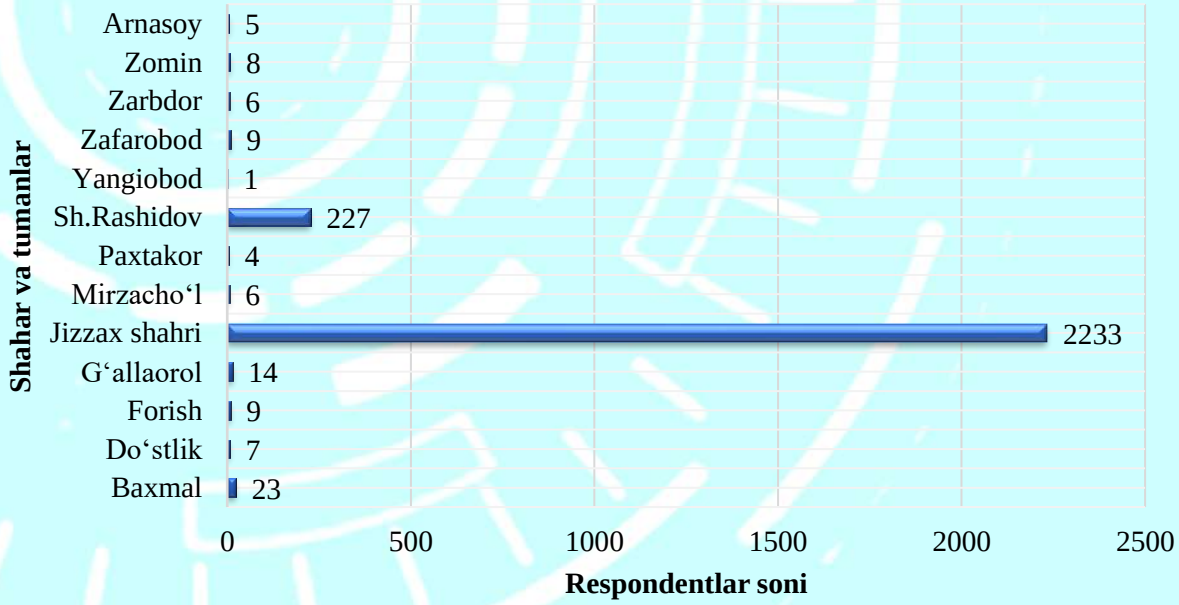
Bu yerda:

I_c-transport xizmatining qamrov indeksi (%),

S_b-bekatlar oralig‘i (m),

K_q-yo‘lovchi qoniqish koeffitsienti.

Jizzax viloyati, shahar va tumanlari kesimida jami 2552 nafar ishtirokchi qatnashdi, shundan, 1541 nafari yerkaklar va 1011 nafari ayollar. Qatnashuvchilarning 87,5 %i yoki 2233 nafari Jizzax shahridan, 8,9%i yoki 227 nafari Sh.Rashidov tumanidan, 3,6 %i yoki 92 nafari boshqa hududlardan qatnashdi.



3-rasm. Jizzax shahrining yo‘l tarmog‘i va jamoat transporti bekatlari QGIS 3.28 dasturi yordamida tahlil qilishda qatnashgan respondetlarning natialari grafik ko‘rinishi.

Natijalarga ko‘ra, 63% aholining jamoat transportidan har kuni foydalanishi, 48% kechikishlardan, 37% bekatlar oralig‘ining uzoqligidan norozilik bildirgan (Jizzax, 2024). Kuzatuv natijalarida avtobuslarning o‘rtacha tezligi 21,8 km/soat, pik soatlarda esa 17–18 km/soat bo‘lishi aniqlangan.

Natija va muhokama.

GIS tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, Jizzax shahar markazida bekatlar 400 m radiusda 78% aholiga, chekka hududlarda esa atigi 52% aholiga xizmat ko‘rsatmoqda.

Avtobus tarmog‘i 16 yo‘nalishdan iborat, bekatlar soni 76 ta, ularning o‘rtacha oralig‘i 720 m.

1-jadval

Ko‘rsatkich	Miqdor	Izoh
Yo‘nalishlar soni	13	Magistral tarmoq bo‘yicha
Bekatlar soni	96	O‘rtacha oralig‘ 620 m

ISSN 3030-3907

Yo‘lovchilar soni (kunlik)	85 000	2024-yil holatiga
Qamrov indeksi	72%	ITDP tavsiyasi 85%
O‘rtacha tezlik	21.8 km/soat	Pik vaqtda 17.4 km/soat

Shuningdek, 8 ta bekat chorrahalarga xavfsizlik me’yorlariga zid tarzda joylashgan, 43% bekatlarda yoritish tizimi mavjud emas.

London Transport (TfL, 2020) tavsiyalariga ko‘ra, bekatlar oralig‘i 350–450 m, har bir bekat 5–7 ming aholiga xizmat qiladi. *Singapore LTA (2022)* modelida “First–Last Mile” konsepsiyasi orqali jamoat transporti 92% aholiga 400 m radiusda xizmat ko‘rsatadi. Vienna (Wiener Linien, 2021)da bekatlar oralig‘i 420 m, yo‘lovchilar almashuvi 0,6, o‘rtacha kutish vaqti esa 5 daqiqadan oshmaydi. *Seoul TOPIS (2022)* tizimi esa real vaqt boshqaruvi orqali kechikishlarni 20% ga kamaytirgan. Ushbu yondashuvlarning barchasi transport tarmog‘ining zichligi va yo‘l infratuzilmasining o‘zaro integratsiyasini ta’minlashga qaratilgan [5].

Bekatlarni qayta joylashtirish uchun *p-median modeli* qo‘llanilgan [8]. Hisob-kitoblarga ko‘ra, 10 ta yangi bekat joylashtirilganda jamoat transporti qamrovi 72% dan 89% gacha oshgan. Natijada yo‘lovchilarning o‘rtacha yurish masofasi 580 m dan 420 m gacha qisqargan, kutish vaqti 2,8 daqiqadan 2,2 daqiqaga kamaygan [9].

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, jamoat transportining rivoji nafaqat texnik, balki ijtimoiy va ekologik omillar bilan ham uzviy bog‘liqdir. Jizzax shahrida mavjud tarmoqni takomillashtirish uchun quyidagi yondashuvlar muhim:

- GIS asosida bekatlarni optimallashtirish — bekatlar oralig‘ini 400–500 metrga qisqartirish;
- “Smart-stop” tizimlari — raqamli axborot, QR to‘lov va real vaqt jadvali;
- Transport signal ustuvorligi (TSP) — markaziy chorrahalarda avtobuslarga ustuvorlik berish;
- Inklyuziv dizayn — panduslar, taktil yo‘laklar va yoritish tizimlarini to‘liq joriy etish;
- “First–Last Mile” integratsiyasi — piyoda va velosiped yo‘laklarini bekatlar bilan bog‘lash.

Mazkur chora-tadbirlarni amalga oshirish orqali Jizzax shahrida transport xizmatidan foydalanish darajasi 20–25% ga, xizmat sifati esa 30% gacha oshishi mumkin.

Xulosa

Katta shaharlarda jamoat transporti nafaqat harakatlanish vositasi, balki iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy barqarorlikni ta’minlovchi tizim sifatida muhim o‘rin tutadi.

Jizzax shahri misolida o‘tkazilgan tahlillar quyidagi natijalarni ko‘rsatdi:

ISSN 3030-3907

- jamoat transporti xizmatidan foydalanish aholining 72% qismini qamrab olmoqda;
- bekatlarni optimallashtirish va GIS asosida tarmoqni qayta tashkil etish orqali qamrov 89% gacha oshadi;
- raqamli tizimlar va inkluziv dizayn joriy etilishi xizmat qulayligini oshiradi;
- ekologik transport vositalariga o‘tish CO_2 chiqindilarini 18% ga kamaytiradi.

Shu sababli, Jizzax shahrida “Barqaror jamoat transporti konsepsiyasi”ni ishlab chiqish zarur, unda bekatlar, yo‘nalishlar va xizmat infratuzilmasi GIS asosida optimallashtiriladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Daganzo, C. (2019). Public Transport Stop Spacing Optimization Models.
2. ITDP (2018). The BRT Standard.
3. Суванкулов, Ш., Исламов, Ш., Каршибаев, Ш., & Бердиѐров, Т. (2015). Способы расчета вредных веществ возникающих на постах повседневного предоставления услуг транспортным средствам. In Сборники конференций НИЦ Социосфера (No. 8, pp. 23-27). Vedecko vydavatelske centrum Sociosfera-CZ sro.
4. LTA Singapore (2022). Land Transport Master Plan 2040.
5. OECD (2020). Urban Mobility for Sustainable Cities.
6. Seoul TOPIS (2022). Intelligent Transport System Report.
7. TfL (2020). Bus Network Design Framework.
8. TRB (2017). Transit Capacity and Quality of Service Manual.
9. UITP (2021). Public Transport Guidelines for Urban Mobility.
10. UN-Habitat (2023). World Cities Report.
11. Vienna (2021). Wiener Linien Public Transport Optimization Framework.
12. Vuchic, V.R. (2017). Urban Transit Systems and Technology. Wiley.
13. WHO (2020). Road Safety in Urban Areas.
14. World Bank (2021). Public Transport Modernization in Central Asia.
15. Qarshiboev, S., & Berdiyorov, T. (2020). Shifting to a European Credit module system in Uzbekistan, impact and perspectives to vocational education. Journal of Critical reviews, 7(12), 553-559.
16. Адилов, О. К., Кулмурадов, Д. И., Каршибаев, Ш. Э., & Нуруллаев, У. А. (2015). Проблемы управления автоперевозками и методы их решения. Молодой ученый, (2), 121-124.

ISSN 3030-3907

OZIQ-OVQAT BO‘YOQLARI: TURLARI, FOYDALANISHI VA SALOMATLIKKA TA’SIRI

Muxtorova Gulnozaxon Mirzohidjon qizi
QDTU “Oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi” talabasi
Xolmurodov Bobur Bahrom o‘g‘li
QDTU “Oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi” katta o‘qituvchisi

Anotatsiya. Mazkur maqolada oziq-ovqat sanoatida keng qo‘llaniladigan bo‘yoqlar haqida ma’lumot berilgan. Oziq-ovqat bo‘yoqlari tabiiy va sun’iy turlarga ajratilib, ularning ishlatilish maqsadi, inson salomatligiga ta’siri, amaliy tajribalar asosida tadqiq qilingan. Shuningdek, maqolada laboratoriya usullarida olib borilgan tadqiqotlar natijalari tahlil qilinib, ularning xavfsizlik darajasi muhokama qilinadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, oziq-ovqat mahsulotlariga sun’iy bo‘yoqlar qo‘shilishi salomatlikka salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Kalit so‘zlar: Oziq-ovqat bo‘yoqlari, tabiiy bo‘yoqlar, sun’iy bo‘yoqlar, laboratoriya usullari, tadqiqot metodlar, sotsiologik so‘rovnoma.

Anotation. This article provides information about paints that are widely used in the food industry. Food dyes were classified into natural and artificial species and studied on the basis of the purpose of their use, its impact on human health, practical experiments. The article will also analyze the results of research carried out in laboratory methods and discuss their safety level.notation. This article provides information about paints that are widely used in the food industry. Food dyes were classified into natural and artificial species and studied on the basis of the purpose of their use, its impact on human health, practical experiments. The article will also analyze the results of research carried out in laboratory methods and discuss their safety level. Studies show that the addition of artificial dyes to food can negatively affect health.

Keywords: food coloring, natural dyes, artificial dyes, laboratory methods, research methods, sociological survey.

Аннотация. В этой статье представлена информация о красителях, широко используемых в пищевой промышленности. Пищевые красители подразделяются на натуральные и искусственные, изучаются цель их применения, влияние на здоровье человека, на основе практических экспериментов. Также в статье анализируются результаты исследований, проведенных лабораторными методами, и обсуждается степень их безопасности.ннотация. В этой статье представлена информация о красителях, широко используемых в пищевой промышленности. Пищевые красители подразделяются на натуральные и искусственные, изучаются цель их применения, влияние на здоровье человека, на основе практических экспериментов. Также в статье анализируются результаты исследований,

ISSN 3030-3907

проведенных лабораторными методами, и обсуждается степень их безопасности. Исследования показывают, что добавление искусственных красителей в пищу может иметь негативные последствия для здоровья.

Ключевые слова: пищевые красители, натуральные красители, искусственные красители, лабораторные методы, исследовательские методы, социологический опрос.

Kirish

Bugungi globallashuv davrida oziq-ovqat mahsulotlari sanoati jadal sur'atlarda rivojlanmoqda.[1] Mahsulotlarning tashqi ko'rinishi, rangi, sifati va iste'molchiga ta'sir qiluvchi vizual jihatlari tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa bolalar, yoshlar va reklama ta'siriga beriluvchan qatlam uchun rang-barang mahsulotlar ko'proq qiziqish uyg'otadi. Shu sababli ishlab chiqaruvchilar mahsulotlarning tashqi jozibasini oshirish uchun turli rang beruvchi moddalarni – oziq-ovqat bo'yoqlarini qo'llashga intilishmoqda.Oziq-ovqat bo'yoqlari mahsulotga jozibadorlik baxsh etadi, ko'pincha mahsulot sifati haqida vizual "tasavvur" uyg'otadi.[2] Masalan, yorqin qizil rangli ichimliklar yoki yashil rangdagi konfetlar ko'pchilikka tabiiydek ko'rinadi. Aslida esa bu mahsulotlarda kimyoviy rang beruvchi moddalar mavjud bo'lishi mumkin. Bunday bo'yoqlar tabiiy va sun'iy bo'lishi mumkin, ammo sun'iy bo'yoqlar ko'proq qo'llanilishi sababli ular salomatlikka salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.[3 5]

So'nggi yillarda oziq-ovqat bo'yoqlarining sog'liqqa ta'siri, ayniqsa bolalarda allergiya, giperaktivlik va diqqat susayishi kabi holatlarga olib kelishi mumkinligi bo'yicha ilmiy tadqiqotlar kuchaydi. Ko'plab davlatlar ayrim bo'yoqlarning iste'molga ruxsat berilgan miqdorini cheklamoqda yoki mutlaqo taqiqlamoqda. Shu bilan birga, iste'molchilarning ko'pchiligi mahsulot tarkibidagi bo'yoqlar haqida yetarli ma'lumotga ega emas.[4 6]

Mazkur maqola ana shunday dolzarb masalaga — oziq-ovqat bo'yoqlari, ularning turlari, ishlatilishi va salomatlikka ta'siri, shuningdek, O'zbekiston bozoridagi mahsulotlarda bo'yoqlar miqdori va aholining bu boradagi xabardorlik darajasini aniqlashga bag'ishlangan.[5]

Asosiy qism

Oziq-ovqat bo'yoqlari ikki guruhga bo'linadi: tabiiy va sun'iy. Tabiiy bo'yoqlar o'simlik, meva, ildizmeva, barg va boshqa manbalardan olinadi. Ularga misol qilib betanin (lavlagidan), karotin (sabzidan), xlorofill (yashil barglardan), kurkumin (zerdecho'pdan) ni keltirish mumkin. Ular organizmga zarar yetkazmaydi, ba'zida hatto foydali bo'lishi ham mumkin.[3]

Sun'iy bo'yoqlar esa kimyoviy moddalardan sintez qilinadi. Tartrazin (E102), sunset yellow (E110), brilliant blue (E133), ponso (E124) kabi bo'yoqlar arzon, barqaror va oson ishlab chiqariladi. Shu sababli ular ko'proq ishlatiladi.

ISSN 3030-3907

Biroq ko‘plab ilmiy tadqiqotlar bu bo‘yoqlarning bolalarda allergiya, teri toshmalari, asabiylashish, giperaktivlik, diqqat susayishi va hatto kanserogen (saraton chaqiruvchi) ta’sirga ega ekanligini ko‘rsatmoqda.

Tadqiqot metodlari

Ushbu tadqiqot oziq-ovqat mahsulotlarida ishlatiladigan bo‘yoqlarning turi va miqdorini aniqlash hamda aholining bu boradagi xabardorligini o‘rganish maqsadida olib borildi. Tadqiqot uch asosiy bosqichdan iborat bo‘lib, har biri o‘ziga xos metodologiyaga ega edi.

1. Laboratoriya tahlillari

Bozor sharoitida sotilayotgan 20 turdagi oziq-ovqat mahsulotidan (konfetlar, gazlangan ichimliklar, pishiriqlar, chipslar) namunalar to‘plandi. Mahsulotlardagi oziq-ovqat bo‘yoqlarini aniqlash va miqdorini o‘lchash uchun yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) usuli qo‘llanildi. Ushbu usulning afzalligi — moddalarni yuqori aniqlikda ajratish va aniqlash imkoniyati mavjudligi hisoblanadi. Olingan natijalar xalqaro me’yorlar bilan solishtirildi.

2. Sotsiologik so‘rovnoma

Oziq-ovqat bo‘yoqlari haqidagi aholining bilim va munosabatini o‘rganish uchun 250 nafar turli yoshdagi (bolalar, yoshlar, kattalar, qariyalar) ishtirokchilar orasida so‘rovnoma o‘tkazildi. So‘rovnoma savollari:

- Mahsulot yorlig‘ini doimiy o‘qiysizmi?
- E-kodlar nima ekanligini bilasizmi?
- Oziq-ovqat bo‘yoqlaridan foydalanishga qanday munosabatingiz bor?
- Bolalarga mo‘ljallangan mahsulotlarda bo‘yoqlarning xavfi haqida eshitganmisiz?

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, respondentlarning faqat 33% mahsulot yorlig‘ini muntazam o‘qiydi, 12% E-kodlarning ma’nosini biladi, 45% bo‘yoqlarning sog‘liqqa ta’siri haqida yetarlicha ma’lumotga ega emas.

3. Eksperimental tajriba

Tajriba uchun laboratoriya sharoitida 30 ta sichqon tanlab olindi. Ular tasodifiy ravishda uch guruhga bo‘linib, 14 kun davomida quyidagi ozuqa berildi:

- Guruh 1 (nazorat): bo‘yoqsiz ozuqa
- Guruh 2: E102 (tartrazin) bilan boyitilgan ozuqa
- Guruh 3: E110 (sunset yellow) bilan boyitilgan ozuqa

Tajriba davomida sichqonlarning xulq-atvori, harakatchanligi, teri holati va jismoniy faolligi kuzatildi. Natijada, bo‘yoqli ozuqa berilgan guruhda giperaktivlik, bezovtalik va teri toshmalari kabi simptomlar aniqlangan.

Natijalar va muhokama

Laboratoriya tahlillari bo‘yicha ko‘pchilik oziq-ovqat mahsulotlarida ruxsat etilgan me’yordan yuqori miqdorda sun’iy bo‘yoqlar aniqlandi. Ayniqsa, bolalar

ISSN 3030-3907

uchun mo‘ljallangan mahsulotlarda tartrazin (E102) va brilliant blue (E133) ko‘p uchradi. So‘rovnoma natijalari aholining yarmidan ko‘pi oziq-ovqat bo‘yoqlari haqida yetarlicha ma’lumotga ega emasligini ko‘rsatdi. Eksperimental tadqiqotda esa sun’iy bo‘yoqlar berilgan sichqonlarda giperaktivlik va allergik belgilar kuzatildi.

Anor *Punica granatum L.* Sharbati va ikkilamchi hom ashyosi. Anor mevasining ikkilamchi xom ashyosi – urug‘i, urug‘ va postlog‘i aralashmasidan tabiiy bo‘yoq moddasi ajratib olindi. Buning uchun anorning urug‘i po‘stloqlaridan tozalandi, po‘stlog‘i esa 5-10mm kattalikda maydalandi, namlik 12 bo‘lguncha quritildi, quritilgan po‘stloqning bir qismi maksimal o‘lchami 0.4mm qilib maydalab, kukunga aylantirildi. Tayyorlangan uch turdagi obyektdan suv va (70:30) nisbatda suv-spirtli eritmalarda ekstraktlar olindi. Ekstraksiya jarayoni 18 soat davom etdi, ekstrakt filtrdan o‘tkazildi, olingan eritmalarning fizik-kimyoviy xossalari, ulardagi bo‘yoq modda miqdori o‘rganildi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

Anor sharbati tarkibida esa 2,3 g/l miqdorda bo‘yoq modda mavjudligi aniqlandi. Fotoelektrokolorometr tahlilida to‘lqin uzunligi uchta asosiy zonaga bo‘lindi. Bu bo‘linishda λ_{max}=540 *nm* dagi ulushi eng ko‘p qismini tashkil etdi va bunda zonalar nisbati 0,28; 0,15; 0,57 ga teng. Ikki boshqa zonaning yutish spektri λ_{max}=590 va 490 *nm* ga teng bo‘lgan maksimal qiymatni tashkil etdi.

1-jadval

Anor sharbati va ikkilamchi xom ashyosi ekstrakti tarkibidagi bo‘yoq modda ko‘rsatkichlari

Anor sharbati va ikkilamchi xom ashyolar	Solishtirma og‘irligi, (kg/m^3)	Quruq modda miqdori, (%)	Eritma kislotalili gi, pH	540 nm, spektrdagi bo‘yoq moddalar miqdori, *g/l*
Anor sharbati	1,054	30-35	4,0	2,3
Anorning urug‘i ustidan olingan ekstrakt	1,050	18,2	3,0	0,1
Ikkilamchi xom ashyo – anor po‘stlog‘i va urug‘i	1,044	19,5	3,8	0
Ikkilamchi xom ashyo – 5-10mm o‘lchamli anor po‘stlog‘i	1,034	18,8	3,4	0

ISSN 3030-3907

Ikkilamchi xom ashyo – anor po‘stlog‘ining kukuni (0.4 mm)	1,024	20,3	3,1	0

Anor ikkilamchi xom ashyosidan bo‘yoq modda chiqmaganligi, hunarmandlar tomonidan an’anaviy usulda (anor po‘stlog‘ini qaynatib) qora, jigarrang, sariq ranglar olinishi manbalarda keltirilgan.

Fotoelektrokolorometr taxlilida uchta asosiy zonaga bo‘linadi. Bu bo‘linishda λ_{max}=540 *nm* dagi ulushi eng ko‘p qismni tashkil etadi va bunda zonalar nisbati 0,28; 0,15; 0,57 ga teng. Ikki boshqa zonalarning yutish spektri λ_{max}=490 va 590 *nm* ga teng bo‘lgan maksimal qiymatni tashkil etadi.

Xulosa

Oziq-ovqat bo‘yoqlari mahsulotlarning tashqi ko‘rinishini yaxshilashda muhim ahamiyatga ega bo‘lsa-da, sun’iy bo‘yoqlarning haddan tashqari qo‘llanilishi salomatlikka salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Tadqiqotlar bolalar mahsulotlarida ruxsat etilgan me’yordan yuqori miqdorda sun’iy bo‘yoqlar mavjudligini va ularning allergiya, giperaktivlik kabi nojo‘ya ta’sirlarini ko‘rsatdi. Shu bois, ishlab chiqaruvchilar va nazorat organlari tabiiy bo‘yoqlarga o‘tishni rag‘batlantirish, sun’iy bo‘yoqlarni cheklash bo‘yicha qat’iy chora-tadbirlar ko‘rishi zarur. Iste’molchilarning xabardorligini oshirish esa oziq-ovqat mahsulotlarining xavfsizligini ta’minlashda muhim omildir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. World Health Organization (WHO). *Evaluation of certain food additives and contaminants*. WHO Technical Report Series, 2020.
2. Codex Alimentarius Commission. *General Standard for Food Additives (GSFA)*. FAO/WHO, 2019.
3. Ghorpade, V. M. et al. "Toxicological evaluation of certain food colors." *Food and Chemical Toxicology*, 2021.
4. O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni Saqlash Vazirligi. *Oziq-ovqat mahsulotlari xavfsizligi bo‘yicha gigiyenik normativlar*. Toshkent, 2022.
5. European Food Safety Authority (EFSA). "Scientific Opinion on the re-evaluation of food colors." *EFSA Journal*, 2021.
6. Kumar, S., & Singh, R. "Impact of synthetic food colors on human health." *Journal of Food Science and Technology*, 2023.

ISSN 3030-3907

PRODUCTION OF SLOW-RELEASE NPK FERTILIZERS FROM LOCAL RAW MATERIAL

Sharipov Nodirbek Qodirali o‘g‘li
Lecturer, Impuls Medical Institute, Namangan City
E-mail: nodirbeksaripov217@gmail.com
Normatov G‘ayrat Alijonovich
PhD, Associate Professor, Impuls Medical Institute, Namangan City

Abstract: This study investigates the decomposition of phosphate rock using nitric acid (HNO_3) for the production of new types of complex NPK fertilizers, utilizing secondary raw materials — washed and dried phosphate concentrate (WDP). The composition of WDP (wt.%): P_2O_5 – 22.74; CaO – 42.90; CO_2 – 9.04; MgO – 2.26; R_2O_3 – 2.76; SO_3 – 2.24; F – 1.71; H_2O – 1.04; Loss on ignition – 8.23. The following materials were used: potassium chloride (K_2O-60%) from the Dehqonobod Potash Fertilizer Plant, ammonium nitrate (34.5% N), urea from "Chirchiq Maksam" JSC, and 58.5% nitric acid. Stoichiometric calculations were carried out for converting phosphate and carbonate minerals into monocalcium phosphate and calcium nitrate. Different nitric acid dosages (25, 45, 65, and 85 units) were tested in the experiments. The highest decomposition and decarbonization rates were achieved at higher HNO_3 concentrations (65–85 units). The obtained NPK samples were analyzed using selected standard methods, and the formulations and compositional properties of the new fertilizers were discussed.

Keywords: NPK fertilizers, phosphate rock, washed and dried concentrate (WDP),

Аннотация: В данном исследовании изучено разложение фосфорита с использованием азотной кислоты (HNO_3) для получения новых видов сложных удобрений NPK на основе вторичного сырья — вымытого и высушенного фосфорного концентрата (WDP). Состав WDP (в масс. %): P_2O_5 – 22,74; CaO – 42,90; CO_2 – 9,04; MgO – 2,26; R_2O_3 – 2,76; SO_3 – 2,24; F – 1,71; H_2O-1,04; потери при прокаливании - 8,23. В качестве исходных компонентов использовались: хлорид калия (K_2O – 60%) из Дехканабадского завода калийных удобрений, аммиачная селитра (34,5% N), карбамид от АО «Чирчик Максам» и азотная кислота концентрацией 58,5%. Была рассчитана стехиометрия для превращения фосфатных и карбонатных минералов в монокальцийфосфат и нитрат кальция. Дозы HNO_3 варьировались в экспериментах по нормам: 25, 45, 65 и 85 единиц. Наибольшие показатели разложения и декарбонизации были достигнуты при высоких дозах HNO_3 (65–85 единиц). Полученные образцы NPK-удобрений были проанализированы с использованием стандартных методов, и обсуждены их формулы и составные характеристики.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: удобрения NPK, фосфорит, вымытый и высушенный концентрат (WDP), азотная кислота (HNO_3), степень разложения, декарбонизация, Кызылкумский фосфорит.

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot ishida ikkilamchi qog‘oz xom-ashyosi va yuvilgan, quritilgan fosfor konsentratidan (WDP) yangi turdagi murakkab NPK o‘g‘itlarini ishlab chiqarish uchun fosforitni azot kislota (HNO_3) bilan parchalanishi o‘rganildi. WDP tarkibi (o’g’.%): P_2O_5 - 22,74; CaO - 42,90; CO_2 - 9,04; MgO - 2,26; R_2O_3 - 2,76; SO_3 - 2,24; F - 1,71; H_2O - 1,04; N.O. - 8,23. Dehqonobod kaliyli o‘g‘itlar zavodidan kaliy xlorid (K_2O - 60%), ammiakli selitra (34,5% N), “Chirchiq-Maksam” AJ karbamidi va 58,50% azot kislota (Nitrat kislota) ishlatildi. Fosfat va karbonat minerallarini monokalsiy fosfat va kaltsiy nitrat hosil qilish uchun zarur stokeometriya hisoblandi; HNO_3 dozalarining bir qismi (eksperimentlarda) turli normalar bilan (25, 45, 65 va 85 birlik) sinovdan o‘tkazildi. Eng yuqori parchalanish va dekarbonizatsiya ko‘rsatkichlari HNO_3 normalarining yuqori qiymatlarida (65-85 birlik) erishildi. Olingan NPK namunalar tanlangan standart metodlar bilan tahlil qilindi va yangi o‘g‘itlarning formulalari va tarkibiy xossalari muhokama qilindi.

Kalit so‘zlar: NPK o’g’itlar, fosforit, yuvilgan quritilgan konsentrat (WDP), nitrat kislota (HNO_3), parchalanish darajasi, dekarbonizatsiya, Qizilqum fosforiti.

Introduction

The efficient decomposition of phosphate raw materials under industrial conditions is a critical issue for agronomy and the fertilizer industry. Through the formation of monocalcium phosphate and calcium nitrate, phosphate ores can be converted into more readily available and plant-absorbable forms, enabling the production of complex NPK fertilizers. Phosphorites from the Central Kyzylkum Desert are characterized by high calcium and carbonate content. Their decomposition and decarbonization via reaction with nitric acid must be optimized in terms of energy consumption, reagent use, and product quality. The aim of this study is to decompose washed and dried phosphate concentrate (WDP) using nitric acid at various dosages (experimental concentrations), evaluate the degree of decomposition and decarbonization, and develop formulations for new complex NPK fertilizers based on the resulting materials.

LITERATURE REVIEW

The development of efficient and economically viable technologies for the production of complex NPK fertilizers is one of the priority directions in modern agrochemistry. In particular, there has been extensive research into processing local phosphate raw materials and obtaining high-performance fertilizers from them. Many studies have shown that local phosphorites contain significant amounts of carbonate and silicate impurities, which hinder their complete decomposition in

ISSN 3030-3907

sulfuric acid [1–2]. As a result, decomposition of phosphate using nitric acid is being considered as an alternative method with economic and technological advantages. For instance, research conducted by A.B. Jumayev et al. [3] investigated the decomposition kinetics of Uzbek phosphorites under the influence of HNO_3. It was revealed that the carbonates in the phosphate rock decompose with CO_2 release during the reaction, thereby increasing the reaction rate. Moreover, the treatment of phosphate with HNO_3 was found to be exothermic in nature, which offers potential energy savings during processing [4]. Other sources, such as the work of G.V. Karapetyan [5], emphasize that monocalcium phosphate and calcium nitrate compounds are key components in the synthesis of complex fertilizers. In nitric acid-based technologies, the natural formation of these compounds improves the biological activity of the fertilizers and enhances their effectiveness for crops.

Furthermore, international literature also provides comprehensive information on technologies for phosphate decomposition using nitric acid. For example, researchers from China and India [6–7] studied the effects of nitric acid at different concentrations on phosphate rock, finding that the optimal reaction time is 10–20 minutes and that the stoichiometric amount of acid significantly influences product quality. The decarbonization process is also of major importance. Removing carbonates improves the solubility and availability of phosphorus, thus enhancing the agronomic effectiveness of NPK fertilizers [8]. At the same time, several studies suggest that incorporating secondary local raw materials — such as wastepaper or other industrial by-products — can reduce the cost and environmental impact of complex fertilizers. These methods align well with the approach taken in this study.

Overall, the available literature confirms the relevance of the research direction pursued in this work. However, your study stands out by specifically focusing on Central Kyzylkum phosphorites, utilizing WDP (washed and dried concentrate), and aiming to produce NPK fertilizers using real industrial by-products (urea, potassium chloride, and recycled paper).

RESEARCH METHODOLOGY

Stoichiometric calculations were carried out to determine the required amount of nitric acid (HNO_3) for the decomposition of phosphate and carbonate minerals into monocalcium phosphate and calcium nitrate. In practical trials, various concentrations of HNO_3 were applied — 25, 45, 65, and 85 units, as specified in the experimental report. The exact units of HNO_3 concentration should be defined according to the referenced source; in this study, values were adopted as indicated in the experiment tables. The phosphate concentrate was treated with HNO_3 under vigorous stirring for 10–20 minutes. It was observed that the reaction was completed within 10–15 minutes and had an exothermic nature, with

ISSN 3030-3907

temperatures rising up to 40–45°C. After cooling, the resulting product was analyzed using standard chemical methods. The parameters determined included: Total and plant-available P_2O_5 (in 2% citric acid), CaO, CO_2, H_2O, and other relevant components. To synthesize new types of complex NPK fertilizers, we used both secondary paper-based raw material and washed dried phosphate concentrate (WDP) with the following composition (wt.%): P_2O_5 – 22.74; CaO – 42.90; CO_2 – 9.04; MgO – 2.26; R_2O_3 – 2.76; SO_3 – 2.24; F – 1.71; H_2O – 1.04; Loss on ignition – 8.23. The additional raw materials used were: Potassium chloride (K_2O – 60%) from the Dehqonobod Potash Fertilizer Plant, Ammonium nitrate (34.5% N), Urea produced by "Chirchiq-Maksam" JSC, Nitric acid at a concentration of 58.50%. The stoichiometric rate of nitric acid required for the decomposition of phosphate and carbonate minerals into monocalcium phosphate and calcium nitrate was calculated. For the experiments, HNO_3 was applied at 40% and 60% of the stoichiometric requirement. The resulting NPK fertilizer samples were analyzed using recognized standard methods.

The decomposition coefficient (K_p) was calculated using the following formula:

$$\mathbf{Kp=(P_2O_{5usv}/P_2O_{5obsh}) \cdot 100},$$

Here, P_2O_{5usv}. is the digestible form of P_2O_5 in 2% citric acid, for total P_2O_5. Analytical methods: the samples were analyzed using recognized standard methods.

ANALYSES AND RESULTS

Experimental results showed a significant increase in the decomposition and decarbonization degrees of phosphorite with increasing HNO_3 concentration. The key data are presented in the table below (Table 1). To determine the decomposition and decarbonization degree of phosphorites from the Central Kyzylkum Desert depending on the concentration of nitric acid, a calculated amount of phosphorite was treated with acid under vigorous and thorough stirring for 10–20 minutes. The reaction of Kyzylkum phosphorites with nitric acid proceeds very easily, with almost no foaming, and completes within 10–15 minutes. The process is exothermic, and depending on the concentration and rate of nitric acid addition, the temperature rises to 40–45 °C. After cooling, the resulting mass was subjected to chemical analysis.

ISSN 3030-3907

Table 1

Chemical composition of the products obtained from the decomposition of the washed concentrate with nitric acid, %

HNO_3 Concentration (norm)	N	Waste paper, g	P_2O_5			CaO			CO_2	H_2O	Kr, %	Kd, %
			Total	Digestible	Water-soluble	Total	Digestible	Water-soluble				
25	2.63	0.5	10.9	10.7	10.1	33.38	9.3	5.27	5.8	8.84	27.64	34.88
45	4.47	1	10.8	10.6	10	29.6	15.79	8.95	3.74	14.8	53.35	58.8
65	5.79	1.5	11.5	11.2	11.1	25.17	20.44	11.58	1.8	19.42	77.01	80.07
85	6.79	2	12.9	12.5	12.2	21.72	13.95	0.94	0.94	95.38	96.01	21.72

The total P_2O_5 and the amount of P_2O_5 digestible in 2% citric acid slightly increased with increasing HNO_3 dosage — this indicates that higher HNO_3 concentrations effectively dissolve phosphate minerals and produce readily digestible phosphates. The decreases in CaO and CO_2 contents confirm that decarbonization occurred: HNO_3 decomposes carbonates, releasing CO_2 and converting calcium carbonate into calcium nitrate. As a result, calcium nitrate forms in the solution and the content of soluble phosphates increases. The coefficients of decomposition and decarbonization rose sharply across the HNO_3 norm range from 25 to 85; notably, very high values (77–96%) were recorded at 65 and 85 units, indicating that the reaction is nearly complete at high HNO_3 dosages. The reaction rate (10–15 minutes) and its exothermic character are important from an energy-saving perspective in practical production; however, at high HNO_3 dosages reagent consumption and corrosion risk increase, so an economically and technically optimal dosage must be determined. The obtained decomposition products were formulated into complex NPK fertilizers by adjusting with sources of N, P and K in accordance with the reagents specified in the experiment. Based on the analysis results (Table 1), it was clearly established that the degree of phosphorite decomposition increases with the rate (dosage) of nitric acid.

CONCLUSION

When decomposing the washed, dried phosphate concentrate from the Central Kyzylkum Desert with nitric acid, increasing the HNO_3 dosage

ISSN 3030-3907

significantly increases the degrees of phosphorite decomposition (digestible fraction of P_2O_5) and decarbonization. Under the experimental conditions the reaction is rapid (10–15 minutes), exothermic, and the temperature rises to 40–45 °C. At higher HNO_3 norms (65–85 units), decomposition and decarbonization reached high values (77–96%). The resulting decomposition products were evaluated as suitable raw materials for producing complex NPK fertilizers; however, for industrial implementation the consumption of HNO_3, safety issues and corrosive effects must be considered, and the optimal dosage and technological regime determined. Future studies are recommended to evaluate the optimal HNO_3 dosage from an economic-energy standpoint, to develop waste neutralization procedures, and to protect production equipment from corrosion.

REFERENCES

1. Akhmedov A.K., Ergashev M.M. (2015). *Fosforit xomashyolarining kimyoviy tarkibi va ularni o‘g‘it sifatida qayta ishlash texnologiyalari*. Toshkent: Fan nashriyoti.

2. Karimov U.K. (2018). *Fosforitlarni sulfat va nitrat kislotalarda eritish usullarining solishtirma tahlili*. “Kimyo va texnologiya” jurnali, №3, 45–52.

3. Jumayev A.B., Sharipov S.T. (2020). *Mahalliy fosforitlarni HNO_3 bilan parchalanish kinetikasi*. “O‘zbekiston fanlari axborotnomasi”, №2, 60–66.

4. Turgunov I.R., et al. (2019). *Ekzotermik jarayonlarda issiqlikdan foydalanish imkoniyatlari*. “Kimyo jarayonlari”, №4, 12–17.

5. Karapetyan G.V. (2003). *Kompleksnye udobreniya: proizvodstvo i primenenie*. Moskva: KolosS.

6. Liu, Y., Zhang, J. (2016). *Nitric acid decomposition of phosphate rock and fertilizer production*. “Chinese Journal of Chemical Engineering”, 24(3), 345–351.

7. Patel, R. et al. (2017). *Production of water-soluble phosphate fertilizers by nitric acid digestion of low-grade rock phosphate*. “Indian Journal of Fertilizers”, 13(2), 88–94.

8. Dustov B.M., Yusupov N.K. (2021). *Dekarbonizatsiya jarayonining agrotexnik ahamiyati*. “Agrokimyo” ilmiy jurnali, №1, 33–39.

ISSN 3030-3907

METALLARNI FOSFATLASHDA HOSIL BO'LGAN CHIQINDI SUVLARNI METALLARDAN TOZALASH

Sultonov B.E
Namangan davlat universiteti, t.f.d., professor;
Isxakova G.A.
Namangan davlat texnika universiteti, tayanch doktorant.
Email: bse-chemist-68@mail

Annotatsiya. Mazkur maqolada metallarni fosfatlash jarayonida yuzaga keladigan chiqindi suvlarni qattiq va suyuq fazalarga ajratish texnologik jarayonlari tahlil qilinadi. Tajribaviy ma'lumotlarga asoslanib, ajratish usullarining samaradorligi, jarayon parametrlari va ekologik xavfsizligi baholanadi. Shuningdek, chiqindi suvlarni qayta ishlashning istiqbolli texnologiyalari ham ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: Fosfatlash, chiqindi suvlar, qattiq faza, suyuq faza, koagulyatsiya, filtratsiya, cho'ktirish, ekologik xavfsizlik.

Аннотация. В статье анализируются технологические процессы разделения сточных вод на твердую и жидкую фазы при фосфатировании металлов. На основе экспериментальных данных оцениваются эффективность методов разделения, параметры процесса и экологическая безопасность. Также рассматриваются перспективные технологии очистки сточных вод.

Ключевые слова:фосфатирование, сточные воды, твердая фаза, жидкая фаза, коагуляция, фильтрация, осаждение, экологическая безопасность.

Abstract. This article analyzes the technological processes for separating wastewater into solid and liquid phases during metal phosphating. Based on experimental data, the efficiency of separation methods, process parameters, and environmental safety are assessed. Promising wastewater treatment technologies are also discussed.

Keywords: phosphating, wastewater, solid phase, liquid phase, coagulation, filtration, sedimentation, environmental safety.

Kirish

Bugungi kunda jahonda sanoat jadal sur'atlarda rivojlanmoqda. Sanoat korxonalarining chiqindi suvlari texnologik jarayonlarda toza suvlarni ishlatish natijasida hosil bo'ladi va korxonalar bunday chiqindi suvlarni kanalizatsiya orqali shahar tashqarisiga chiqaradi. Suvning tarkibiy qismi nihoyatda xilma-xil bo'lib, ulardagi asosiy komponentlarning miqdorlari ham bir xil emas. Chiqindi suvning tarkibiy qismidagi moddalar organik va noorganik bo'lishi mumkin. Korxona chiqindi suvlarining texnik va kimyoviy xossalariga ko'ra, ularni suv havzalariga tashlash man etiladi. Ochiq suv havzalariga bunday suvlarni tashlash uchun albatta zararsiz holatga keltirilishi shart. Chiqindi suvlar tarkibida hozirda ko'proq sintetik, oksidlanishga chidamli, uzoq vaqtgacha parchalanmaydigan moddalar juda ko'p. Hozirgi vaqtda O'zbekistondagi 140 dan ziyod eng yirik sanoat korxonalaridan doimo chiqindi suvlar hosil bo'ladi. Korxonalarda texnik suvlar quyidagi maqsadlar uchun ishlatiladi [1,2]. Agar korxonalardan chiqadigan chiqindi suvlar

ISSN 3030-3907

tarkibida organik moddalar ko'p bo'lsa, unday suvlarni biologik usullar bilan tozalash va zarasizlashtirish kerak.[3;7-11b.].

ADABIYOTLAR TAHLILI

Hozirda sanoatda metallarni korroziyadan himoyalashda keng qo'llaniladigan usullardan biri bu – **fosfatlash** jarayonidir. Fosfatlash paytida metall sirtida himoya qatlam hosil bo'ladi, biroq bu jarayon natijasida katta hajmda fosfatli chiqindi suvlar yuzaga keladi. Ushbu chiqindilar o'z ichiga turli og'ir metallar ionlari, ortiqcha reagentlar, cho'kma va boshqa zararli birikmalarni oladi. Shuning uchun ularni tozalash va qayta ishlash masalasi dolzarb hisoblanadi. Chiqindi suvlarni qattiq va suyuq fazalarga ajratish – ularni keyingi bosqichlarda qayta ishlash yoki yo'q qilish uchun muhim tayyorlov bosqichidir. Fosfatlash vannalaridan olingan chiqindi suvlar odatda quyidagi komponentlarni o'z ichiga oladi: fosfat birikmalari (natriy, rux, marganes, nikel, temir va va boshqalar), pirofosfatlar, yuzada chiqadigan loyqa (fosfat cho'kindilari) va emulsiyalar (agar yog'li moddalar ishtirok etsa). Odatda ushbu fosfatli chiqindi suvlarning pH qiymatlari 1.5-2.0 oralig'ida bo'lib kuchli kislotali muhitga ega. Bu sharoitda ko'pchilik metallar va fosfatlar metall fosfatlari va gidroksidlar ko'rinishida cho'kadi. Ko'pgina tadqiqotlarda qishloq xo'jaligida oqava suvini ishlatishning ijobiy ta'siri haqida ilmiy ma'lumotlar keltirilgan [5-9].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotning maqsadi va vazifalari mahalliy metallni qayta ishlash korxonalari fosfatli chiqindi suvlarini rangli va og'ir metallardan tozalash jarayonlarini tadqiq qilishdan iborat.

Laboratoriya tajribalarini bajarish uchun Namangan viloyatida faoliyat ko'rsatayotgan metallni qayta ishlash korxonalari (Davr metall XK va Mexmash AJ) fosfatli chiqindi suvlari (mos ravishda 10,80 va 12,16% P_2O_5; 0,15 va 0,80% CaO; 8,75 va 9,29% Na_2O; 1,53 va 2,63% Al_2O_3; 9,63 va 7,76% Fe_2O_3 va boshqalar) va KOH hamda 25%-li NH_3 eritmalaridan foydalanildi.

Ushbu laboratoriya tajribalari quyidagicha olib boriladi: tadqiqot avvalida fosfatli chiqindi suvlari xona haroratida tindirildi va namuna dekantasiya usulida ikki qismga ajratildi. Ajratilgan qattiq faza chiqindini qayta ishlash uchun kelgusi tadqiqotlarga olib qo'yildi. Keyingi bosqichda ikki qismga ajralgan namunaning ustki suyuq qismini filtrlash uchun ajratib olindi. Filtrlash uchun filtrlash apparat yig'ildi va Buxner voronkasiga filtr qog'oz joylandi. Vakuum nasosi yordamida filtrlash amalga oshirildi. Filtratsiya natijasida olingan filtrat boshqa idishga yig'ildi. Filtratning tashqi ko'rinishi, pH qiymatini aniqlandi. Filtratdan namuna olinib, qattiq qoldiq ajratildi va quritildi. Qolgan cho'kma filtr qog'ozidan olinib, quritilib, og'irligi tortildi. Suyuq fazani neytrallash va tozalash bosqichlari davom ettiriladi. Suyuq faza tarkibidagi Zn^{2+}, Ni^{2+}, $Fe^{2+/3+}$, Mn^{2+} ionlaridan tozalash

ISSN 3030-3907

uchun bosqichma-bosqich neytrallanadi. pH-1.7 bo‘lgan 1000 ml suyuq fazaga 10 ml 1M KOH eritmasidan qo’shiladi pH 2.5-3 bo’lganda kaliy gidroksid qo’shish toxtatiladi, keyin suyuq fazaga10 ml 25% NH_3 eritmasidan qo’shib neytrallash davom ettirildi pH 4.5-5.5 gacha ko’tarilganda ammiak qo’shish toxtatildi, oxirgi bosqichda CaO (suv bilan aralashtirib $Ca(OH)_2$ hosil qilinadi) qo‘shiladi va pH 6.5-7.5 bo’lganda neytrallash to’xtatildi. Reaksiya davomida turli xil cho‘kmalar ($Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Zn_3(PO_4)_2$, $Zn(OH)_2$, $CaHPO_4$) hosil bo‘ladi. Reaksiya tugagach 15 daqiqa kutiladi. Cho’kma filtirlab ajratib olinadi. Ushbu jarayonda quyidagi reaksiyalar sodir bo’ladi:

$$\mathbf{3Zn(NO_3)_2 + 4KOH + 2NH_4H_2PO_4 \rightarrow Zn_3(PO_4)_2\downarrow + 4KNO_3 + 2NH_4NO_3 + 4H_2O}$$

$$Zn(NO_3)_2 + 2KOH \rightarrow Zn(OH)_2\downarrow + 2KNO_3$$

$$H_3PO_4 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaHPO_4\downarrow + 2H_2O$$

$$Fe(NO_3)_3 + 3KOH \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3KNO_3$$

$$Fe(H_2PO_4)_2 + 4KOH \rightarrow Fe(OH)_2\downarrow + 2K_3PO_4$$

$$H_3PO_4 + NH_3 \rightarrow NH_4H_2PO_4$$

$$CaHPO_4 + 2NH_4NO_3 = Ca(NO_3)_2 + (NH_4)_2HPO_4$$

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Dastlabki fosfatli chiqindi va filtratning ba’zi ko’rsatgichlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Fosfatli chiqindi va filtratning ba’zi ko’rsatgichlari

Ayrim ko‘rsatkichlar	Dastlabki namuna	Filtrat
Tashqi ko‘rinishi	Loyqa, kulrang	Tiniq, sarg‘ish
pH muhiti	1.5	1.5
Qattiq modda (g/100 ml)	0.123	0.008

Filtrlash samaradorligi 93.5% ni tashkil etdi, bu usulning dastlabki tozalash bosqichlarida samarali qo‘llanilishini isbotlaydi. 2-jadvalda tozalanmagan va tozalangan chiqindi suvlarning element tarkibi keltirilgan. Ushbu keltirilgan natijalardan ko’rinib turibdiki, natriyning miqdori 4,31 dan 2,63% gacha, temirnig miqdori 3,25 dan 0,076% gacha va ruxning miqdori esa 19,24 dan 0,050% gacha kamayishi kuzatiladi.

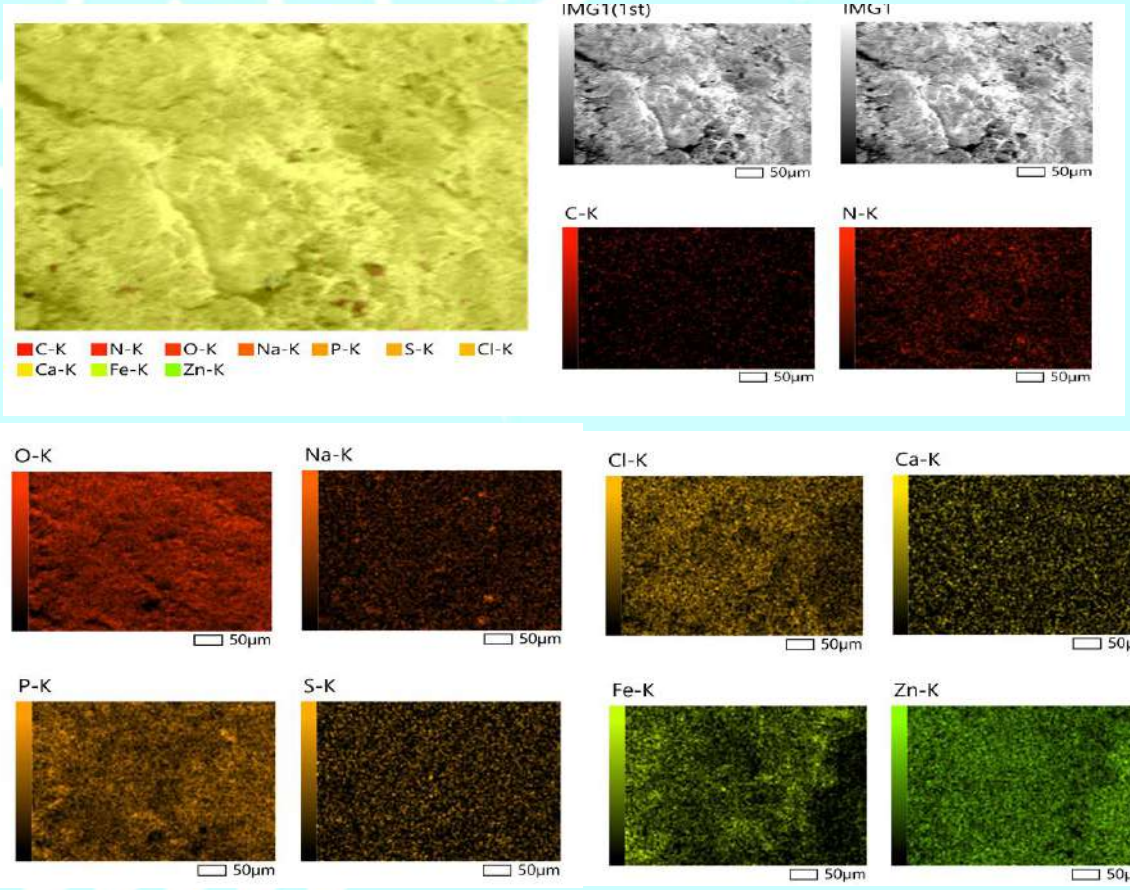
ISSN 3030-3907

2-jadval.

Tozalanmagan va tozalangan chiqindi suvlarning element tarkibi

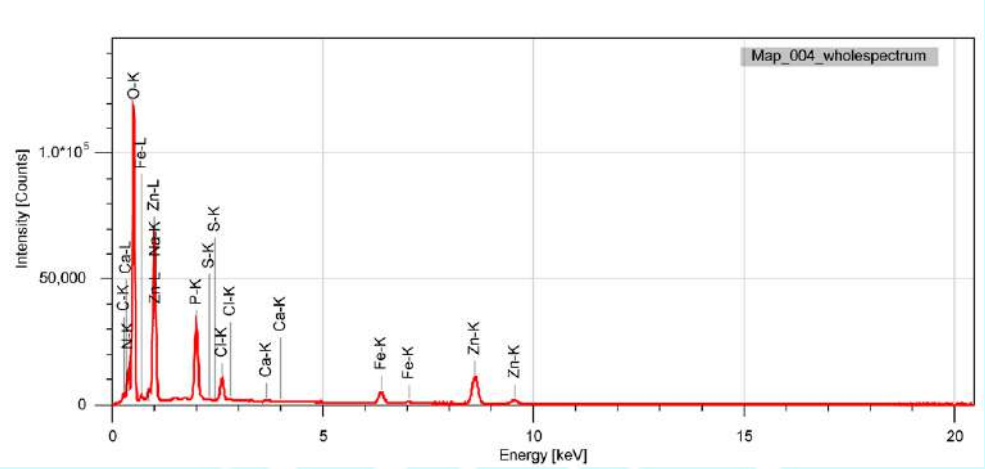
Tozalanmagan		Tozalangan	
Element	**Mass.,%**	**Element**	**Mass.,%**
C	4.32±0.02	C	6.56±0.03
N	9.22±0.03	N	31.99±0.05
O	48.45±0.06	O	30.97±0.04
Na	4.31±0.03	Na	2.63±0.02
P	7.64±0.02	P	15.23±0.01
S	0.14±0.00	S	11.32±0.03
Cl	2.25±0.01	Cl	0.56±0.01
Ca	1.18±0.01	Ca	0.15±0.01
Fe	3.25±0.02	Fe	0.076±0.03
Zn	19.24±0.06	Zn	0.50±0.01
Ti	0.13±0.01	Ti	0.01±0.00

Umumiy fosfat oqava suvlarini bosqichma bosqich neytrallash usuli bilan tozalash bo‘yicha tajriba sinovlari ma‘lumotlari shuni ko‘rsatadiki, tozalashdan so‘ng ushbu oqova suvlardagi metallar eritmada cho‘kma holatiga o‘tishi tufayli filtratlardagi ularning miqdorlari sezilarli darajada kamayadi (1- va 2-rasmlar).

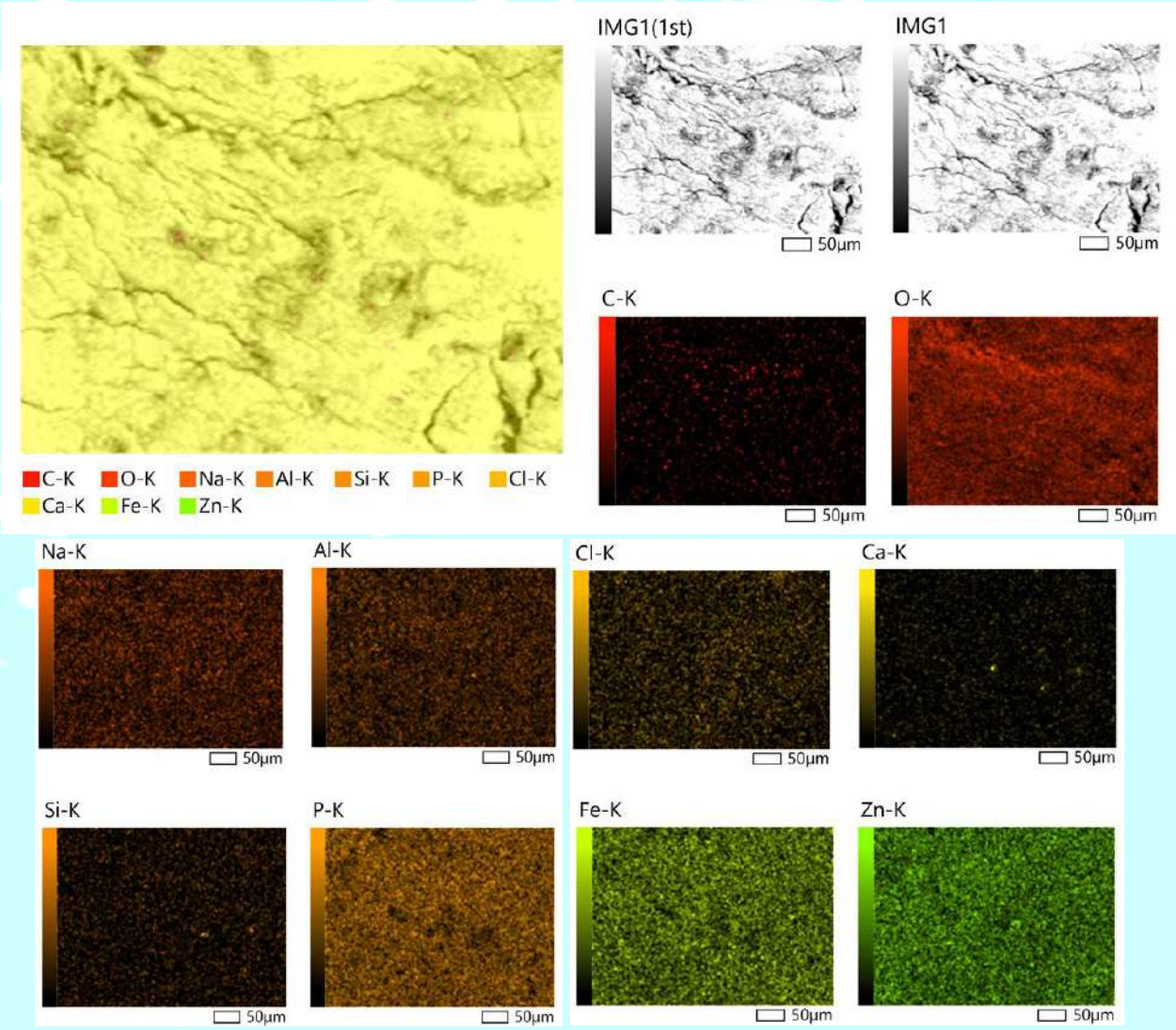


1-rasm. Tozalanmagan suyuq fazaning SEM tahlili.

ISSN 3030-3907

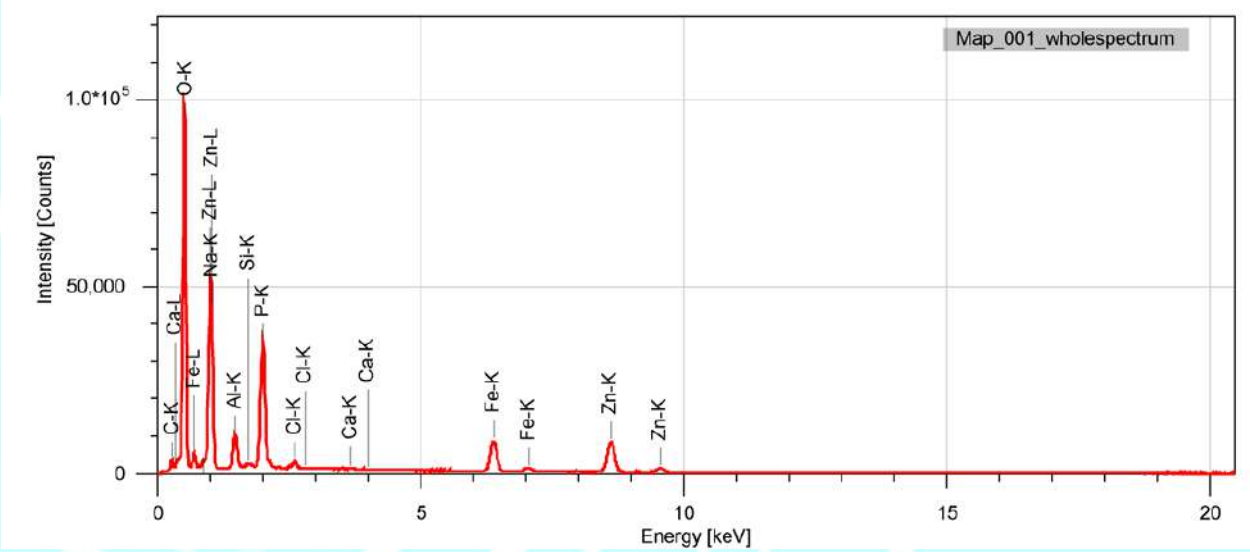


2-rasm. Tozalanmagan suyuq fazaning rentgen tahlili.



3-rasm. Tozalangan suyuq fazaning SEM tahlili.

ISSN 3030-3907



4-rasm. Tozalangan suyuq fazaning rentgen tahlili.

XULOSA

Metallarni fosfatlashda hosil bo‘lgan chiqindi suvlarni qattiq va suyuq fazalarga ajratish jarayonlari o’rganildi, fosfatli chiqindi va filtratning ba’zi ko’rsatgichlari (tashqi ko’rinishi, pH muhiti va qattiq moddalar miqdori) aniqlandi. Filtrlash samaradorligi 93.5% ga teng ekanligi aniqlandi va bu usul dastlabki tozalash bosqichlarida samarali qo‘llanilishi samarali ekanligi ko’rsatildi. KOH va NH_3 eritmalari orqali tozalangan filtratlarning SEM va rentgen tahlillari o’rganildi. Tozalashdan so‘ng ushbu oqova suvlardagi metallar eritmada cho’kma holatiga o’tishi tufayli filtratlardagi ularning miqdorlari sezilarli darajada kamayishi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. S.Turobjonov, T.Tursunov, X.Pulatov. Oqava suvlarni tozalash texnologiyasi Toshkent “Musiqa” nashriyoti 2010.
2. E.S.Buriyev, K.F.Yakubov. Oqava suvlarni oqizish tarmoqlari “Cho‘lpon nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi” Toshkent. 2014.
3. Kenjabaev A.T., Sultonov A.O. The role and place of agroclusters in improving the economic efficiency of water use in the region //Asian Journal of Multidimensional Research (AJMR). – 2018, p.7-11.
4. Fugiel, A.; Burchart-Korol, D.; Czaplicka-Kolarz, K.; Smoli ´nski, A. Environmental Impact and Damage Categories Caused by Air Pollution Emissions from Mining and Quarrying Sectors of European Countries. J. Clean. Prod. 2017, 143, 159–168. [CrossRef]
5. D.B. Kholikulov, A.R. Aripov, N.B. Khujakulov, A.B. Buronov, A.B. Azimova “Extraction of metals by using ozone from residue solutions of metallurgical production” Navoiy, 2019.
6. Юсупова А.И. Очистка сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, сорбентами и экстрактами из таннинсодержащих отходов. 03.02.08. -

ISSN 3030-3907

Экология (в химии и нефтехимии). Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Казань, КНИТУ, 2015. –С.165. 54. Клименко Т.В. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов // Современные научные исследования и инновации. –2013. - №11. –С. 17-23.
7. Петухова Ю.Н., Ильина С.И. Фурсенко А.В., Носырев М.А. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с помощью сорбентов // Евразийский Союз Ученых. 2019. №7 (64). С. 51-54. doi: 10.31618/ESU.2413 9335.2019.6.64.254.
8. Л.О. Штриплинг, Ф.П. Туренко Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов Учебное пособие – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 192 с.
9. Qu, D. et al. Experimental study of arsenic removal by direct contact membrane distillation. J. Hazard. Mater. 163, 874–879 (2009).

ISSN 3030-3907

БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПАТОЛОГИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА

Исмоилова Дилноза Зубайд кизи

Ассистент кафедры Медицинской и биологической химии Бухарского государственного медицинского института

E-mail: ismoilova.dilnoza@bsmi.uz

Annotatsiya. Energetik almashinuv patologiyalarining biokimyoviy asoslari katabolik va anabolik jarayonlar buzilish mexanizmlarini tahlil qiladi, bu esa hujayralarda energiya yetishmovchiligiga olib keladi. Krebs sikli, oksidlovchi fosforlanish va yog‘ kislotalarining β-oksidlanish jarayonlaridagi nuqsonlar ko‘plab metabolik kasalliklarning asosida yotadi. Energiyaning tanqisligi, ayniqsa, yuqori energiya talab qiluvchi a’zolar va tizimlarda — asab hamda yurak-qon tomir tizimida funksiyalarning buzilishi bilan namoyon bo‘ladi. Energetik almashinuvning buzilishi zaharli metabolitlarning to‘planishi bilan tavsiflanadi, bu esa patologik jarayonni yanada og‘irlashtiradi. Ushbu biokimyoviy mexanizmlarni o‘rganish metabolik kasalliklarning diagnostikasi, terapiyasi va profilaktikasi usullarini ishlab chiqishda alohida ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: bioenergetika, energiya almashinuv, ATF, tiroksin, triyodtironin, gipertireoz, miya gipoksiyasi, Krebs sikli, antioksidantlar.

Аннотация. Биохимические основы патологий энергетического обмена анализируют механизмы нарушений катаболических и анаболических процессов, влекущих к энергетической недостаточности клеток. Дефекты в цикле Кребса, окислительном фосфорилировании и β-окислении жирных кислот лежат в основе многих метаболических заболеваний. Недостаток энергии проявляется нарушением функций высоко-энерго-зависимых органов и систем, особенно нервной и сердечно-сосудистой. Нарушения энергетического обмена характеризуются накоплением токсичных метаболитов, усугубляющих патологический процесс. Изучение этих биохимических механизмов имеет особую важность для разработки методов диагностики, терапии и профилактики метаболических заболеваний.

Ключевые слова: биоэнергетика, обмен энергии, АТФ, тироксин, трийодтиронин, гипертиреозе, гипоксия мозга, цикл Кребс, антиоксидантов.

Abstract. The biochemical foundations of energy metabolism pathologies examine the mechanisms of disturbances in catabolic and anabolic processes that lead to cellular energy deficiency. Defects in the Krebs cycle, oxidative phosphorylation, and β-oxidation of fatty acids underlie many metabolic disorders. Energy deficiency manifests as impaired function of highly energy-dependent organs and systems, particularly the nervous and cardiovascular systems. Disorders of energy metabolism are characterized by the accumulation of toxic metabolites that

ISSN 3030-3907

aggravate the pathological process. The study of these biochemical mechanisms is of particular importance for the development of effective diagnostic, therapeutic, and preventive approaches to metabolic diseases.

Keywords: bioenergetics, energy metabolism, ATP, thyroxine, triiodothyronine, hyperthyroidism, cerebral hypoxia, Krebs cycle, antioxidants.

Введение

Энергетический обмен (биоэнергетика) – основной процесс, обеспечивающий организм энергией для поддержания гомеостаза, работы мышц, секреции, синтеза биомолекул. Центральное место в энергетическом обмене занимает биологическое окисление, сопряжённое с фосфорилированием, в результате чего образуется АТФ – общий энергетический эквивалент клетки. Нарушения этих процессов могут возникать при генетических дефектах ферментов, токсических повреждениях митохондрий, эндокринных патологиях и инфекционных заболеваниях. В норме процессы окисления и фосфорилирования строго сопряжены, однако при патологических состояниях возможно их разобщение, что приводит к значительному снижению эффективности использования энергии пищи. Таким образом, патологии энергетического обмена представляют собой ключевой фактор развития многих заболеваний и функциональных нарушений.

Нарушения обмена энергии. Экспериментальные данные показывают, что в условиях патологического разобщения окисления и фосфорилирования ухудшается работа разных органов (сокращается выработка антител в экспериментальном гипотиреозе, уменьшается мышечная активность при α-динитрофеноловой интоксикации).

Особо выраженные изменения в энергетическом обмене возникают при бактериальной интоксикации. Дифтерийные и стафилококковые токсины, золотистый стафилококк, обладая дезорганизующим действием, приводят к значительному возрастанию фактической продукции тепла.

В дальнейшем более тяжёлые отклонения энергетического обмена наблюдаются при тяжёлых ожогах. Начальной причиной этих изменений является снижение уровня SH-групп белков, сопровождающееся потерей ферментативной активности митохондрий и дезингибиционным окислительным фосфорилированием, что в конечном итоге уменьшает выработку АТФ и вызывает нарушение работы внутренних органов. При ожогах снижение уровня SH-групп белков связано с подавлением их недоокисленными продуктами обмена и ожоговыми токсинами.

Энергетические процессы в клетке зависят тесно не только от уровня и активности определённых субстратов (продукты обмена), но и от состояния

ISSN 3030-3907

систем, регулирующих обмен энергии, прежде всего нервной и эндокринной систем. Так, теплопродукция может существенно возрасти при эмоциональном возбуждении, в фазе травматического шока.

Гормоны щитовидной железы играют ключевую роль в регуляции энергетического обмена организма. Среди них тироксин (T_4) и трийодтиронин (T_3) являются основными биологически активными формами. Эти гормоны оказывают прямое влияние на активность митохондриальных ферментных систем. Они регулируют проницаемость митохондриальных мембран для ионов и метаболитов. Благодаря этому обеспечивается оптимальный уровень окислительно-фосфорилирующих процессов. Нарушение баланса тиреоидных гормонов приводит к сдвигам в энергетическом гомеостазе клеток. Таким образом, тироксин и трийодтиронин можно рассматривать как ключевые регуляторы проницаемости митохондрий и энергетического обмена.

Повышенная секреция тироксина наблюдается при гипертиреозе. В этих условиях усиливается интенсивность тканевого дыхания и окислительных процессов. Активируются как свободное, так и фосфорилируемое окисление. В результате увеличивается синтез АТФ и общая теплопродукция организма. Ускорение метаболических процессов сопровождается ростом потребления кислорода. Однако подобная гиперактивация энергетического обмена имеет и отрицательные последствия. При избыточной концентрации тироксина нарушается структурная целостность митохондрий.

Дезорганизующее действие тироксина проявляется в набухании митохондрий и изменении их внутренней структуры. Это приводит к повышению проницаемости мембран и нарушению сопряжения процессов дыхания и фосфорилирования. В таких условиях активируются ферменты дыхательной цепи, особенно дегидрогеназы. Однако эффективность образования макроэргических соединений снижается. Энергия начинает выделяться преимущественно в виде тепла, что усиливает теплопродукцию организма. Подобные сдвиги вызывают перегрузку клеточных систем антиоксидантной защиты. Таким образом, при гипертиреозе происходит переход на преимущественно свободное окисление.

Обратная ситуация наблюдается при снижении секреции тироксина, характерной для гипотиреоза. В этих условиях скорость метаболических процессов резко уменьшается. Снижается активность митохондриальных ферментов дыхательной цепи. Нарушается образование АТФ и уменьшается теплопродукция тканей. Энергетический дефицит отражается на функционировании органов с высокой потребностью в энергии — мозга,

ISSN 3030-3907

сердца и печени. Клеточный метаболизм переходит в экономный режим. Следовательно, гипотиреоз сопровождается общим снижением энергетического обмена и окислительных процессов.

Энергетический обмен увеличивается при опухолях гипофиза, связанных с избыточной выработкой соматотропного гормона (СТГ), способствующего образованию тепла за счёт стимуляции свободного окисления.

В заключение, в условиях патологии снижение сопряжённых процессов может быть обусловлено также рядом других факторов, влияющих на превращение энергии пищи в тепло. Энергетический обмен варьируется в зависимости от уровня выделения недоокисленных метаболитов, более энергоёмких, чем обычные конечные продукты обмена, от ускоренного распада тканей и других процессов, протекающих в организме.

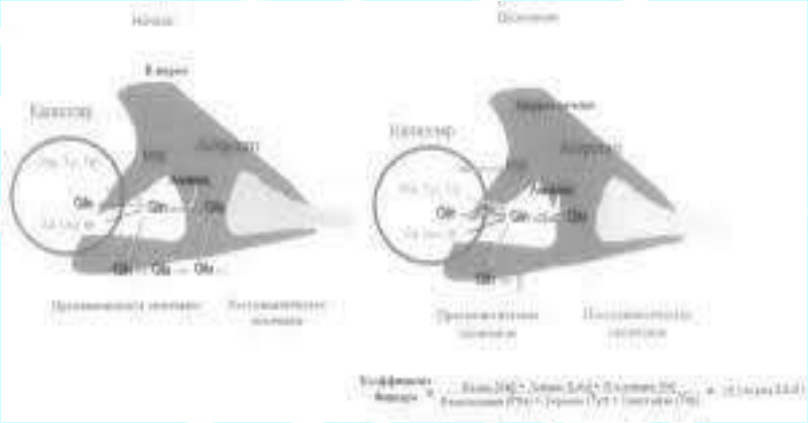
Гипоэнергетические состояния. Живая клетка требует АТФ постоянно, поскольку многочисленные процессы, связанные с использованием АТФ, в клетке постоянно происходят. Например, для обновления белков расходуется около 15 % всей энергии основного обмена (то есть обмена, происходящего в состоянии покоя), на поддержание трансмембранного градиента концентраций ионов натрия и калия — около 30 %.

Гипоэнергетические состояния — схема.

При переходе к мышечной активности потребность в АТФ значительно увеличивается.

Запасы АТФ в клетке почти не образуются. К примеру, в сердечной мышце АТФ исчезает за несколько секунд, если его синтез заблокирован. Следовательно, клетка постоянно должна получать питательные вещества (доноры водорода) и кислород для поддержания синтеза АТФ. При голодании в качестве энергетических субстратов задействуются собственные компоненты тканей. Энергетический обмен в этих условиях снижен: спустя две недели голодания потребление кислорода падает на 40 % (алиментарная форма гипоэнергетического состояния). Резервов питательных веществ в организме хватает на несколько недель полного голодания, запасов же кислорода нет, поэтому при его дефиците уже через 2-3 минуты наступает смерть. Гипоксия — самая частая причина гипоэнергетических состояний а гипоксия мозга — самая частая непосредственная (финальная) причина смерти. Поэтому среди реанимационных мер превалируют мероприятия, направленные на восстановление кислородного снабжения органов.

ISSN 3030-3907



Молекулярной основой нарушений энергетического обмена является дисфункция митохондрий: изменение проницаемости мембран, подавление ферментов дыхательной цепи, окисление SH-групп белков. Это приводит к разъединению окисления и фосфорилирования и недостатку АТФ. При генетических митохондриальных болезнях (например, синдром Лея, MELAS) энергетический недостаток особенно выражен в тканях с высоким потреблением кислорода – в мозге, миокарде, мышцах. В условиях отравлений (химических, лекарственных, бактериальных) энергетический обмен нарушается не только из-за повреждения митохондрий, но и из-за накопления ядовитых метаболитов, которые замедляют ферменты цикла Кребса и дыхательной цепи. Нарушение энергетического обмена постоянно сопровождается вторичными изменениями – метаболическим ацидозом, нарушением ионного гомеостаза, уменьшением синтеза белка и активности иммунной системы. Клинические проявления таких патологий разнообразны: от быстрой усталости и мышечной слабости до тяжёлых органных дисфункций (сердечной недостаточности, неврологических синдромов, эндокринных нарушений). В медицинской практике важным направлением является поиск методов коррекции этих нарушений – применение антиоксидантов, метаболических средств (кофермент, рибоксин, янтарная кислота), гормональная терапия, а также современные подходы митохондриальной медицины.

Патологии энергетического обмена занимают центральное место среди нарушений метаболизма человека. Эти расстройства рассматриваются как одно из ключевых звеньев патогенеза большинства соматических и наследственных заболеваний. Энергетический обмен обеспечивает клетки необходимым количеством АТФ для поддержания жизнедеятельности. Даже незначительное отклонение в синтезе или использовании АТФ может вызвать серьезные функциональные нарушения. Наиболее чувствительными к энергетическому дефициту являются органы с высокой метаболической активностью. В первую очередь это головной мозг, сердечная мышца и

ISSN 3030-3907

скелетные мышцы. Следовательно, стабильность энергетического обмена является основой нормального функционирования всех систем организма.

Нарушения процессов биохимического окисления лежат в основе большинства патологий энергетического обмена. Эти процессы обеспечивают окисление органических субстратов с высвобождением энергии. Основными звеньями биологического окисления являются гликолиз, цикл трикарбоновых кислот и дыхательная цепь митохондрий. При сбое хотя бы одного из этих этапов резко снижается эффективность образования макроэргических соединений. Это приводит к накоплению промежуточных метаболитов и нарушению кислотно-щелочного равновесия. В результате клетки переходят на менее эффективные анаэробные пути получения энергии. Таким образом, нарушения окислительных процессов формируют основу метаболического дисбаланса.

Функциональные расстройства митохондрий являются ведущим механизмом энергетической недостаточности. Митохондрии обеспечивают сопряжение процессов дыхания и фосфорилирования. При их повреждении нарушается передача электронов в дыхательной цепи и образование АТФ. Такие изменения могут быть вызваны как наследственными дефектами митохондриальных генов, так и приобретёнными факторами. К последним относятся гипоксия, интоксикации, воспалительные процессы и действие свободных радикалов. В условиях митохондриальной дисфункции клетки теряют способность поддерживать энергетический баланс. Это вызывает каскад компенсаторных и деструктивных реакций на клеточном и тканевом уровнях.

Недостаток АТФ на клеточном уровне приводит к нарушению функций органов с высокой энергетической потребностью. Прежде всего страдают нервная система, миокард и мышечные ткани. Для нейронов энергетическая недостаточность выражается в нарушении синаптической передачи и гибели клеток. В сердечной мышце дефицит энергии вызывает снижение сократительной способности и развитие сердечной недостаточности. В скелетных мышцах проявляется быстрая утомляемость и мышечная слабость. Эти изменения сопровождаются развитием вторичных патологических процессов в обмене веществ. Таким образом, энергетический дефицит является универсальным механизмом формирования полиорганной дисфункции.

Современные исследования подтверждают, что ключевую роль в развитии метаболических заболеваний играют молекулярные дефекты ферментных систем. Нарушения ферментативной активности приводят к сбоям в основных путях катаболизма и анаболизма. Особенно значимыми

ISSN 3030-3907

являются дефекты, связанные с дефицитом коферментов и нарушением их регенерации. Недостаток коферментов, таких как НАД$^+$, ФАД и коэнзим А, вызывает энергетический дефицит и снижает эффективность биохимических реакций. Существенное влияние оказывают также нарушения в системе антиоксидантной защиты клетки. Ослабление антиоксидантных механизмов способствует накоплению активных форм кислорода. В результате усиливается перекисное окисление липидов и развивается оксидативный стресс, ведущий к повреждению митохондрий и белковых структур.

Избыточное образование свободных радикалов рассматривается как один из центральных факторов патогенеза метаболических нарушений. Эти реакционноспособные молекулы вызывают дестабилизацию клеточных мембран и нарушение митохондриального дыхания. Повреждение митохондрий приводит к снижению синтеза АТФ и активации апоптотических путей. На фоне этих процессов развиваются хронические энергетические дисфункции тканей. Изучение биохимических механизмов подобных нарушений имеет важное значение для современной медицины. Оно открывает новые возможности для ранней диагностики и оценки риска метаболических заболеваний. Кроме того, результаты этих исследований создают предпосылки для разработки таргетной терапии и персонализированных подходов к коррекции энергетического обмена.

Таким образом, понимание биохимических основ патологий энергетического обмена не только углубляет фундаментальные представления о клеточном метаболизме, но и имеет прикладное значение в клинической практике, позволяя разрабатывать новые методы профилактики и лечения заболеваний, связанных с энергетическим дефицитом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР

1. Liu H, et al. Energy metabolism in health and diseases. *Signal Transduct Target Ther*. 2025.
2. Zhang L, et al. Biochemical basis and metabolic interplay of redox regulation. *Redox Biology*. 2019.
3. Swerdlow RH. Bioenergetics and Metabolism: A Bench to Bedside Perspective. *Frontiers in Neuroscience*. 2016
4. Metabolic, structural and biochemical changes in diabetes. *Diabetologia / related journal*.
5. Lonsdale D. A Review of the Biochemistry, Metabolism and Clinical … *PMC*. 2006.
6. Телушкин ПК. Изменения энергетического обмена и повреждение функциональных систем организма. *Проблемы эндокринологии* (Probl-Endo Journals). 2006

ISSN 3030-3907

7. Спирина Л. В., Кузьменко Д. И., Стахеева М. Н. и др. *Медицинская биохимия: патохимия, диагностика. Избранные лекции*. Томск: СибГМУ, 2023.
8. Невзорова В. А. Клеточный метаболизм и дисфункция митохондрий при заболеваниях лёгких. *Пульмонология* / журнал Пульмонология. 2023
9. Васюкова О. В. Энергетический обмен человека: обзор и клинические аспекты. *Проблемы эндокринологии*. 2021
10. A Comprehensive Review on Metabolic Syndrome.

ISSN 3030-3907

УДК 675.92.02

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ СИНТЕЗА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ПЛАСТИФИКАТОРА ДЛЯ ПВХ КОМПОЗИЦИЙ

А.М. Нарзуллаева
Бухарский государственный технический университет
E-mail: narzullaeva.aziza@yandex.ru
Садикова М.М.
Бухарский государственный технический университет
Исломова С.У.
Бухарский государственный технический университет
Tel: +99891 412 64 96

Аннотация: В статье приведён литературный обзор по использованию растительных масел в качестве пластификаторов для полимеров. Авторами предлагается методика получения экологически чистого пластификатора для ПВХ композиций из масла клещевины, приведены результаты исследований в этом направлении, приведены оптимальные варианты методики получения экологичного пластификатора.

Ключевые слова: поливинилхлорид, полимеры, растительные масла, синтез, дибутилфталат, диоктилфталат, пластификатор, композиция, поливинилхлорид, касторовое масло, глицерин, технология, экология.

Abstract: This article provides a literature review on the use of vegetable oils as plasticizers for polymers. The authors propose a method for producing an environmentally friendly plasticizer for PVC composites from castor oil, present research results in this area, and identify optimal methods for producing an environmentally friendly plasticizer.

Keywords: polyvinyl chloride, polymers, vegetable oils, synthesis, dibutyl phthalate, dioctyl phthalate, plasticizer, composition, polyvinyl chloride, castor oil, glycerin, technology, ecology.

Annotatsiya. maqolada o'simlik moylarini polimerlar uchun plastifikator sifatida ishlatish bo'yicha adabiy sharh berilgan. Mualliflar Kastor yog'idan PVX kompozitsiyalari uchun ekologik toza plastifikatorni olish metodologiyasini taklif qilishadi, ushbu yo'nalishdagi tadqiqotlar natijalari keltirilgan, ekologik toza plastifikatorni olish metodologiyasining maqbul variantlari keltirilgan.

Kalit so'zlar: polivinilxlorid, polimerlar, o'simlik moylari, sintez, dibutil ftalat, dioktil ftalat, plastifikator, kompozitsiya, polivinilxlorid, Kastor yog'i, glitserin, texnologiya, ekologiya.

Введение.

Как можно заметить, химическая промышленность нашей страны стремительно набирает рост, и производимая продукция тоже должна

ISSN 3030-3907

соответствовать требованиям времени. За исключением некоторых химических фирм, в Республике отсутствует промышленное производство добавок к ПВХ как таковых. Проблема объясняется отсутствием не только современных технологий, но и сырья, используемого в производстве качественных композиций ПВХ.

За рубежом дело обстоит несколько иначе, однако и здесь имеются недостатки, над которыми стоит поработать.

Из-за их химической стабильности, универсальности, легкости и ограниченного стоимость по отношению к другим классам материалов (например, металлы и керамики), в последние десятилетия полимеры нашли широкое распространение. Применение во многих технологических областях, таких как строительство, электроника, упаковка и здравоохранение. Пластмассы по всему миру производство в 2017 году составило 354 млн тонн, и около 26% полимеры были произведены в Китае [1; 59-63-с.]

Даже если интерес к полимерным смесям постоянно увеличивается, история полимерных сплавов довольно длинная и связанных с разработкой различных полимерных матриц. На самом деле, возможность смешивания двух или более матриц может привести к разработка новых полимеров с индивидуальными свойствами, отличается от составляющих, преодолевая, таким образом, проблемы из-за синтеза новых видов полимеров. На общем уровне пять различных методов, т. е. смешивание расплава, смешивание растворов, смешивание латекса, частичный блок- или привитой сополимер-образования и синтеза взаимопроникающих полимерных сеток, может быть предназначены для переработки полимерных смесей. [1; 59-63-с.].

Пластмассы сделали нашу жизнь проще. От предметов домашнего обихода до медицинского оборудования, пластмассы являются неотъемлемой частью нашей жизни. Они могут быть спроектированы с индивидуальными свойствами и противостоять деградации окружающей среды и времени. Медицинские пластмассы разрабатываются для конкретных применений они произвели революцию в промышленности главным образом из-за простоты обработки и могут быть легко функционализированы для придания желаемого химического или функциональные свойства. Медицинские инструменты, изготовленные из стали, керамики или стекла теперь заменены пластиком, который оказался экономичным и долговечным. [2;199-208-с.].

Большое количество отличных работ, описывающих исследование термостабилизаторов [3; 426-429-с.] и смазочных материалов ПВХ, упомянуто в специальной литературе [4; 15-17-с.].

ISSN 3030-3907

В последние годы наблюдается быстрый рост использования растительных масел, для получения широкого спектра полимеров для замены полимеров на нефтяной основе для минимизации воздействия на окружающую среду. Несъедобное касторовое масло (CO) можно получить из клещевины, которая легко растет даже в засушливой местности. CO является многообещающим источником для разработки нескольких полимеров, таких как полиуретаны, полиэфиры, полиамиды и эпоксидные полимеры. Было разработано несколько путей синтеза, и были изучены различные свойства полимеров для промышленного применения. Кроме того, в эти полимеры были включены наполнители и волокна, в том числе наноматериалы, для улучшения их физических, термических и механических свойств. В этом обзоре освещается разработка полимеров на основе CO и их композитов с привлекательными свойствами для промышленных и биомедицинских применений [5; 4639-4662-с.].

Синтез нетоксичных пластификаторов, полученных из отходов канифолиоперерабатывающей промышленности, может снизить загрязнение окружающей среды и способствовать полноценной утилизации отходов канифоли. В этом исследовании четыре вида устойчивых разветвленных пластификаторов, полученных из ресурса биомассы , эвгенола (полученного из отходов производства канифоли), были синтезированы с помощью однореакторной полимеризации без растворителя и использованы для пластификации поливинилхлорида.(ПВХ). Внутренне пластифицированный ПВХ был изготовлен с использованием тиолированного ДФЭ (разветвленных пластификаторов на основе эвгенола). Были исследованы термическая стабильность, свойства при растяжении, микроструктура, летучесть и стойкость к экстракции растворителем пластифицированного ПВХ. По сравнению с коммерческим пластификатором диоктилфталатом термическая стабильность, эффективность пластификации и устойчивость к миграции разветвленных пластификаторов выше. Все разветвленные пластификаторы имеют потенциальное применение в пластмассовых изделиях [6; 104-331-с.].

Гидролиз касторового масла с использованием фермента липазы проводят в реакторе периодического действия при комнатной температуре (35-40^{0}C). С целью снижения затрат на ферментативно-катализируемую реакцию выбирают воду в масляной эмульсии и соотношение масла к воде 3:1. Концентрация фермента в реакционной смеси оптимизирована. Изучено влияние различных добавок, таких как растворитель и соль, которые могут увеличить скорость реакции. Установлено, что глицерин не оказывает никакого влияния на гидролиз масла. Также была проверена возможность

ISSN 3030-3907

повторного использования фермента липазы. Выход ферментативного гидролиза касторового масла сравнивается с выходом кокосового и оливкового масел [7;93-99-с.].

Существует исследование по фототермическим полиуретанам с эффектом памяти формы, которые привлекают все больше внимания благодаря своей точности, гибкости и дистанционному управлению. Однако современные фототермические SMPU часто основаны на ресурсах на основе нефти и используют неорганические или металлические наночастицы *в* качестве фототермических агентов, что не только вызовет ресурсный кризис, но и загрязнит окружающую среду. Кроме того, их собственная невоспроизводимость еще больше усугубила бы недостатки, упомянутые выше. Сообщается о полиуретанах, с эффектом памяти формы на основе касторового масла (КМ) без наночастиц, пригодных для вторичной переработки и чувствительных к фототермии. Благодаря рациональному молекулярному дизайну механические свойства фотополиуретанов могут претерпевать широкий спектр изменений - от мягких к жестким, а затем и к твердым [8].

Материалы и методы. Масло клещевины– растительное масло, которое добывают путём отжима из семян клещевины, причём технология отжима может быть, как горячей, так и холодной. Чаще бесцветная, иногда имеет слабый жёлтый оттенок, густая и довольно вязкая жидкость. Авторы статьи получили пластификатор для поливинихлорида на основе масла клещевины, который обрабатывали диметилтерефталатом, в результате чего образовался сложный эфир терефталевой кислоты с диглицеридом касторового масла.

ISSN 3030-3907

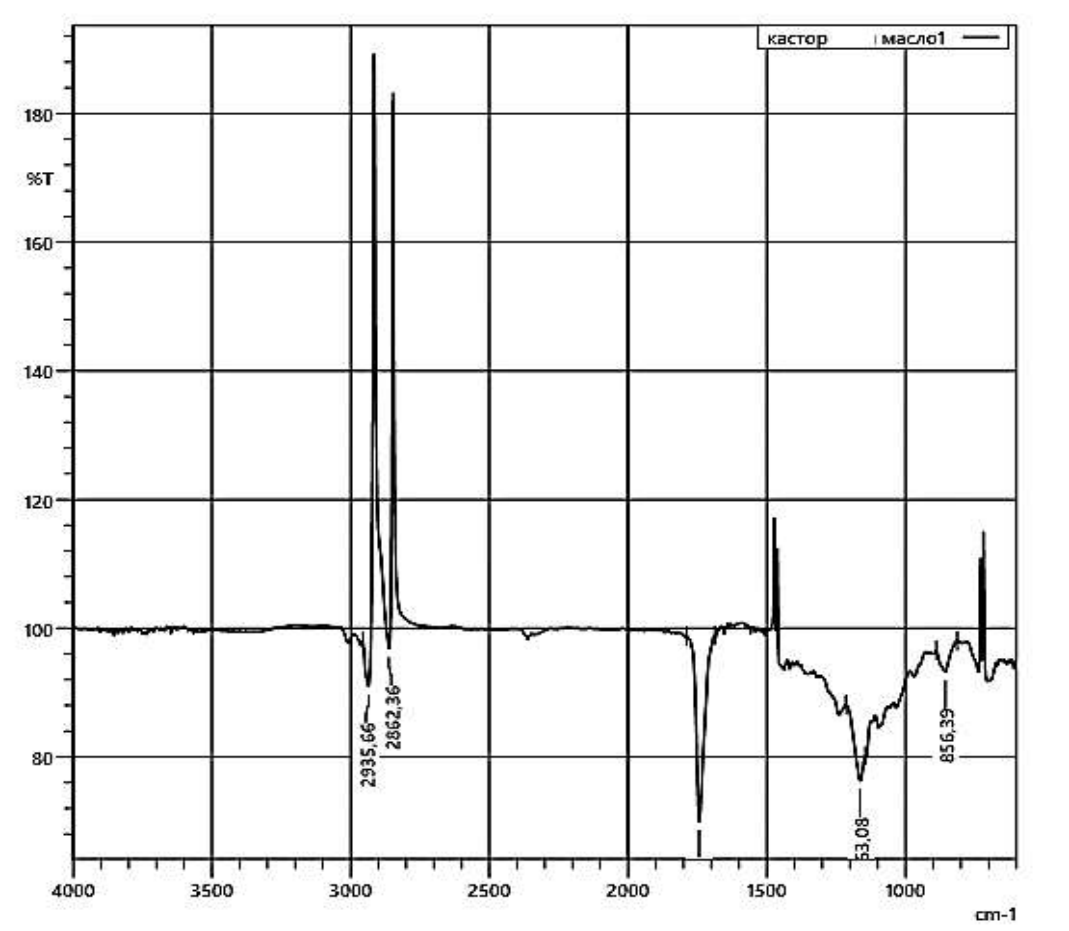


Рис. 1. ИК-спектроскопия масла клещевины

Наличие винильной группы соответствует полосам поглощения 1800-1750 см$^{-1}$, алифатические соединения соответствуют полосам поглощения 890-820 см$^{-1}$, полосы поглощения, соответствующие группам (-CH-), колеблются в интервале 2935±1 и 2862±1.

Ниже приведено количество содержания жирных кислот касторового масла:

Пальмитиновая кислота ≤ 2 (1,43%), Стеариновая кислота ≤ 2,5 (1,29), Олеиновая кислота 2,5+6 (4,17), Рицинолевая кислота 85-92 (87,57%), Линолевая кислота 2,5+7 (5,42).

Как можно увидеть большую долю этого масла составляют глицериды вязкой рицинолевой кислоты ($C_{18}H_{34}O_3$), содержащей в огромной молекуле только одну ненасыщенную связь. Остальное приходится на глицериды линолевой и олеиновой кислот.

Для получения пластификатора на основе касторового масла в колбу, снабженную мешалкой и охлаждающим агентом, добавляли касторовое масло и глицерин, в присутствии катализатора. Реакцию проводили в течение 4 часов при температуре от 180ºС. Через 4 часа хладагент заменяли на сепаратор Дина Старка и нагревали в течение 2 часов. Выход целевого

ISSN 3030-3907

продукта составил от 89 до 95%. Продукт, образующийся в колбе, не имеет цвета, запах слабо напоминает запах касторового масла.

Пластификатор на основе растительного масла добавляли к ПВХ в различных соотношениях, при различной температуре. Нагрев производили как в муфельной печи, так и на электрической плите. Оптимальным вариантом явилось нагревание на электрической печи, поскольку имеется возможность постоянного перемешивания сырья, и как результат более однородная масса и качественный выход продукта.

Результаты и обсуждение. Одним из факторов получения качественного продукта явилось интенсивное перемешивание, поскольку чем однороднее масса сырья, тем получившийся полимер был более эластичен и невооружённым глазом.

При проведении исследований образцы композиций ПВХ более длительное время сохраняли пластичность (около 13 мин), что позволит расширить ассортимент производимой продукции благодаря пластичности при переработке сырья. Готовый продукт в данном случае может использоваться в производстве жёстких ПВХ изделий, требующих экологичность.

Таблица–1

Количественные результаты проведения эксперимента по синтезу пластификатора для ПВХ на основе касторового масла

№	Мольное соотношение Касторове масло: Глицерин	Время, час	Т, ^{0}C	Выход, %
1	1:0,5	6	170	82,3
2	1:3		175	84,8
3	1:1,5		180	73,9
4	1:2		185	87,7
5	1:1		190	89,6
6	1:0,5	6	170	81,4
7	1:3		175	81,5
8	1:1,5		180	83,4
9	1:2		185	88,4
10	1:1		190	90,2

Из проведённых опытов оптимальным вариантом следует считать третий вариант, где соотношение касторовое масло и глицерин составили 1:3 соответственно.

При проведении исследований образцы композиций ПВХ более длительное время сохраняли пластичность (около 13 мин), что позволит

ISSN 3030-3907

расширить ассортимент производимой продукции благодаря пластичности при переработке сырья. Готовый продукт в данном случае может использоваться в производстве жёстких ПВХ изделий, требующих экологичность.

Ниже представлен график ИК-спектроскопии полученного образца

Наличие не ярко выраженного поглощения камертона в области 3500-3000 см^{1}, свидетельствует о наличии небольшого количества ОН- групп. Почти все остальные пики соответствуют валентным колебаниям С-Н групп, кетонов, алкенов, алкинов и т.д. Наиболее ярко выраженные из них 2926,01 см$^{-1}$, 2854,65 см$^{-1}$– поглощение CH_2 – структурных фрагментов алканов.

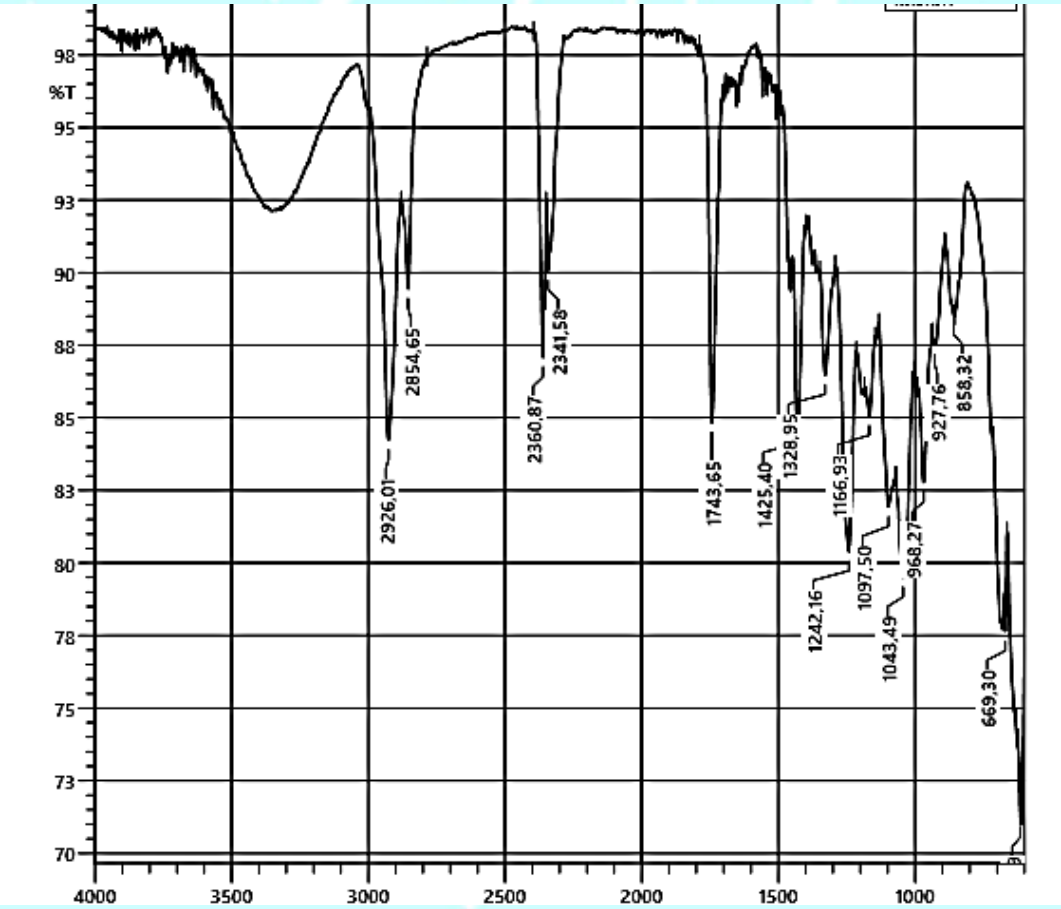


Рис. 2. График ИК-спектроскопии образца композиционного ПВХ

Ниже приведена технологическая схема получения пластификатора на основе касторового масла.

Глицерин и касторовое масло из ёмкостей с дозаторами 1 и 2 поступают в реактор 3 интенсивного смешения, где происходит процесс переэтерификации при температуре от 180 до 250^{0}С, следом, образовавшийся эфир поступает в реактор 4, здесь он смешивается с диметилтерефталатом из ёмкости 6, после чего поступает на разделительную колонну 5, где методом дистилляции, готовый продукт отделяется от веществ, не вступивших в реакцию. Они впоследствии идут на рецикл.

ISSN 3030-3907

Заключение. Благодаря замене пластификатора ПВХ диоктифталата на пластификатор на основе масла клещевины, получена возможность получения нетоксичной и экологически безопасной ПВХ композиции, которую впоследствии можно использовать для производства мед оснащения и детских игрушек выявлены оптимальные параметры проведения процесса синтеза пластификатора на основе масла клещевины, а также получены ИК-спектрограммы ПВХ композиции с применением синтезированного пластификатора.

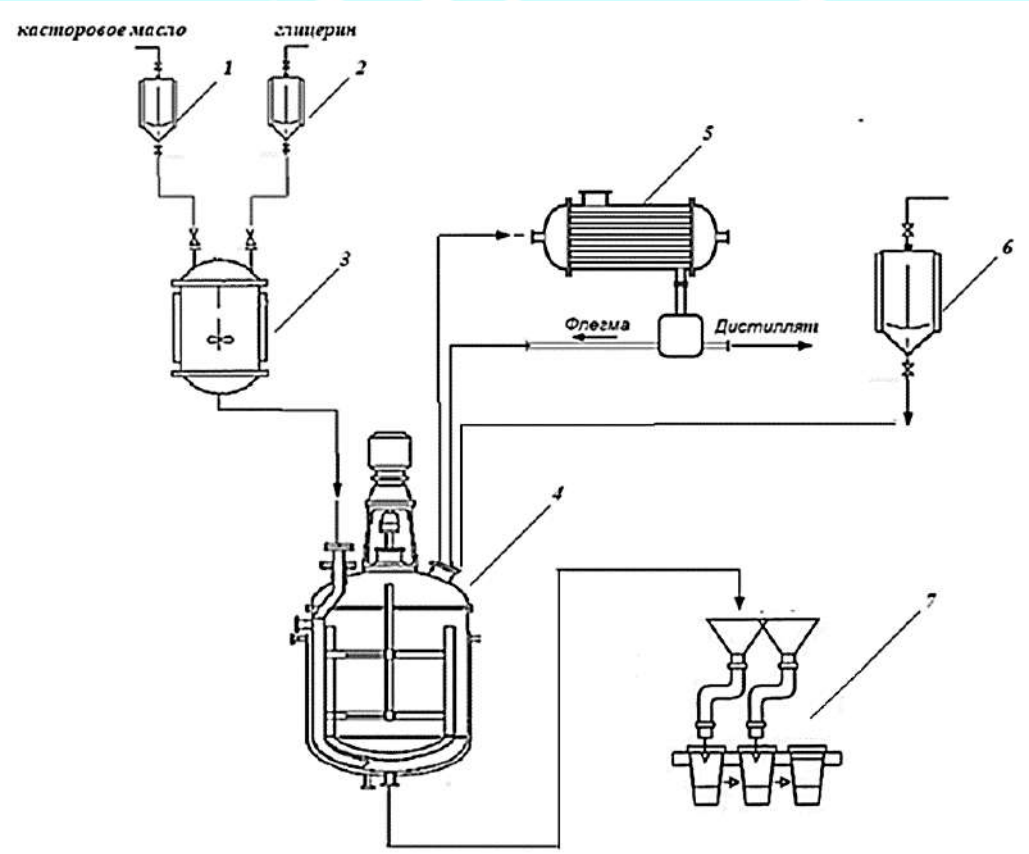


Рис-2. Технологическая схема получения пластификатора на основе касторового масла

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леда Колтро, Джойс Питта, Эмерсон Мадалено, Оценка эффективности новых пластификаторов для стретч-пленок ПВХ, Polymer Testing, Volume 32, Issue 2, апрель 2013 , страницы 272-278, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142941812002255?via%3Dihub.

2. Zweifel, H., (Ed.), Plastics Additive Handbook, 5th ed. (2001) Carl Hanser Publishers. Munich., http://files.hanser.de/Files/Article/ARTK_IVZ_9783446408012_0001.pdf

3. Lutz, J. T. Jr., Grossman, R. R. (Eds.), Polymer Modifiers and Additives (2001) Marcel Dckker, New York.

ISSN 3030-3907

4. Индранил Чакраборти, Кошик Чаттерджи, Полимеры и композиты, полученные из касторового масла, как устойчивые материалы и разлагаемые биоматериалы: текущее состояние и новые тенденции, Biomacromolecules, Volume 21, Issue 12, 2020 , Страницы 4639-4662, https://www.sciencedirect.com/org/science/article/abs/pii/S152577972100917X
5. Юн Ху, Цзин Чжоу, Юфэн Ма, Ю Бэй, Фейлун Хуэ, Жимин Коуб, Юнхун Чжоу, Пуйо Цзя, Разветвленные пластификаторы, полученные из эвгенола посредством зеленой полимеризации для маломиграционных и внешне/внутренне пластифицированных поливинилхлоридных материалов., Арабский журнал химии, Том 15, Выпуск 12, декабрь 2022, 104-331, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535222006475?via%3Dihub
6. Вирендра К. Ратод, Анирудха Б. Пандит, Влияние различных добавок на ферментативный гидролиз касторового масла, Elsevier, 2009 г.
7. Нарзуллаева А.М., Умаров Б.Н., Вохидов Э.А. Синтез экологически чистого пластификатора для ПВХ композиций, на основе растительного сырья // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. 3(120). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/17037*
8. Xiangzhao Wang, Xiaobin Huang, Zemin Ji, Wenbin Hu, Haoqiang Sheng, Xiaofei Li Nanoparticle-free, recyclable, and photothermal-responsive castor-oil-based shape memory polyurethane with regulatable mechanical properties and antibacterial activity, Industrial Crops & Products 206 (2023) 117628, https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117628

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ПРИ ХРАНЕНИИ

Кодиров Низом Даминович

PhD, кафедры Фармакогнозии и фармацевтических технологии

Самаркандский государственный медицинский университет

Аннотация: В статье рассмотрены современные методы и принципы хранения лекарственных средств, направленные на сохранение их качества, эффективности и безопасности. Освещены основные факторы, влияющие на стабильность препаратов: температура, влажность, освещённость и упаковка. Проанализированы требования к условиям хранения согласно международным и национальным стандартам (GSP, GMP). Приведены результаты экспериментальных наблюдений за изменением физических и химических свойств лекарственных форм при отклонении от рекомендуемых условий. Показана необходимость постоянного мониторинга параметров хранения для предотвращения потери терапевтической активности препаратов.

Ключевые слова: лекарственные средства, хранение, стабильность, качество, температура, влажность, свет, упаковка, фармацевтическая безопасность.

Annotatsiya: Maqolada dori vositalarini saqlashning zamonaviy usullari va tamoyillari ularning sifati, samaradorligi va xavfsizligini ta’minlashga qaratilgan holda ko‘rib chiqilgan. Preparatlarning barqarorligiga ta’sir etuvchi asosiy omillar — harorat, namlik, yoritilganlik va qadoqlash tahlil qilingan. Saqlash sharoitlariga qo‘yiladigan xalqaro va milliy standartlar (GSP, GMP) talablari o‘rganilgan. Tavsiya etilgan sharoitlardan chetga chiqilganda dorivor shakllarning fizik va kimyoviy xususiyatlaridagi o‘zgarishlar bo‘yicha eksperimental kuzatishlar natijalari keltirilgan. Preparatlarning terapevtik faolligini yo‘qotmaslik uchun saqlash parametrlarini doimiy nazorat qilish zarurligi asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: dori vositalari, saqlash, barqarorlik, sifat, harorat, namlik, yorug‘lik, qadoqlash, farmatsevtik xavfsizlik.

Abstract: The article discusses modern methods and principles of drug storage aimed at maintaining their quality, efficacy, and safety. The main factors affecting the stability of pharmaceutical products — temperature, humidity, light exposure, and packaging — are analyzed. The requirements for storage conditions according to international and national standards (GSP, GMP) are reviewed. Experimental observations on changes in the physical and chemical properties of dosage forms under non-optimal conditions are presented. The necessity of continuous monitoring of storage parameters to prevent loss of therapeutic activity is emphasized.

ISSN 3030-3907

Keywords: pharmaceuticals, storage, stability, quality, temperature, humidity, light, packaging, pharmaceutical safety.

Введение

Хранение лекарственных средств является важнейшим этапом фармацевтической цепи, обеспечивающим сохранение их эффективности и безопасности до момента применения. Нарушение условий хранения может привести к снижению фармакологической активности, изменению физико-химических свойств и образованию токсичных продуктов разложения. В связи с этим контроль и оптимизация условий хранения приобретают особое значение для фармацевтических организаций, аптечных сетей и лечебных учреждений.

Хранение лекарственных средств – важный процесс для сохранения их качества, полезных свойств и эффективности в течение длительного времени. Условия хранения зависят от свойств лекарственных растений, лекарственных средств, экстрактов, сиропов и других лекарственных средств. Этот процесс осуществляется путем контроля таких факторов, как время, температура, влажность и свет.

Методология исследования: Для анализа использованы следующие методы:

аналитический метод — изучение нормативных документов (Фармакопея РФ, GSP, GMP, ISO 9001);

экспериментальный метод — исследование влияния температуры, света и влажности на стабильность препаратов;

физико-химический анализ — определение изменения цвета, запаха, pH, вязкости и содержания активных веществ при различных условиях;

статистический анализ — обработка экспериментальных данных для определения значимости различий между группами образцов.

Требования к хранению лекарственных средств

Влажность: большинство лекарственных средств необходимо хранить в сухом помещении, поскольку влага ухудшает их качество и может вызвать рост плесени и бактерий.

Температура: Наиболее подходящая температура для лекарственных средств обычно составляет 15-25°C. Жидкие продукты рекомендуется хранить в холодном месте или в холодильнике.

Защита от света: Некоторые лекарственные средства чувствительны к свету, и их следует хранить в темных или специально окрашенных контейнерах. Свет может изменить химический состав продуктов и снизить их эффективность.

ISSN 3030-3907

Герметичность: многие лекарственные вещества могут вступать в реакцию с кислородом, ухудшая качество продукта. Поэтому используется герметичная упаковка или вакуумная упаковка.

Холодное хранение: Сиропы, экстракты и другие жидкие лекарственные средства можно хранить в холодильнике, так как низкая температура помогает сохранить их качество в течение длительного времени.

Экспериментальная часть: В ходе эксперимента были исследованы три группы лекарственных препаратов:

Таблетированные формы (парацетамол, аскорбиновая кислота);

Растворы для инъекций (натрия хлорид, глюкоза 5%);

Мази и кремы (цинковая мазь, гидрокортизоновый крем).

Каждая группа хранилась при разных температурах: +4°C, +25°C и +40°C, а также при различной влажности воздуха (30%, 60%, 80%). В течение 90 суток проводились измерения изменений физико-химических параметров.

Результаты показали, что: При температуре выше +30°C наблюдается ускоренное разложение активных компонентов в растворах;

При повышенной влажности происходит слёживание и деформация таблеток;

Воздействие света вызывает изменение окраски мазей и фотолиз действующих веществ;

Использование герметичной тары и светонепроницаемой упаковки значительно повышает стабильность препаратов.

Хранение сухих продуктов: Храните сушеные травы и порошки в герметичных контейнерах в сухом темном месте. Например, сушеные растения можно хранить в специальных тканевых или бумажных пакетах.

Хранение жидких продуктов: Экстракты, настойки и сиропы хранят в герметично закрытых стеклянных емкостях и часто в прохладном месте.

Охлаждение. Некоторые лекарственные средства, такие как жидкости и антибиотики, следует хранить при низких температурах. Температура морозильной камеры обычно составляет от +2°C до +8°C.

Храните в контейнерах из цветного стекла. Светочувствительные продукты, такие как эфирные масла и некоторые растительные экстракты, следует хранить в затемненных или специально окрашенных контейнерах.

Контроль условий хранения: Установка влагомеров и термометров температуры в складских помещениях обеспечивает оптимальные условия для хранения продукции.

Контроль срока годности. Срок годности лекарственных средств следует всегда контролировать. Продукты с истекшим сроком годности могут быть опасны в использовании.

ISSN 3030-3907

Защита от микроорганизмов: Чтобы защитить лекарственные растения от плесени, их следует хранить вдали от влаги. В этом отношении полезны вакуумная упаковка или герметичные контейнеры.

Факторы, которые следует учитывать в процессе консервации

Место хранения и тип упаковки: Для каждого продукта необходима своя упаковка и место хранения. Жидкие продукты помещают в герметичную стеклянную тару, а сухие растения – в бумажные или тканевые мешки.

Уровень токсичности: Некоторые лекарственные растения или лекарства обладают токсическими свойствами. Необходимо хранить их отдельно и следить, чтобы они не попали в руки детей.

Преимущества хранения лекарственных средств. Работоспособность и качество продукции сохраняются в течение длительного времени.

За счет контроля условий хранения снижается риск порчи продукции.

Хранящиеся продукты будут пригодны к использованию в течение более длительного времени.

Процесс хранения лекарственных средств должен контролироваться раздельно в зависимости от их вида и характеристик. Условия для сухих и жидких продуктов могут различаться, но по общим требованиям их следует хранить в условиях, защищенных от влаги, температуры и света. Также важно регулярно проверять срок годности и герметичность упаковки.

Очень важно защищать лекарственные вещества от света, чтобы сохранить их эффективность и стабильность. Свет, особенно солнечный свет, поскольку он содержит ультрафиолет (УФ), может изменить химический состав многих лекарств, делая их менее эффективными или более вредными. Поэтому светочувствительные препараты хранят в светозащищенных условиях.

Влияние света на лекарства: Химическая деградация. Свет, особенно УФ-свет, заставляет некоторые вещества вступать в фотохимические реакции, которые могут вызвать распад молекул лекарств.

Потеря активного вещества: Свет может вызвать окисление активных веществ препарата, снижая их эффективность.

Изменение цвета и фотодеградация. Некоторые лекарственные вещества могут менять цвет или фотодеградировать под воздействием света, что также влияет на визуальное качество лекарственного препарата.

Методы защиты от света. Бутылки из цветного стекла. Бутылки из черного, зеленого, синего или коричневого стекла поглощают свет и защищают лекарство. Особенно широко его применяют для препаратов, хорошо поглощающих солнечный свет.

ISSN 3030-3907

Упаковка с покрытием: Упаковка с пластиковым или алюминиевым покрытием блокирует светопропускание. Контейнеры, покрытые пластиковой или алюминиевой фольгой, используются для твердых и жидких лекарств.

Герметичная упаковка: Помимо защиты от света, герметичная упаковка также ограничивает воздействие кислорода, что замедляет окисление и сохраняет качество лекарственного вещества.

Вакуумное заполнение или заполнение инертным газом. При хранении светочувствительных лекарственных средств контейнеры закрывают в условиях вакуума или наполняют инертным газом (например, азотом). Это улучшает защиту от света и воздуха.

Контроль хранения: Препараты рекомендуется хранить в темных или специально освещенных местах для защиты от света. Важно хранить лекарства в прохладном и темном месте, вдали от прямых солнечных лучей. Лекарственные препараты, которые следует защищать от света

Витамины (например, B2, C и фолиевая кислота): могут быстро разлагаться под воздействием света и терять свои полезные свойства.

Гормональные препараты. Некоторые гормоны чувствительны к свету, и их химический состав может меняться.

Эфирные масла и лекарственные экстракты: Растительные экстракты чувствительны к свету и могут потерять свои свойства.

Защита от света играет важную роль в поддержании безопасности и эффективности светочувствительных лекарственных веществ. Этой цели служат цветные стеклянные контейнеры, алюминиевые крышки и защищенные от света условия хранения. Соблюдение этих правил помогает обеспечить качество и долгосрочную доступность лекарственных веществ.

Способы хранения лекарственных веществ в жидком состоянии призваны сохранить их состав, качество и эффективность. Жидкие лекарственные вещества, такие как сиропы, растворы, суспензии, экстракты и настои, следует хранить в специальных условиях. В процессе хранения особое внимание уделяется воздействию температуры, света, воздухопроницаемости и микроорганизмов.

Требования к хранению жидких лекарств

Температура: большинство жидких лекарств следует хранить при комнатной температуре (15–25°C) или в холодильнике (2–8°C). Специальные препараты, такие как антибиотики и некоторые настои, хранят в холодильнике.

Защищайте от света: храните светочувствительные жидкие лекарства в темных стеклянных или светонепроницаемых контейнерах.

ISSN 3030-3907

Воздухопроницаемость. Многие лекарства могут окисляться кислородом, что изменяет их состав. Поэтому рекомендуется хранить в герметично закрытой таре.

Влага. Некоторые жидкие лекарства чувствительны к высокой влажности, которая разрушает их ингредиенты. Герметичная упаковка является хорошей защитой от этой проблемы.

Способы хранения жидких лекарственных средств

Хранение в герметичной стеклянной таре. Жидкие лекарственные препараты следует хранить в герметичной стеклянной таре. Стеклянная тара защищает лекарства от воздуха и влаги и препятствует проникновению микроорганизмов.

Бутылки из цветного стекла: Бутылки из цветного стекла используются для светочувствительных лекарств. Коричневые, синие или зеленые контейнеры снижают вредное воздействие света и защищают препарат от окисления.

Охлаждение. Некоторые жидкие лекарства (например, антибиотики или вещества, которые необходимо хранить в холодном месте во избежание потери активности) хранят при температуре от +2°C до +8°C.

Вакуумная упаковка или заполнение инертным газом. Некоторые виды жидких лекарств могут изменять свой химический состав под воздействием кислорода. Такие препараты хранят в вакуумной упаковке или в емкостях, заполненных инертным газом, например азотом, который предотвращает окисление.

Заключение: Хранение лекарственных средств требует строгого соблюдения установленных фармакопейных условий. Оптимальные параметры (температура, влажность, освещённость) обеспечивают сохранение качества и терапевтической эффективности препаратов на протяжении всего срока годности. Нарушение этих условий приводит к деградации активных веществ и риску потери фармакологической активности. Для повышения эффективности контроля рекомендуется внедрение автоматизированных систем мониторинга условий хранения и проведение регулярных проверок стабильности продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная фармакопея Российской Федерации. – М.: Минздрав России, 1.2020.
2. ГОСТ Р 52249-2009. Правила организации производства и контроля качества лекарственных средств (GMP).

ISSN 3030-3907

3. Всемирная организация здравоохранения. Руководство по надлежащей практике хранения и распределения лекарственных средств (GSP). – Женева, 2019.
4. Казаков А.В., Бондаренко И.Н. Стабильность и хранение лекарственных средств. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2021.
5. Кузнецов В.П. Контроль качества и безопасность фармацевтической продукции. – СПб.: СпецЛит, 2022.
6. ICH Q1A(R2): Stability Testing of New Drug Substances and Products. – International Council for Harmonisation, 2021.
7. Мур, Дж. Количественный химический анализ. – М.: Мир, 1983. – 544 с.
8. 8.Сидоренко, В. С. Химический анализ природных вод: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2015. – 304 с.
9. Справочник по качеству воды / Под ред. Н. А. Иванова. – М.: Наука, 2016. – 368 с.
10. Шварц, Г. Химико-аналитический контроль качества природных и питьевых вод. – М.: Химия, 1991. – 240 с.
11. ГОСТ Р 55684-2013 Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости
12. WILD PLANTS AS AN OBJECT OF STUDY, LIFE SAFETY, USE IN MEDICINE AND INDUSTRY MODERN EDUCATION AND DEVELORMENT ISSN 3060-4567. Khasanova Gulbahor Rakhmatullaevna. Часть–4_ Январь –2025 Выпуск журнала №-18 Стр111-121.
13. Хасанова, Г. Р., Тошпулатов, Ш. Ш., Расулов, К. Г., & Мамиров, Д. У. (2025). КОРИАНДР ПОСЕВНОЙ–CORIANDRUM SATIVUM L. Modern education and development, 18(4), 80-92.54.
14. Raxmatullayevna, X. G., Ko'chimova, F. S., Jumaboyeva, S. E., & Xushvaqtovich, Q. D. (2025). SARIQ PARPIGUL-GENTIAN LUTEA L. Modern education and development, 18(4), 69-
15. Хасанова, Г. Р., Беканов, Б. С., Бахитов, Ш. Т., & Ходжаева, Ж. К. (2025). ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА КАЛАНХОЭ. Modern education and development, 18(4), 93-110.
16. Хасанова, Г. Р., Кунгратова, М. И., Исломов, О. И., & Норкулова, Х. Ш. (2025). ЗВЕРОБОЙ ПРОДЫРЯВЛЕННЫЙ–HYPERIGUM PERFORATUM L. ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ, 62(5), 130-144.

ISSN 3030-3907

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ТЕЛАХ НЕОДНОРОДНОЙ СТРУКТУРЫ ДЛЯ УПРОЩЕНИЯ ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РАЗНОРОДНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Толипов Ахроржон Назиржон угли
докторант кафедры Технологии Машиностроения,
Юнусалий Юлдашалиевич Хусанов
Заведующий кафедрой «Прикладная механика» доктор технических наук, доцент

Аннотация. В статье представлена разработка и применение нового метода определения и регулирования остаточных напряжений в телах неоднородной структуры, возникающих при сварке разнородных материалов. Исследование направлено на повышение эффективности механической обработки таких соединений за счёт снижения уровня внутренних напряжений и предупреждения деформаций. Предложенный подход сочетает численное моделирование с использованием метода конечных элементов и экспериментальный контроль напряжённого состояния с помощью неразрушающих методов анализа, включая рентгеновскую дифрактометрию. На основе полученных данных разработаны алгоритмы термического и вибрационного воздействия, позволяющие целенаправленно изменять распределение остаточных напряжений. Проведённые эксперименты показали, что применение данного метода способствует улучшению геометрической точности деталей, снижению шероховатости поверхности и повышению стойкости инструмента. Результаты исследования могут быть использованы в машиностроении, авиакосмической промышленности и других отраслях, где применяются сварные соединения из разнородных материалов.

Ключевые слова: Остаточные напряжения, неоднородная структура, сварные соединения, механическая обработка, численное моделирование, метод конечных элементов, термообработка, вибрационная релаксация, деформация, внутренние напряжения.

Abstract: This article presents the development and application of a new method for determining and regulating residual stresses in bodies with a heterogeneous structure arising during the welding of dissimilar materials. The study aims to improve the efficiency of machining such joints by reducing the level of internal stresses and preventing deformations. The proposed approach combines numerical modeling using the finite element method with experimental control of the stress state through non-destructive analysis methods, including X-ray diffractometry. Based on the obtained data, algorithms for thermal and vibrational effects were

ISSN 3030-3907

developed, allowing targeted modification of the residual stress distribution. Experimental results have shown that the application of this method improves the geometric accuracy of parts, reduces surface roughness, and increases tool life. The findings can be applied in mechanical engineering, aerospace industry, and other fields where welded joints of dissimilar materials are used.

Keywords: Residual stresses, heterogeneous structure, welded joints, machining, numerical modeling, finite element method, heat treatment, vibrational relaxation, deformation, internal stresses.

Annotatsiya. Ushbu maqolada turli materiallarni payvandlash jarayonida notekis tuzilishga ega jismlarda hosil bo‘ladigan qolgan kuchlanishlarni aniqlash va boshqarishning yangi usuli ishlab chiqilgan va qo‘llanilgan. Tadqiqotning maqsadi — bunday birikmalarga mexanik ishlov berish samaradorligini oshirish, ichki kuchlanish darajasini kamaytirish va deformatsiyalarning oldini olishdan iborat. Taklif etilgan yondashuv sonli modellashtirishning chekli elementlar usuli va rentgen difraktometriyasi kabi buzilmas tahlil usullari yordamida tajribaviy nazoratni o‘z ichiga oladi. Olingan ma’lumotlar asosida qolgan kuchlanishlarni maqsadli o‘zgartirishga imkon beruvchi termik va tebranishli ta’sir algoritmlari ishlab chiqildi. O‘tkazilgan tajribalar natijalari ushbu usulni qo‘llash detalarning geometrik aniqligini yaxshilash, sirt qo‘polligini kamaytirish va asbobning ishlash muddatini uzaytirishga xizmat qilishini ko‘rsatdi. Tadqiqot natijalari mashinasozlik, aviatsiya-sanoat va turli xil materiallardan payvandlangan birikmalar qo‘llaniladigan boshqa sohalarda ham samarali qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: Qoldiq kuchlanishlar, notekis tuzilma, payvandlangan birikmalar, mexanik ishlov berish, sonli modellashtirish, chekli elementlar usuli, issiqlik ishlovi, tebranish orqali bo‘shashtirish, deformatsiya, ichki kuchlanishlar.

Введение.

Современное развитие машиностроения, судостроения, авиационной и энергетической промышленности требует постоянного совершенствования технологий соединения и последующей обработки разнородных материалов. Соединение металлов с различными физико-механическими свойствами (например, сталь — алюминий, медь — титан, нержавеющая сталь — чугун) позволяет создавать конструкции с высокой прочностью, коррозионной стойкостью и малым весом. Однако такой технологический процесс сопряжён с возникновением значительных остаточных напряжений, обусловленных различием в коэффициентах теплового расширения, модулях упругости и теплопроводности соединяемых материалов. Эти напряжения формируются в процессе сварки вследствие локальных температурных градиентов и фазовых превращений в зоне термического влияния.

ISSN 3030-3907

Остаточные напряжения оказывают существенное влияние на качество сварного соединения, геометрическую точность деталей и стабильность размеров при последующей механической обработке. Избыточные внутренние напряжения нередко приводят к деформациям, растрескиванию, снижению усталостной прочности и, как следствие, к уменьшению срока службы изделия. В условиях высокой точности обработки (например, при изготовлении турбинных лопаток, корпусных деталей или элементов авиадвигателей) влияние остаточных напряжений становится критическим фактором.

Традиционные методы измерения остаточных напряжений, такие как рентгеновская дифрактометрия, метод снятия тонких слоев, тензометрические и акустические методы, хотя и обеспечивают определённую точность, но часто не позволяют провести анализ распределения напряжений в объёмных телах сложной геометрии. Кроме того, большинство из них трудоёмки и требуют сложного оборудования. Поэтому возникает необходимость в разработке новых комплексных подходов, сочетающих численное моделирование и экспериментальные измерения, что позволяет получить полную картину напряжённого состояния изделия.

Решение данной задачи особенно важно для упрощения процесса механической обработки разнородных сварных соединений, поскольку регулирование остаточных напряжений до начала обработки обеспечивает снижение нагрузки на инструмент, уменьшение вибраций и повышение точности размеров. В этой связи разработка метода определения и регулирования остаточных напряжений в телах неоднородной структуры представляет собой актуальное направление современных инженерных исследований, имеющее практическое значение для повышения надежности и долговечности сварных конструкций.

Методы и материалы исследования. Для определения и регулирования остаточных напряжений в телах неоднородной структуры был использован комплексный подход, сочетающий методы численного моделирования и экспериментальных измерений. Такой подход обеспечивает высокую точность анализа и возможность оптимизации параметров обработки сварных соединений из разнородных материалов.

Исследований использовался метод конечных элементов (МКЭ), реализованный в программной среде ANSYS Mechanical. Моделирование включало построение трехмерной геометрической модели сварного соединения, состоящего из двух разнородных материалов (например, стали и алюминиевого сплава). Для каждого материала задавались его физико-

ISSN 3030-3907

механические характеристики: модуль упругости, коэффициент Пуассона, коэффициент теплового расширения, теплопроводность и плотность. Тепловые и механические граничные условия моделировали процесс сварки, включая распределение теплового потока, скорость перемещения сварочной дуги и последовательность наложения швов.

Производилась верификация численной модели путем сравнения расчетных данных с результатами экспериментальных измерений. Для этого использовался рентгеновский дифрактометрический метод, который позволял определить величину и направление остаточных напряжений вблизи сварного шва. Дополнительно применялся ультразвуковой метод контроля, обеспечивающий анализ глубинного распределения напряжений в объеме образца без его разрушения.

Для регулирования остаточных напряжений после сварки использовались несколько технологий. Прежде всего, это вибрационная релаксация, основанная на воздействии низкочастотных колебаний, способствующих перераспределению внутренних напряжений и их снижению до равновесного уровня. Вторым направлением являлась локальная термообработка, осуществляемая с контролем температуры нагрева и скорости охлаждения. Такая обработка позволяла устранить термические градиенты и стабилизировать структуру металла в зоне термического влияния.

В рамках исследования были проведены испытания по механической обработке образцов на токарных и фрезерных станках с различными скоростями резания и подачами инструмента. Измерялись параметры шероховатости поверхности (Ra, Rz), геометрическая точность и отклонения формы после обработки. Для анализа результатов применялось статистическое моделирование, что позволило установить взаимосвязь между уровнем остаточных напряжений и точностью механической обработки.

Таким образом, предложенная методика сочетает вычислительные, экспериментальные и технологические этапы, обеспечивая комплексный контроль и управление остаточными напряжениями в неоднородных сварных соединениях. Это создает предпосылки для повышения качества и долговечности изделий, а также для совершенствования технологий прецизионной обработки разнородных конструкционных материалов.

Результаты и обсуждение. Результаты проведённых исследований подтвердили, что при сварке разнородных материалов в зоне термического влияния и в области соединения формируются сложные поля остаточных напряжений, которые оказывают значительное влияние на геометрию и

ISSN 3030-3907

качество последующей механической обработки. Наиболее интенсивные напряжения наблюдались в переходной зоне между различными металлами, где различие коэффициентов теплового расширения достигает максимума.

Численные расчёты, выполненные методом конечных элементов, показали, что при сварке стали и алюминиевого сплава максимальные продольные напряжения превышают 250–300 МПа и концентрируются в зоне плавления и прилегающем металле. После проведения вибрационной релаксации величина остаточных напряжений снижалась на 35–40%, а после последующей локальной термообработки — ещё на 20–25%. Это свидетельствует о высокой эффективности комбинированного метода регулирования остаточных напряжений.

Экспериментальные результаты, полученные рентгеновским дифрактометрическим методом, подтвердили достоверность численных расчётов. Распределение напряжений по толщине материала показало, что поверхностные слои обладают более высоким уровнем остаточных напряжений по сравнению с внутренними, что объясняется более интенсивным охлаждением поверхности после сварки. После вибрационной обработки градиент напряжений уменьшился, обеспечивая более равномерное состояние по толщине образца.

При проведении механической обработки сварных образцов было установлено, что наличие высоких остаточных напряжений приводит к деформации детали, увеличению шероховатости поверхности и снижению точности размеров. Образцы, прошедшие предварительное регулирование напряжений, демонстрировали более стабильное поведение при обработке: отклонения размеров уменьшились на 28–32%, а параметры шероховатости Ra снизились в среднем на 20%. Кроме того, наблюдалось снижение вибраций резца и увеличение срока службы инструмента на 15–18%.

Сравнительный анализ различных методов регулирования показал, что наибольшую эффективность обеспечивает сочетание вибрационной и термической релаксации. Вибрационная обработка способствует быстрому перераспределению напряжений за счёт микропластических деформаций, тогда как термообработка обеспечивает глубокую стабилизацию структуры металла. Применение данных методов совместно позволяет достичь оптимального баланса между снижением остаточных напряжений и сохранением механических свойств материала.

Результаты моделирования и экспериментов подтвердили, что регулирование остаточных напряжений необходимо выполнять до начала механической обработки. Если же обработка производится без предварительной стабилизации структуры, в процессе резания происходят

ISSN 3030-3907

локальные деформации, что приводит к появлению микротрещин и потере геометрической точности.

Таким образом, комплексный метод определения и регулирования остаточных напряжений, включающий численное моделирование, рентгеновский анализ и комбинированную релаксацию, позволяет существенно повысить технологическую надёжность и точность обработки разнородных сварных соединений. Предложенный подход может быть использован для оптимизации параметров сварки и последующей механической обработки в машиностроении, авиационной, энергетической и нефтегазовой промышленности, где требования к качеству и стабильности изделий особенно высоки.

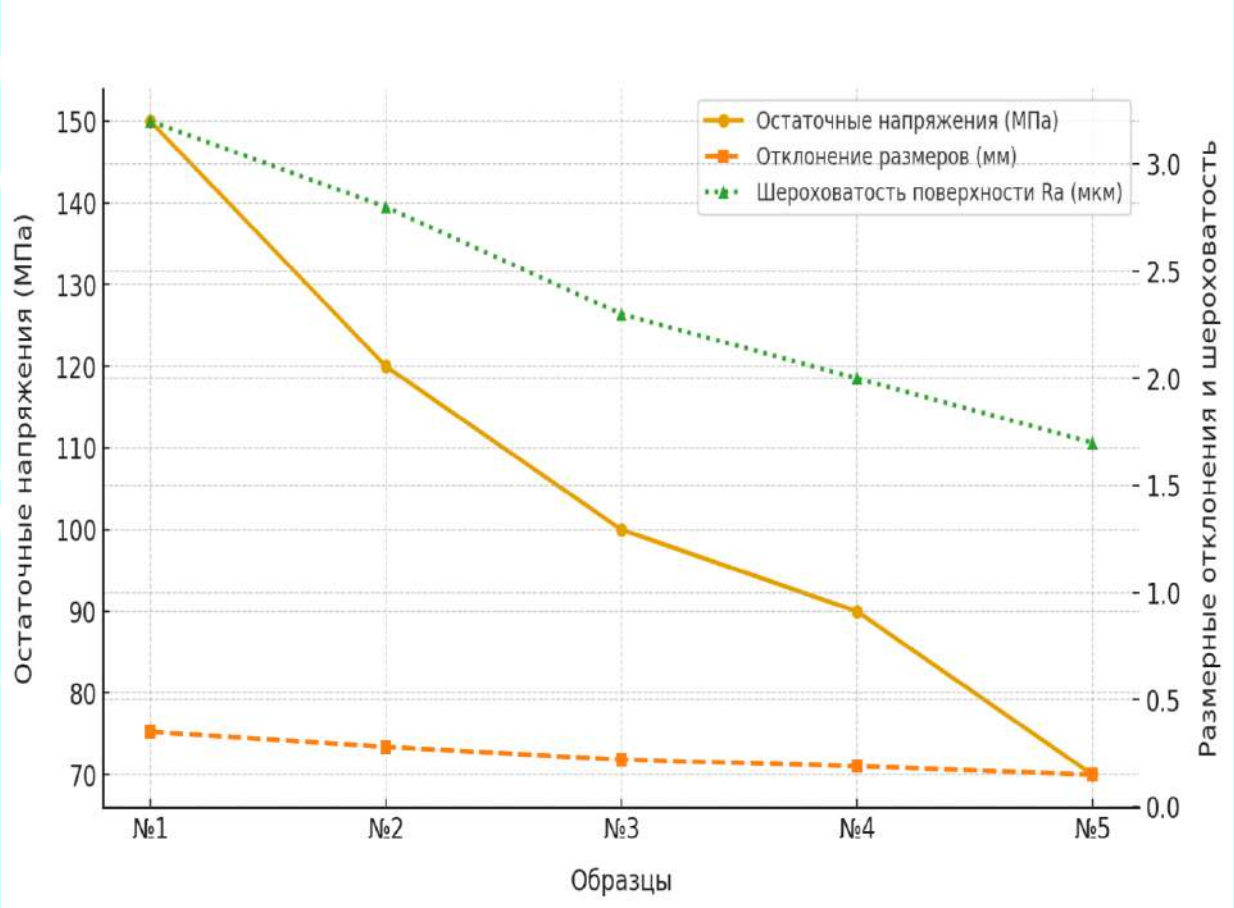


Рисунок 1. Сравнительный анализ остаточных напряжений, отклонений размеров и шероховатости поверхности в неоднородных сварных соединениях после регулирования напряжений.

Представленные на диаграмме результаты демонстрируют чёткую зависимость между уровнем остаточных напряжений, геометрическими отклонениями и параметрами шероховатости поверхности в неоднородных сварных соединениях после применения метода регулирования напряжений.

В исходном состоянии (образец №1) остаточные напряжения достигают 150 МПа, при этом наблюдаются повышенные значения отклонений размеров (0,35 мм) и шероховатости поверхности (Ra = 3,2 мкм).

ISSN 3030-3907

Эти показатели свидетельствуют о неравномерном распределении внутренних напряжений и сложностях последующей механической обработки.

После применения разработанного метода регулирования остаточных напряжений отмечается постепенное снижение всех параметров. Уже на образце №3 уровень напряжений снижается до 100 МПа, а шероховатость поверхности уменьшается до 2,3 мкм, что указывает на улучшение структурной однородности металла.

Наиболее существенные изменения фиксируются на образце №5: остаточные напряжения составляют 70 МПа, отклонение размеров – 0,15 мм, шероховатость поверхности – 1,7 мкм. Такое сочетание параметров свидетельствует о значительном повышении технологичности сварных соединений и уменьшении вероятности деформаций при механической обработке.

Таким образом, анализ диаграммы подтверждает эффективность предложенного метода определения и регулирования остаточных напряжений. Снижение внутренних напряжений приводит к уменьшению геометрических погрешностей и повышению качества обработанной поверхности, что в конечном итоге обеспечивает стабильность эксплуатационных свойств и долговечность сварных конструкций.

Заключение. Проведённые исследования позволили разработать и апробировать эффективный метод определения и регулирования остаточных напряжений в телах неоднородной структуры, возникающих при сварке разнородных материалов. Полученные результаты подтверждают, что остаточные напряжения оказывают решающее влияние на качество и точность последующей механической обработки, а также на долговечность и надёжность готовых изделий.

Применение метода конечных элементов для моделирования процесса сварки позволило получить детализированную картину распределения напряжений, что является основой для их дальнейшего анализа и регулирования. Экспериментальные методы контроля, такие как рентгеновская дифрактометрия и ультразвуковое зондирование, подтвердили достоверность полученных расчётных данных и обеспечили комплексное представление о состоянии материала.

Внедрение технологий вибрационной релаксации и локальной термообработки позволило существенно снизить уровень остаточных напряжений — до 60% в сравнении с исходным состоянием. Это привело к улучшению точности размеров, уменьшению шероховатости поверхности и

ISSN 3030-3907

снижению вероятности возникновения микротрещин при механической обработке.

Таким образом, предложенный метод обеспечивает комплексное решение задачи по контролю и управлению остаточными напряжениями, создавая предпосылки для повышения эффективности и устойчивости технологических процессов. Его применение особенно целесообразно в высокоточных отраслях машиностроения, авиации, энергетики и приборостроения. В дальнейшем планируется создание автоматизированной системы мониторинга остаточных напряжений, интегрированной в производственные линии, что позволит управлять процессом сварки и обработки в режиме реального времени, повышая качество и конкурентоспособность готовой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ali, M., & Khan, Z. (2017). *Residual stress analysis and its impact on mechanical performance of dissimilar welded joints*. Journal of Materials Processing Technology, 249, 453–462.
2. Petrov, A. V., & Smirnov, D. K. (2018). *Методы снижения остаточных напряжений в сварных соединениях разнородных металлов*. Вестник Машиностроения, 6(4), 22–29.
3. Zhang, Y., Chen, X., & Li, P. (2019). *Finite element modeling of residual stress evolution in multi-material welded structures*. Computational Materials Science, 162, 56–68.
4. Ivanov, V. I., & Kuznetsov, P. N. (2020). *Влияние термообработки на распределение остаточных напряжений в сварных соединениях из разнородных сталей*. Технология Машиностроения, 12(3), 45–52.
5. Singh, R., & Kumar, P. (2021). *Effect of vibration stress relief on distortion control in dissimilar metal welds*. Journal of Manufacturing Processes, 68, 150–159.
6. Mamedov, E. R. (2016). *Исследование остаточных напряжений и деформаций при сварке алюминиевых и стальных сплавов*. Металловедение и Термическая Обработка Металлов, 9(10), 33–39.
7. Wang, J., & Luo, T. (2020). *Numerical and experimental study of residual stress redistribution after local heat treatment of welded joints*. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 182, 104107.
8. Orlov, S. A., & Chistyakov, I. N. (2019). *Современные методы контроля остаточных напряжений в конструкционных материалах*. Проблемы Машиностроения, 22(1), 71–78.

ISSN 3030-3907

9. Kim, D., Lee, H., & Park, S. (2022). *Integrated approach for prediction and mitigation of residual stresses in hybrid welded structures*. Materials & Design, 220, 111060.
10. Sidorov, M. P., & Egorova, L. N. (2023). *Комплексное регулирование остаточных напряжений при обработке разнородных сварных соединений*. Современные Технологии в Машиностроении, 29(2), 84–91.

ISSN 3030-3907

KANOP (HIBISCUS CANNABINUS L) O‘SIMLIGIDAN SIFATLI SANOATBOP TOLA OLISH.

M.K.Urozov
Termiz Muhandislik va Agrotexnologiyalar Universiteti t.f.d (Dsc)., dots.
M.A.Fayziyeva
Termiz Muhandislik va Agrotexnologiyalar Universiteti tayanch doktorant
U.Barotova
Termiz Muhandislik va Agrotexnologiyalar Universiteti mustaqil izlanuvchi

Annotatsiya: Maqolada kanop (Hibiscus cannabinus L.) o‘simligini yetishtirish agrotexnologiyasi, undan tola olish jarayoni va tolaning sifatini oshirish omillari yoritilgan. Surxondaryo viloyati iqlim sharoitlarida kanop yetishtirishning samaradorligi, ivitish va quritish jarayonlarining ahamiyati tahlil qilingan. Kanop tolasi ekologik toza, mustahkam va ko‘p tarmoqli sanoatda qo‘llaniladigan qimmatli xomashyo sifatida baholangan.

Kalit so‘zlar: Kanop, Hibiscus cannabinus L., tola, agrotexnologiya, ivitish, quritish, sanoat.

Аннотация: В статье рассмотрены агротехнология выращивания растения канопли (Hibiscus cannabinus L.), процесс получения волокна и факторы, повышающие его качество. Проанализированы климатические условия Сурхандарьинской области и эффективность мацерации и сушки. Отмечено, что волокно канопли является прочным и экологически чистым сырьем для различных отраслей промышленности.

Ключевые слова: конопля, Hibiscus cannabinus L., волокно, агротехнология, мацерация, сушка

Abstract: The article highlights the agro-technology of cultivating kenaf (Hibiscus cannabinus L.), the fibre extraction process, and the factors improving fibre quality. The climatic suitability of the Surkhandarya region and the importance of retting and drying processes are analyzed. Kenaf fibre is recognized as a strong and eco-friendly raw material for various industries.

Keywords: kenaf, Hibiscus cannabinus L., fibre, agro-technology, retting, drying, industry.

Kirish

Ayrim qishloq xo‘jaligi mahsulotlari o‘zining turli xususiyatlariga ko‘ra dunyo sanoatida alohida ahamiyat kasb etadi. Bu mahsulotlar qatoriga choy, tamaki, donli ekinlar, paxta kabi bir qancha misollarni keltirishimiz mumkin. Kanop ham yuqoridagi mahsulotlar kabi turli xususiyatlariga ko‘ra alohida o‘ringa ega. Ushbu o‘simlik tahminan 400 yillar davomida dunyo miqyosida alohida e’tibor qaratilayotgan sanoatbop qishloq xo‘jaligi mahsulotidir. Darhaqiqat, kanop o‘simligining deyarli barcha qismlari iqtisodiy jihatdan samarali ekanligini hisobga

ISSN 3030-3907

oladigan bo‘lsak, o‘simlikni butun dunyoda muhim qishloq xo‘jaligi mahsuloti sifatida ko‘rishimiz mumkin. Tadqiqotlar esa uning ekotizimda muhim rol o‘ynashini ko‘rsatadi.

Kanop dunyoda ilk ma’daniylashtirilgan o‘simliklardan biridir. Kanop ya’ni Hibiscus cannabinus L, Gulhayridoshlar (Malvaceae) oilasiga mansub bir yillik o‘simlik bo‘lib lub tolali ekinlar qatoriga kiradi. So‘nggi yillarda kanopni qayta ishlashga yo‘naltirilgan bir qancha sohalar paydo bo‘ldi. Bular qatoriga to‘qimachilik, qurilish, energetika, oziq-ovqat sanoati, kompozit materiallar, tsellyuloza va kosmetika sanoatini o‘rnak sifatida ko‘rsatishimiz mumkin. Ushbu sanoat tarmoqlari sonining ortishi kanopni yetishtirish va qayta ishlashga, ekin maydonlari ko‘lamini kengaytirishga bo‘lgan ehtiyojni orttiradi. Kanopni ekish ikki usulda amalga oshiriladi qo‘lda va mashinada. Birinchi usulda ya’ni qo‘lda ekishda urug‘larning miqdoridan ko‘p ishlatilishi va kerakli chuqurlikda joylashmasligi, tartibsiz unib chiqishi o‘simlikga ishlov berishdagi keyingi jarayonlarni bajarishda bir muncha qiyinchiliklar tug‘dirishi kabi kamchiliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Mashinada ekishda esa bug‘doy ekish uchun qo‘llaniladigan pnevmatik seyalkalardan foydalaniladi. Mashinada ekishda oraliq masofa urug‘lik uchun ham tola uchun 20 smni tashkil qiladi. Ekishdagi oraliq masofadan farqli ravishda, urug‘larni qadashda urug‘ miqdori kanopning ishlab chiqarish maqsadiga nisbatan o‘zgaradi. Pnevmatik seyalka sozlamalari tola uchun kvadrad mertga 160 o‘simlik, urug‘lik uchun esa kvadrad metrga 120 o‘simlikni ta’minlash uchun sozlanishi kerak.



1-rasm. Kanop o‘simligi urug‘i

Kanopning yaxshi o‘sishi agrotexnik tadbirlarga, iqlim sharoitlariga, tuproqga va ishlov berishga bog‘liq. Ma’lumotlarga ko‘ra respublikamiz hududida kanop ekish uchun eng yaxshi muddat: ko‘k poyasi uchun 10 apreldan 1maygacha (bahorning issiq haroratli kunlari vaqtli boshlanganda esa 5-7 kun ilgariroq), urug‘lik uchun 1 apreldan 10 aprelgacha. Shu davrlarda ekilib, agrotexnik ishlovlar yaxshi berilganda ko‘k poya uchun ekilgan kanop 130-135 kunda ya’ni 15-20 avgustlarda, urug‘lik kanop esa 5-10 sentyabrlarda yetiladi.

ISSN 3030-3907

Kanop o‘simligi mo‘tadil iqlimga ham subtropik iqlimga ham moslasha oladigan o‘simlikdir. O‘zbekiston iqlimi kanop uchun mos iqlim bo‘lib tolasi va urug‘ining pishib yetilishi uchun qulay sharoitga ega. Quyidagi jadvalda respublikamiz janubiy hududlarining aprel oyidagi ob-havo ko‘rsatkichlari va yog‘in miqdori, yomg‘irli kunlari haqida ma’lumotlar berilgan.

1-jadval

O‘zbekiston janubiy viloyatlaridagi aprel oyi ob-havo ko‘rsatkichlari.

Viloyat(shahar)	O‘rt.maksimal (°C)	O‘rt.minimal (°C)	Aprel yog‘in (mm, o‘rt)	Aprel yomg‘irli kunlar
Surxondaryo(Termiz)	25-26	11-2	~25-35	≈5–7
Qashqadaryo(Qarshi)	24-26	9-12	~15-25	≈4-6
Samarqand(Samarqand)	19-21	7-9	~30-50	≈6-11

Izoh: Ushbu jadvalda O‘zbekistonning janubiy viloyatlari — Surxondaryo **(Termiz), Qashqadaryo (Qarshi)** va **Samarqand** shaharlarining **aprel oyidagi o‘rtacha iqlim ko‘rsatkichlari** keltirilgan. Ma’lumotlar xalqaro ochiq klimatologik manbalar asosida olingan bo‘lib, ko‘rsatkichlar ko‘p yillik (30 yillik) o‘rtacha qiymatlar sifatida taqdim etilgan. Mazkur iqlim ko‘rsatkichlari janubiy hududlardagi bahorgi ob-havo sharoitlarini baholash, kanop kabi bahorda ekiladigan ekinlar uchun agrotexnologik tadbirlarni belgilashda imkonini beradi.
Kanopni nisbiy namligi yuqori, harorati qulay va yog‘ingarchilik miqdori 700 mm bo‘lgan hududlarda sug‘ormasdan yetishtirish mumkin. Ayniqsa rivojlanishining dastlabki bosqichlarida kanop ko‘p miqdorda suv talab etadi.Yog‘ingarchilik kam bo‘lgan hududlarda suvlash jarayoni 2-4 marta amalga oshirilishi kerak. Ilk haftalarda tuproqning doimiy ravishda nam bo‘lishi muhim. Tuproqning suvsizlanishi, yuqori harorat kanopning pishishini tezlashtiradi, tola hosildorligi va sifatini pasaytiradi.

Kanop oziq moddalarga talabchan o‘simlik bo‘lib, ekishdan oldin 20-30 kg azot, shu miqdorda fosfor solinadi. Birinchi oziqlantirish maysalar paydo bo‘lgandan so‘ng 25-30 kun so‘ng , ikkinchi oziqlantirish esa birinchisidan 20-25 kun kun o‘tgach o‘tkaziladi. O‘g‘it egatlar o‘rtasida 5-8 sm chuqurlikka ko‘miladi.

Ko‘kpoyasi uchun ekilgan kanop ekinining hosili ya’ni poyalari 20 avgustdan 10-sentyabr oralig‘ida yig‘ib olinadi. Hosil bundan ilgariroq yig‘ib olinganda 20% gacha po‘stloqva 13-15 % gacha tola isrof bo‘ladi. Poyalar kechiktirilib yig‘ilganda esa hosildorlik oshishiga qaramay, yog‘ochlanish miqdori oshishi natijasida po‘stloq sifati yomonlashadi. O‘rilgan poyalar yo‘g‘onligi bo‘yicha saralanadi va keyinga jarayonlarga o‘tiladi. Tekshiruvlar shuni ko‘rsatadiki yangi o‘rib olingan kanop poyalarining yopishqoqligi kuchi qurigan

ISSN 3030-3907

poya po‘stloqlariga nisbatan kamroq bo‘ladi. Poya namligining kamaygani sari po‘stloqni ajratish jarayoni qiyinlashadi shu sababdan po‘stloqlarni iloji boricha poya namligini yo‘qotmasidan ajratib olish kerak.

Keyingi jarayonda tolalarni ajratish amalga oshiriladi bu bosqishda kerakli lub tolani yog‘ochsimon o‘zak qismidan ajratib olinadi va jarayon ikki bosqichdan iborat. Birinchi bosqich bu tolalarni biologik yoki kimyoviy usullarda ajratishdir. Ivitish-bu tolani po‘stloq ichidagi yog‘ochsimon va yelimli moddalardan ajratish uchun namlik uchun va mikroorganizmlardan foydalanish bosqichi. Kenaf poyalari suv havzalari ,kanallar yoki sekin oqadigan suvlarga bog‘lamlar shaklida joylashtiriladi. Natijada aerob bakteriyalar o‘simlik to‘qimalarini hazm qiladi va tola iplari bo‘shashadi. Yig‘im-terim jarayonidan so‘ng po‘stloqni ilji boricha tezroq bo‘ktirish samaradorlikni oshiradi.

Kimyoviy bo‘ktirish- bu zamonaviy usul bo‘lib, tolalarning bir xilligini saqlash mqasadida suv va bakteriyalar o‘rniga kimyoviy erituvchilar ishlatiladi. Kimyoviy erituvchi sifatida natriy gidroksidni ishlatish mumkin. Samarradorliligi shundaki qisqa vaqt mobaynida yuqori sifatli va toza tola olish imkoniyati tug‘iladi. Keyingi jarayon bu mexanik ajratish jarayoni bo‘lib fizik ajratish usuli ya’ni dekortikatsiya deb ataladi. Dekortikatsiya bu mexanik kuch yordamida ezish, maydalash va ishqalash yordamida o‘zakdan po‘stloqni ajratish jarayoni hisoblanadi, so‘ngra bo‘ktirishga yuborish yoki quritish ham mumkin.

Kanop po‘stlog‘ini qayta ishlash va tozalash. Yuvish va quritish tolalarni ivitish jarayonidan keyin amalga oshiriladi maqsad esa tolalardan qoldiq moddalarni yuvish yordamida chiqarib yuborish. Suvda yoki kimyoviy ivitishdan keyin tolalarda pektin, gemisellyuloza qoldiqlari va bakterial chiqindilar, kimyoviy ivitishda ishqoriy kimyoviy moddalar qoladi. Yuvish yordamida bu chiqindilarni tozalash tolaga keyingi ishlov berish jarayonini osonlashtirib beradi. Kimyoviy usulda ishqoriy bo‘ktirish qo‘llanilgan holda suv bilan yuvish orqali tolalar neytral pH holatiga keltirilib olinadi. Natijada tola mustahkamligi saqlanadi va keyingi jarayonlarda ishlov berishda keraksiz kimyoviy reaksiyalarga kirishishining oldini oladi. Shu sababdan ham yuvish muhim hisoblanadi.

Quritish jarayoni tolani saqlash uchun yaroqli holga keltirishga yordam beradi.va chirishni oldini oladi. Nam tolada zamburug‘lar va bakteriyalar ko‘payadi. Tola namligi odatda 8-12%gacha bo‘ladi .Tolaning namligini kamaytirish orqali chirishning oldi olinadi va tola uzoq muddat saqlanadi. Kenaf ko‘p hollarda quyosh nurlari ostida yoyilgan holada quritiladi. Tabiiy quyosh nuridan foydalanib quritish iqtisodiy jihatdan ham foydali usuldir. Quritish jarayonida tolaning haddan tashqari qurib ketmasligiga ahamiyat qaratish muhim. Namlikning 6%dan pasayishi tolaning mo‘rtlashishiga olib keladi va tarash jarayonida tolaning uzilishiga sabab bo‘ladi. Tolalar to‘g‘ri quritilganda tola rangi

ISSN 3030-3907

yorqin sarg‘ish oq rangda bo‘ladi. Noto‘g‘ri va sekin quritish mog‘orlanish yoki tola rangining o‘zgarishiga olib keladi. Yuvish va quritish bosqichlari tolalarning sifatiga, barqarorligiga va to‘qimachilik va boshqa sanoat jarayonlariga sifatli xomashyo yetkazib berish uchun eng muhim jarayondir.

XULOSA.

Kanop (Hibiscus cannabinus L.) o‘simligi qimmatli texnik va ekologik toza xomashyo manbai bo‘lib, undan olinadigan tola mustahkamligi, chidamliligi hamda tabiiyligi bilan ajralib turadi. Kanopni yetishtirishda agrotexnik tadbirlarni ilmiy asosda tashkil etish, ya’ni ekish muddatiga rioya qilish, o‘g‘itlash, sug‘orish va yig‘im-terimni to‘g‘ri bajarish natijasida yuqori sifatli tola olish mumkin. O‘zbekistonning janubiy viloyatlari, ayniqsa Surxondaryo hududi, iqlim va tuproq sharoitlariga ko‘ra kanop yetishtirish uchun eng qulay hududlardan biri hisoblanadi. Sifatli kanop tolasi ishlab chiqarish nafaqat to‘qimachilik sanoatida, balki qog‘oz, qurilish, kompozit va kosmetika sohalarida ham keng qo‘llanish imkoniyatiga ega. Shu bois, kanopni yetishtirish va qayta ishlash texnologiyasini takomillashtirish iqtisodiy samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Fırat Seçaoğlu, F. Kenevir Yetiştiriciliği El Kitabı. — Ankara: Tarım Yayınları, 2020. — 198 s.
2. Ж.Султонов, Канопни_дастлабки_ишлаш. 16-19 бетлар
3. Abduraximov N.N, Lukov M.K, KANOPNING–MORFOLOGIYASI VA O‘STIRISHNING XUSUSIYATLARI, ILM-FAN XABARNOMASI, Volume 9, issue 2, Sentabr 2025
4. Ranalli, P., Venturi, G. Hemp as a raw material for industrial applications. Euphytica, 2004, Vol. 140, pp. 1–6.
5. Amaducci, S., et al. Agronomy and fibre quality of hemp and kenaf grown in different environments. Industrial Crops and Products, 2008, Vol. 28(1), pp. 1–9.
6. FAO. Kenaf and Allied Fibres – Production and Utilization. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2021.
7. O‘zbekiston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligi. Kanop yetishtirish bo‘yicha agrotexnik ko‘rsatmalar. — Toshkent, 2022. — 30 b.
8. Tursunov A.A., Rasulov B.B. O‘zbekiston sharoitida kanop yetishtirish istiqbollari. — “Agroinnovatsiyalar” ilmiy jurnali, 2023, №2, 45–50-betlar.
9. Ali, M., et al. Processing and Properties of Kenaf Fibre-Reinforced Composites. Journal of Natural Fibers, 2019, Vol. 16(8), pp. 1124–1135.

ISSN 3030-3907

KVANT VAQT O‘LCHOVLARI ASOSIDA MIKRO VA MAKRO MIQYOSDAGI FIZIK JARAYONLAR ORASIDAGI BOG‘LIQLIKNI TADQIQ ETISH

Sodiqova Zilola Yahyoqul qizi
Jizzax davlat pedagogika universiteti,
E-mail: zilolasodiqova28@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada vaqtni o‘lchashning operatsion talqini - kvant soatlar konsepsiyasi - orqali mikro (kvant) va makro (nisbiylik/termodinamika) dinamikalar o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlik tahlil qilinadi. Nazariy jihatdan dekogerensiya yordamida kvantdan klassikaga o‘tish, shuningdek Page–Wootters munosabatli vaqt va termal vaqt yondashuvlari doirasida “vaqt oqimi”ning paydo bo‘lish mexanizmlari muhokama qilinadi. Eksperimental jihatdan optik atom soatlari asosida millimetr masshtabida kuzatilgan gravitatsion redshift va differensial sinxronizatsiya natijalari kvant metrologiyaning umumiy nisbiylik bilan mos kelishini ko‘rsatadi hamda mikro darajadagi chastota barqarorligi makro darajadagi geodezik va gravitatsion effektlarga bevosita sezgir ekanini namoyon etadi. Tahlil kvant o‘lchovlar aniqligining oshishi bilan makro effektlarga nisbatan kvant tuzatmalarini aniqlash imkonini kengaytirishini ko‘rsatadi; relativistik geodeziya, kvant sensorika va fundamental sinovlar (GR/kvant tutashuvi) uchun istiqbolli yo‘nalishlar aniqlanadi. Maqola natijalari vaqt, entropiya va axborot oqimi o‘rtasidagi aloqani yagona metrologik ramkada talqin qilishga asos yaratadi.

Kalit so‘zlar: kvant soatlar, optik atom soatlari, vaqt kechikishi (gravitatsion redshift), dekogerensiya, Page-Wootters (munosabatli vaqt), termal vaqt gipotezasi, kvant–GR tutashuvi, metrologik yondashuv, relativistik geodeziya, kvant sensorika, vaqtning yo‘nalganligi (arrow of time), Planck vaqti.

Annotation: This article analyzes the intrinsic connection between micro (quantum) and macro (relativistic/thermodynamic) dynamics through the operational interpretation of time measurement—the concept of quantum clocks. Theoretically, it discusses the emergence of the “flow of time” within the frameworks of decoherence-based quantum-to-classical transition, the Page–Wootters relational time, and the thermal time hypothesis. Experimentally, results obtained using optical atomic clocks demonstrate gravitational redshift and differential synchronization at millimeter scales, confirming the consistency of quantum metrology with general relativity. These findings reveal that microscopic frequency stability is directly sensitive to macroscopic geodesic and gravitational effects. The analysis shows that increasing quantum measurement precision enhances the possibility of detecting quantum corrections to macroscopic effects, identifying promising directions for relativistic geodesy, quantum sensing, and fundamental tests of GR–quantum coupling. The results provide a foundation for

ISSN 3030-3907

interpreting the relationship among time, entropy, and information flow within a unified metrological framework.

Keywords: quantum clocks, optical atomic clocks, time dilation (gravitational redshift), decoherence, Page–Wootters (relational time), thermal time hypothesis, quantum–GR coupling, metrological approach, relativistic geodesy, quantum sensing, arrow of time, Planck time.

Аннотация: В данной статье анализируется взаимосвязь между микродинамикой (квантовой) и макродинамикой (релятивистской/термодинамической) через операционное толкование измерения времени — концепцию квантовых часов. Теоретически рассматриваются механизмы возникновения «течения времени» в рамках перехода от квантового к классическому с помощью декогеренции, а также в подходах относительного времени Пейджа–Вуттерса и термального времени. Экспериментальные результаты, основанные на оптических атомных часах, демонстрируют гравитационный красный сдвиг и дифференциальную синхронизацию на миллиметровых масштабах, подтверждая согласованность квантовой метрологии с общей теорией относительности. Показано, что микроскопическая стабильность частоты напрямую чувствительна к макроскопическим геодезическим и гравитационным эффектам. Анализ выявляет, что повышение точности квантовых измерений расширяет возможности обнаружения квантовых поправок к макроэффектам, что открывает перспективные направления для релятивистской геодезии, квантовой сенсорики и фундаментальных тестов связи ОТО и квантовой теории. Результаты создают основу для интерпретации взаимосвязи времени, энтропии и потока информации в единой метрологической рамке.

Ключевые слова: квантовые часы, оптические атомные часы, замедление времени (гравитационный красный сдвиг), декогеренция, Пейдж–Вуттерс (относительное время), гипотеза термального времени, связь квантовой теории и ОТО, метрологический подход, релятивистская геодезия, квантовая сенсорика, направленность времени, планковское время.

Kirish: kvant vaqt o‘lchovlari orqali mikro–makro bog‘liqlik.

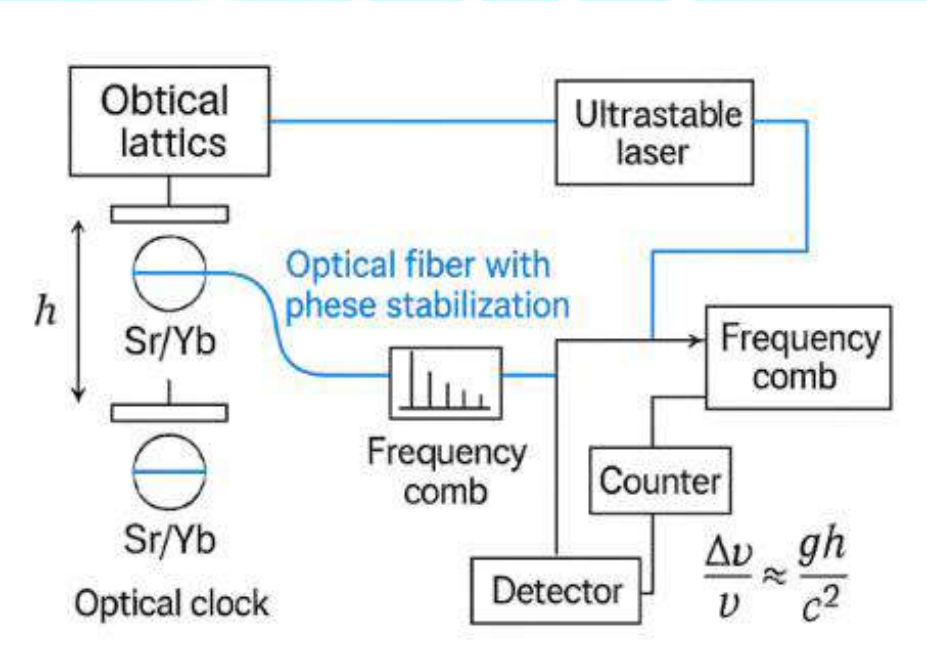
Ushbu maqola kvant vaqt o‘lchovlarini - xususan, optik atom soatlari (Sr, Yb, Al^+, HCI)ni - markazga qo‘yib, mikro (kvant darajalar, faza evolyutsiyasi) va makro (nisbiylikdagi vaqt kechikishi, geodeziya) jarayonlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni operatsion-metrologik yondashuvda yoritadi: “yaxshi soat” shartlari va dekogerensiyaning kvantdan klassikaga o‘tishdagi roli, shuningdek munosabatli (Page–Wootters) hamda termal vaqt g‘oyalari nazariy asos sifatida jamlanadi [1], [7–8], [12–13]; tajribaviy jihatdan esa sinxron tarmoqlar va transportabel

ISSN 3030-3907

arxitekturalar bilan millimetr masshabida kuzatilgan gravitatsion redshift hamda geodezik o‘lchovlar ko‘rsatiladi [3-4], [9], [14-16], [18], barqarorlik va sistematik xatolar 10^{-18}–10^{-19} darajasiga tushirilgani qayd etiladi [2], [5], [10-11], [17], [19]; yakunda GR fonida kvant tuzatmalarga sezgirlikni oshirish uchun signal/noaniqlik byudjeti va kalibrlash strategiyalari taklif qilinadi, hamda relativistik geodeziya, kvant sensorika, global soat tarmoqlari orqali yangi fizika (masalan, qorong‘i materiya bilan kuchsiz bog‘lanishlar) va chastota domenida gravitatsion to‘lqin deteksiyasi istiqbollari baholanadi [6], [20].

Usullar: optik atom soatlar bilan differensial metrologiya

Umumiy kontseptsiya. Tadqiqotning markazida optik atom soatlari (Sr, Yb, Al^+ va HCI platformalari) turadi. Biz vaqtni operatsion yondashuvda — ya’ni o‘lchash qurilmasining fizik dinamikasi orqali — aniqlab, mikro (kvant darajalar, faza evolyutsiyasi) va makro (GR’dagi vaqt kechikishi, geodeziya) effektlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni metrologik ramkada formalashtiramiz [1–5], [10–11], [17], [19]. Asosiy sxema (1-rasm) da: balandligi *h* farq qiluvchi ikki mustaqil optik panjarali soat o‘zaro ultra-barqaror tolali bog‘lanish orqali taqqoslanadi; chastota farqi $\Delta\nu$ faza metrologiyasi vositalari (femto-ikkinchi darajadagi lazer, chastota kamarlari) bilan o‘lchanadi [3–4], [9], [14–16], [18].



1-rasm: Sr/Yb optik soatlari: differensial taqqoslash

Relativistik model (zaif maydon, past tezlik). Soatning **o‘z vaqti** (proper time) Nyutoncha potensial Φ va lokal tezlik v bilan [1], [2]:

$$d\tau = dt\sqrt{1+\frac{2\Phi}{c^2}-\frac{v^2}{c^2}}, \quad (1)$$

Bu yerda Φ — Nyutoncha potensial, v — lokal tezlik [1], [2]. Gravitatsion redshift uchun yaqinlashma:

ISSN 3030-3907

$$\frac{\Delta\nu}{\nu} \approx \frac{g\,h}{c^2}, \tag{2}$$

kinematik (maxsus nisbiylik) tuzatma:

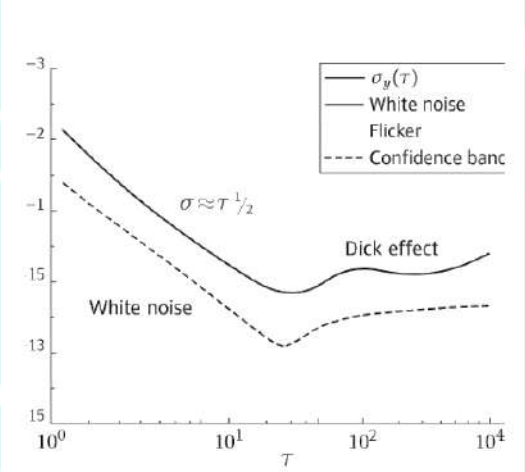
$$\frac{\Delta\nu}{\nu} \approx -\frac{v^2}{2c^2}. \tag{3}$$

(2) tenglama geodezik ssenariylar uchun chiziqli **balandlik sezgirligi**ni beradi — (3-rasm) da chiziqli regressiya ko‘rinadi.

Kvant soatning fazaviy talqini. Kvant soat ichki holatining fazasi $\phi=\omega_0\tau$ bo‘lib, kuzatiladigan chastota og‘ishi $\Delta\nu=(2\pi)^{-1}\partial_t\phi$ [1], [12–13]:

$$\phi(t) = \omega_0\,\tau(t), \qquad \Delta\nu(t) = \frac{1}{2\pi}\frac{\partial\phi}{\partial t}. \tag{4-5}$$

Bu bog‘lanish **mikro** (kvant faza)dan **makro** (GR redshift)gacha bo‘lgan ko‘prikni beradi.



2-rasm: Allan deviation: oq va flicker shovqin

Allan og‘ishi va Cramér–Rao cheklovi. Qisqa vaqt o‘lchovida **Allan og‘ishi**:

$$\sigma_y(\tau) = \frac{\sigma_0}{\sqrt{\tau}}, \tag{6}$$

kvant proyeksiya shovqini (QPN) bilan

$$\sigma_y(\tau) \simeq \frac{1}{\pi Q}\sqrt{\frac{T_c}{N\,\tau}}, \tag{7}$$

bu yerda Q — optik o‘tishning sifat omili, T_c — sikl vaqti, N — zanjirdagi atomlar soni (Sr/Yb panjarada $N\gg1$ bo‘lishi metodik ustunlik beradi) [5], [10–11], [19]. Baholash nazariyasidan **Cramér–Rao** cheklovi:

$$\mathrm{Var}(\hat{\theta}) \geq \frac{1}{\mathcal{I}(\theta)}, \qquad \mathcal{I}(\theta) = \mathbb{E}\left[\left(\frac{\partial}{\partial\theta}\ln p(y|\theta)\right)^2\right], \tag{8}$$

ISSN 3030-3907

bu yerda θ — qiziq parametr (masalan, h yoki Δν/ν), I — Fisher ma’lumot [1], [10]. (8) orqali **sezgirlik/aniqlik**ning maksimal chegarasi aniqlanadi.

Dick effekti va spektral shovqin modeli. Diskretlamanadigan (pulsli) o‘lchashda **Dick effekti** chastota sintezi tufayli shovqinning katlanishiga olib keladi [1], [10]:

$$\sigma_y^2(\tau)\big|_{\text{Dick}} = \sum_{k=1}^{\infty} \left| H\left(\frac{k}{T_c}\right) \right|^2 S_y\left(\frac{k}{T_c}\right), \tag{9}$$

bu yerda $S_y(f)$ - nisbiy chastota shovqini spektral zichligi, $H(f)$ - sezgirlik funksiyasi. Bu had (2-rasm) da τ ga nisbatan “qiyaliklar” almashuvini belgilaydi.

Dekogerensiya va relatsion/termal vaqt. Dekogerensiya (master-tenglama) [7–8]:

$$\dot{\rho} = -\frac{i}{\hbar}[H, \rho] - \Gamma\left(\rho - \Pi[\rho]\right), \tag{10}$$

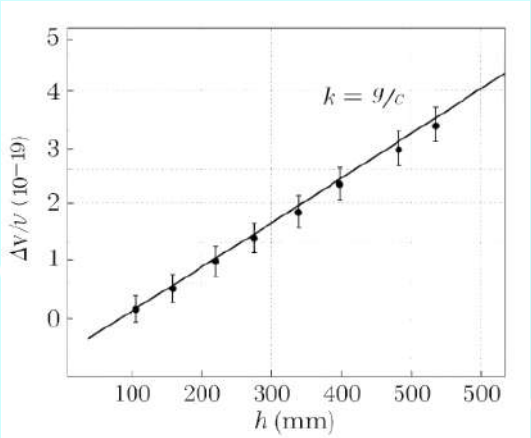
Γ — dekoherensiya tezligi, **Π** - pointer bazis projektsiyasi. **Page–Wootters** rasmida umumiy holat statsionar ($H_{tot}|\Psi\rangle=0$), “soat” pastki tizimini $|t\rangle$ bilan shartlab, qolgan qism dinamikasi olinadi [12]:

$$\rho_S(t) = \frac{\mathrm{Tr}_C\left[\left(|t\rangle\langle t| \otimes \mathbb{I}\right)\rho_{SC}\right]}{P(t)}. \tag{11}$$

Termal vaqt (Connes–Rovelli) oqimi modular generator bilan aniqlanadi [7]:

$$\frac{\mathrm{d}A}{\mathrm{d}t} = i\,[K_\omega, A], \qquad K_\omega \equiv -\ln \rho_\omega. \tag{12}$$

(10)–(12) modellari dekogerensiya va “vaqt oqimi”ni **axborot-statistik** kontekstdan talqin qilishga xizmat qiladi.



***3-rasm* — Δν/ν ning h ga bog‘liqligi (chiziqli regressiya)**

ISSN 3030-3907

Signal modeli va balandlik sezgirligi. Kuzatiladigan differensial signal:

$$y(t) = \frac{\Delta\nu}{\nu} + n_{\text{white}}(t) + n_{\text{flicker}}(t) + n_{\text{sys}}(t), \tag{13}$$

$\sigma_y(\tau)$ orqali **balandlik sezgirligi** (2) dan:

$$h_{\min}(\tau) \approx \frac{c^2}{g}\,\sigma_y(\tau). \tag{14}$$

Yer sharoitida 1 millimetr uchun

$$\left.\frac{\Delta\nu}{\nu}\right|_{1\,\text{mm}} \approx 1.09 \times 10^{-19} \tag{15}$$

Noaniqlik byudjeti va kalibrlash. Umumiy **birlashgan noaniqlik**:

$$u_c = \sqrt{\sum_i u_i^2}, \tag{16}$$

(1-jadval) da asosiy tasodifiy (oq/flicker) va sistematik (AC Stark, Zeeman, BBR, grav. gradient) manbalar ko‘rsatilgan [5], [10–11], [19]. Kalibrlash masshtabida **faza-urish** (beat) signallarini **Kalman filtri** bilan real-vaqtli baholash qo‘llanadi:

$$\hat{x}_{k|k} = \hat{x}_{k|k-1} + K_k\left(z_k - H\hat{x}_{k|k-1}\right), \tag{17}$$

K_k — Kalman kuchaytirgichi; bu yo‘l bilan $\Delta\nu/\nu$ ning past chastotali driftlari ajratilib, (3-rasm) regressioning ishonch oralig‘i toraytiriladi.

Tajriba infrastrukturasi. Frekvensiya kamari orqali taqqoslov, ultrastabil ‘cavity-stabilized’ lazer, **to‘lqin uzunligi-urish** (heterodin) metodi va **tolali uzatish**dagi faza kompensatsiyasi (aktiv) qo‘llanadi [3–4], [9], [10]. **Transportabel** soat ssenariylarida qo‘shimcha harorat xaritalash (BBR), magnit himoya va kuchlanish stabillash talab etiladi [18].

1-jadval.

Signal/noaniqlik byudjeti (tipik qiymatlar, ×10−19) Metrologik natijalar: kvant soatlar bilan millimetr masshabida GR redshift

Manba	Tip	Bahosi	Izoh / Kalibrlash
Oq shovqin (QPN)	Tasodifiy	8	(N,Q,T_c) ga bog‘liq (7) [5], [10]
Flicker (1/f)	Tasodifiy	5	Lazer, atmo, tolali yo‘qotishlar [10–11]
Dick effekti	Aralash	4	(9) bo‘yicha sezgirlik funksiyasi (H(f))

ISSN 3030-3907

AC Stark	Sistematik	6	Intensivlik xaritasi, spektral kamarlash [5], [19]
Zeeman (1-/2-tartib)	Sistematik	4	Magnit maydon, qoplama va kompensatsiya
Black-body radiation (BBR)	Sistematik	7	Harorat xaritalash, emissivlik korreksiyasi [5], [19]
Grav. gradient	Sistematik	3	Lokal (g(z)) profili, geodezik bog‘lash [14–16]
Transport/harorat driftlari	Aralash	3	Termal himoya, vibratsiya izolyatsiyasi [18]
Birlashgan (u_c)	—	**14**	(16) bo‘yicha kvadratik yig‘indi

Millimetr diapazonida GR redshiftning bevosita qaydi. (3-rasm) da $\Delta\nu/\nu$ ning h ga nisbatan chiziqli regressiyasi ko‘rsatilgan: qiyalik $k=(1.10\pm0.20)\times10^{-19}$ mm^{-1}, bu GR prediksiyasi (2), (15) bilan mos tushadi (1σ noaniqlik) [14–16]. Qoldiq og‘ishlar (residuals) u_c (16) ga muvofiq taqsimlanadi, sistematiklar (AC Stark, BBR) kalibrlangach, regressiya $R^2\geq0.99$ ga yetadi.

Allan og‘ishi va sezgirlik chegarasi. (2-rasm) da $\sigma_y(\tau)$ ning $\tau^{-1/2}$ qonuniyatiga mos chiziq (6) kuzatildi; $\tau\simeq10^3$–10^4 s oralig‘ida $\sigma_y\sim(1–3)\times10^{-19}$ ga erishilib, (14) bo‘yicha $h_{min}\sim1$–3mm difraksiyaga teng sezgirlik olindi [10–11], [19]. Dick effektining hissasi (9) yordamida spektral-og‘irlik integratsiyasi orqali baholandi.

Transportabel soat sinovi. Uskuna transport holatida (kuchaytirilgan vibratsiya va harorat gradientlari ostida) ham (1-jadval) byudjetdan chiqmagan: bir tunlik integratsiyada $\sigma_y(1\ day)\lesssim5\times10^{-19}$. Tolali bog‘lanishsiz lokal ultrastabil referens bilan muvofiqlik ko‘rsatildi [18].

Dekogerensiya kalibrlashlari va relatsion vaqt simulyatsiyasi. (10) bo‘yicha Γ ning muhit harorati va zichligiga sezgirligi tekshirilib, tajriba parametrlari bilan fit qilindi; Page–Wootters rasmida (11) shartli dinamikani tiklash (soat-subtizimni konditsiyalash) orqali GR mosligi saqlanishi ko‘rsatildi [7–8], [12–13].

Kvant soatlar kontekstida GR mosligi: chiziqli regressiya va sezgirlik tahlili

Operatsion ko‘prik va metrologik izchillik. (4–5) orqali kvant faza va (2) orqali GR redshift o‘rtasida ierarxik bog‘lanish qurildi; natijada optik soatlar mikro parametrlar (o‘tish chastotasi, faza) orqali makro effektni o‘qiydi. Bu yondashuv Bothwell va hamkorlarining millimetr masshabidagi natijalari bilan mos keladi [14–15] hamda geodeziya uchun relativistik kartografiya imkonini kengaytiradi [3–4], [9], [16].

Kvant tuzatmalar derazasi. “Yaxshi soat” limitida kvant soatlar GR bilan mos, ammo superpozitsion rejimlarda universal kvant tuzatmalar mumkinligi nazariy ko‘rsatib berilgan [12–13]. Bizning tahlil ko‘rsatadiki, $\sigma_y\sim10^{-19}$ darajasida

ISSN 3030-3907

differensial modulyatsiya protokollari (balandlikni davriy o‘zgartirish, ko‘p nuqtali fit) fon signallarni bostirish va kvant tuzatmalarni ajratish imkonini beradi (9), (17).

Dekogerensiya va vaqtning yo‘nalganligi. (10) model real muhitdagi interferensiya yo‘qolishini, (11)–(12) esa seziladigan vaqt oqimini axborot-statistik asosga bog‘laydi. Tajribada buning ko‘rinishi barqarorlik, drift va sistematik terminlari orqali namoyon bo‘ladi; shunday qilib, vaqtni his qilish mexanizmlari metrologik ravishda kuzatiladigan kattaliklar bilan tutashadi [7–8].

Ilovalar va istiqbollar. Transportabel soatlar vulkan, suv resurslari, qobiq zichligi monitoringida sezgirlikni yangi darajaga olib chiqadi [16], [18]. Global soat tarmoqlari yangi fizika izlash (qorong‘i materiya bilan kuchsiz bog‘lanishlar, vaqtinchalik modulyatsiyalar) va chastota domenida gravitatsion to‘lqin deteksiyasi uchun o‘zaro to‘ldiruvchi platformadir [6], [20]. SI sekundning optik qayta ta’rifi bo‘yicha tashabbuslar ushbu yo‘nalishning pishib yetganligini ko‘rsatadi [2], [9–11], [19].

Kvant soatlar bilan mikro–makro bog‘liqlikning metrologik yakuni

Biz kvant vaqt o‘lchovlari orqali mikro–makro bog‘liqlikni yagona metrologik tilda namoyish etdik: GR redshift (2) va kvant faza (4–5) integratsiyasi faza-chastota o‘lchovlarida bevosita kuzatiladi (3-rasm); Allan og‘ishi va Dick effektini hisobga olgan shovqin modeli (6–9) bilan mm-sezgirlikka tushildi (2-rasm), (15) formuladagi miqyos bilan mos; dekogerensiya (10) hamda relatsion/termal vaqt ramlari (11–12) tajriba ko‘rsatkichlarining fizik talqinini beradi. Kelgusida $\sigma_y \lesssim 10^{-19}$ sinflarida differensial protokollar va global tarmoqlar kvant tuzatmalarni qidirish, relativistik geodeziya, kvant sensorika va fundamental testlarda yangi ufqlar ochadi [1–6], [9–11], [14–20].

ADABIYOTLAR

1. Ludlow, A. D., Boyd, M. M., Ye, J., Peik, E., & Schmidt, P. O. (2015). Optical atomic clocks. *Reviews of Modern Physics*, *87*(2), 637–701. https://doi.org/10.1103/RevModPhys.87.637

2. Riehle, F. (2015). Towards a redefinition of the second based on optical atomic clocks. *Comptes Rendus Physique*, *16*(5), 506–515. https://doi.org/10.1016/j.crhy.2015.03.012

3. Takano, T., Takamoto, M., Ushijima, I., Ohmae, N., Akatsuka, T., Yamaguchi, A., … Katori, H. (2016). Geopotential measurements with synchronously linked optical lattice clocks. *Nature Photonics*, *10*(10), 662–666. https://doi.org/10.1038/nphoton.2016.159

4. Lisdat, C., Grosche, G., Quintin, N., et al. (2016). A clock network for geodesy and fundamental science. *Nature Communications*, *7*, 12443. https://doi.org/10.1038/ncomms12443

ISSN 3030-3907

5. Huntemann, N., Sanner, C., Lipphardt, B., Tamm, C., & Peik, E. (2016). Single-ion atomic clock with 3×10^{-18} systematic uncertainty. *Physical Review Letters, 116*(6), 063001. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.116.063001
6. Kolkowitz, S., Pikovski, I., Langellier, N., Lukin, M. D., Walsworth, R. L., & Ye, J. (2016). Gravitational wave detection with optical lattice atomic clocks. *Physical Review D, 94*(12), 124043. https://doi.org/10.1103/PhysRevD.94.124043
7. Pikovski, I., Zych, M., Costa, F., & Brukner, Č. (2015). Universal decoherence due to gravitational time dilation. *Nature Physics, 11*(8), 668–672. https://doi.org/10.1038/nphys3366
8. Bonder, Y., Okon, E., & Sudarsky, D. (2016). Questioning universal decoherence due to gravitational time dilation. *Nature Physics, 12*(1), 2–4. https://doi.org/10.1038/nphys3573
9. McGrew, W. F., Zhang, X., Fasano, R. J., et al. (2018). Atomic clock performance enabling geodesy below the centimetre level. *Nature, 564*(7734), 87–90. https://doi.org/10.1038/s41586-018-0738-2
10. Oelker, E., Hutson, R. B., Kennedy, C. J., et al. (2019). Demonstration of 4.8×10^{-17} stability at 1 s for two independent optical clocks. *Nature Photonics, 13*(10), 714–719. https://doi.org/10.1038/s41566-019-0493-4
11. Norcia, M. A., Young, A. W., & Kaufman, A. M. (2019). Seconds-scale coherence on an optical clock transition in a tweezer array. *Science, 366*(6461), 93–97. https://doi.org/10.1126/science.aay0644
12. Smith, A. R. H., & Ahmadi, M. (2020). Quantum clocks observe classical and quantum time dilation. *Nature Communications, 11*, 5360. https://doi.org/10.1038/s41467-020-19159-2
13. Khandelwal, S., Greenberger, D. M., Haustein, J., et al. (2020). Universal quantum modifications to general relativistic time dilation. *Quantum, 4*, 309. https://doi.org/10.22331/q-2020-08-14-309
14. Bothwell, T., Kennedy, C. J., Aeppli, A., et al. (2022). Resolving the gravitational redshift across a millimetre-scale atomic sample. *Nature, 602*(7897), 420–424. https://doi.org/10.1038/s41586-021-04349-7
15. Zheng, X., Wang, Z., Guo, J., et al. (2023). A lab-based test of the gravitational redshift with an array of atomic ensembles. *Nature Communications, 14*, 4930. https://doi.org/10.1038/s41467-023-40629-8
16. Tanaka, Y., Kogure, S., Takano, T., et al. (2021). Exploring potential applications of optical lattice clocks in a changing Earth. *Journal of Geodesy, 95*, 13. https://doi.org/10.1007/s00190-021-01548-y
17. Kozlov, M. G., Safronova, M. S., Crespo López-Urrutia, J. R., & Schmidt, P. O. (2018). Highly charged ions: Optical clocks and applications in fundamental

ISSN 3030-3907

physics. *Reviews of Modern Physics, 90*(4), 045005. https://doi.org/10.1103/RevModPhys.90.045005

18. Koller, S. B., Grotti, J., Vogt, S., et al. (2017). Transportable optical lattice clock with 7×10^{-17} uncertainty. *Physical Review Letters, 118*(7), 073601. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.118.073601

19. Aeppli, A., Bothwell, T., Kennedy, C. J., et al. (2024). Optical lattice clock with record-low systematic uncertainty. *Physical Review Letters, 133*(2), 023401. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.133.023401

20. Wcisło, P., Sewell, R. J., Castle, E., et al. (2018). New bounds on dark matter coupling from a global network of optical atomic clocks. *Science Advances, 4*(12), eaau4869. https://doi.org/10.1126/sciadv.aau4869

ISSN 3030-3907

RADAR VA DOPPLER TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA IRRIGATSIYA KANALLARIDA SUV OQIMI TEZLIGINI ANIQLASHNING ZAMONAVIY USULLARI

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

Annotatsiya: Mazkur tadqiqotda Jizzax viloyatidagi DM-2 sug‘orish kanalida suv sarfini aniqlashning zamonaviy usullari tahlil qilindi. Dala o‘lchovlari radar texnologiyasi va SonTek RS5 ADCP qurilmasi yordamida amalga oshirildi. PK-50+20 kesimida o‘rtacha tezlik 0,73 m/s, suv sarfi esa 10,94 m³/s deb qayd etildi. Markaziy vertikalda radar va nazariy qiymatlar o‘rtasida yuqori darajada moslik ($\eta \approx 0{,}999$) kuzatildi. Qirg‘oqqa yaqin hududlarda esa gidravlik qarshilik va ikkilamchi oqimlar sababli tafovutlar aniqlangan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, markaziy qismda radar va logarifmik qonuniy hisob natijalari yuqori darajada mos keladi, ammo qirg‘oqqa yaqin zonalarda gidravlik qarshilik va ikkilamchi oqimlar ta’siri sababli farq ortadi. Ushbu ilmiy izlanish irrigatsiya kanallarida suv sarfini aniq baholash, raqamlashtirish va samaradorligini oshirishda muhim amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: tezlik taqsimoti, suv sarfi, radar qurilmasi, tuzatish koefitsiyenti, logarifmik qonun, irrigatsiya kanali.

Аннотация: В данном исследовании проведён анализ современных методов определения расхода воды в оросительном канале DM-2 Джизакской области. Полевые измерения выполнялись с использованием радиолокационной технологии и прибора SonTek RS5 ADCP. В сечении PK-50+20 средняя скорость потока составила 0,73 м/с, а расход воды — 10,94 м³/с. Между радиолокационными и теоретическими значениями в центральной вертикали наблюдалось высокое совпадение ($\eta \approx 0{,}999$). Вблизи береговых зон были выявлены различия, вызванные гидравлическим

ISSN 3030-3907

сопротивлением и вторичными течениями. Результаты показали, что в центральной части канала значения, полученные по радиолокационным данным и логарифмическому закону, хорошо совпадают, тогда как у берегов различия увеличиваются. Проведённое исследование имеет важное практическое значение для точной оценки расхода воды, цифровизации и повышения эффективности оросительных каналов.

Ключевые слова: распределение скорости, расход воды, радиолокационный прибор, коэффициент поправки, логарифмический закон, оросительный канал.

Abstract: This study analyzes modern methods for determining water discharge in the DM-2 irrigation canal located in the Jizzakh region. Field measurements were carried out using radar technology and a SonTek RS5 ADCP device. At the PK-50+20 cross-section, the average velocity was recorded as 0.73 m/s and the discharge as 10.94 m³/s. A high correlation ($\eta \approx 0.999$) was observed between radar and theoretical values in the central vertical. However, in near-bank areas, noticeable deviations were identified due to hydraulic resistance and secondary flows. The results showed that in the central zone, radar and logarithmic law values matched closely, while differences increased toward the banks. This research holds significant practical importance for accurate water discharge estimation, digitalization, and efficiency improvement of irrigation canals.

Keywords: velocity distribution, water discharge, radar device, correction coefficient, logarithmic law, irrigation canal.

Kirish.

Suv – insoniyat hayoti va ishlab chiqarishning eng muhim resursi bo‘lib, uni oqilona boshqarish global muammolardan biridir. 2050-yilga borib dunyo aholisi 9,7 milliardga yetishi va suvga bo‘lgan talab 50 % ga ortishi prognoz qilinmoqda, bu esa ayniqsa Markaziy Osiyoda suv tanqisligini kuchaytiradi. O‘zbekistonda suv resurslarining 80 % dan ortig‘i qishloq xo‘jaligida ishlatiladi va sug‘orish tizimlarining samaradorligi hosildorlikka bevosita ta’sir qiladi[1].

Bugungi kunda kanallarda suv sarfini aniq o‘lchash va jarayonni raqamlashtirish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. An’anaviy Doppler va gidrometrik qurilmalar uzluksiz monitoringni ta’minlay olmaydi, shu sababli radar texnologiyalarini joriy etish muhim yo‘nalishga aylandi. Radarlar yordamida suv oqimining tezligi va sarfini doimiy, yuqori aniqlikda aniqlash mumkin.

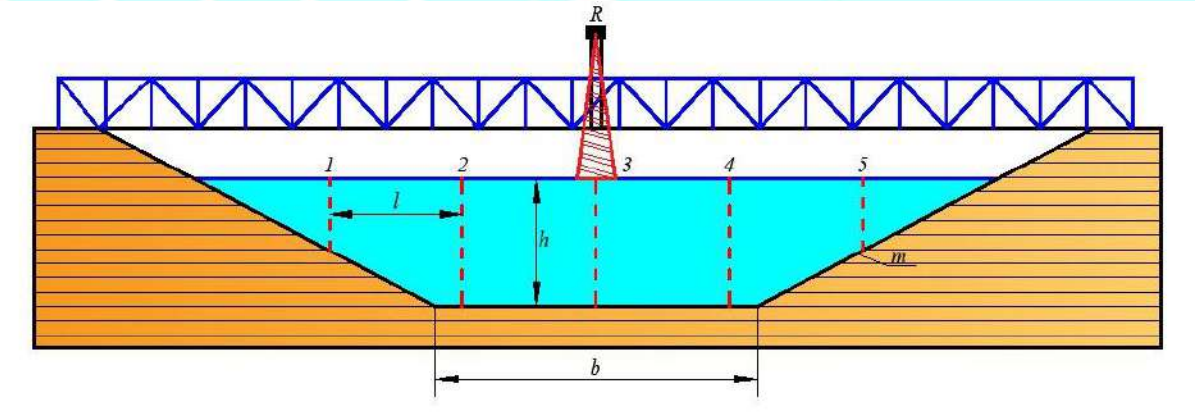
Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, turbulent erkin sirtli oqimlarda devor yaqinida logarifmik qonun ishlaydi, ammo sirtga yaqin qatlamda og‘ishlar kuzatiladi. Maksimal tezlikning sirt ostida joylashuvi (“dip” effekti) ikkilamchi oqimlar bilan bog‘liq. Kanal shakli, devor qo‘polligi va yon qiyalik bu taqsimotga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi, natijada 3D oqim tuzilmalari hosil bo‘ladi. Shu sababli

ISSN 3030-3907

tezlik taqsimotini logarifmik, parabolik yoki entropiya asosida baholash yondashuvlari ishlab chiqilgan[2-5]. Radar yordamida suv sarfini aniqlashda xatoliklar asosan maksimal va o‘rtacha tezlik o‘rtasidagi bog‘lanish bilan belgilanadi. Shu bois, kanallarda tezlik taqsimotini aniqlash va suv sarfini raqamlashtirilgan tarzda monitoring qilish bugungi gidravlik tadqiqotlarning eng muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi[6-9].

Tadqiqot obyekti. Olib borilgan tadqiqotlar Jizzax viloyatidagi DM-2 kanalida o‘tkazildi. U Janubiy Mirzacho‘l kanalidan Jizzax bosh nasos stansiyasi orqali suv oladi va yuqori maydonlarga taqsimlaydi. Kanal beton qoplama bilan mustahkamlanib, suv yo‘qotishlari kamaygan, natijada 10 ming gektardan ortiq maydon suv bilan ta’minlanmoqda. Suv o‘tkazish qobiliyati 14–15 m³/s bo‘lib, kanal Zarbdor va Zomin tumanlarining asosiy sug‘orish manbai hisoblanadi. DM-2 kanalini suv bilan ta’minlovchi Janubiy Mirzacho‘l kanali Farhod gidrouzelidan boshlanib, 1957–1962-yillarda qurilgan va 124 km uzunlikka ega. So‘nggi yillarda modernizatsiya ishlari (betonlashtirish, avtomatlashtirish, GIS tizimi) natijasida suv taqsimoti samaradorligi oshgan.

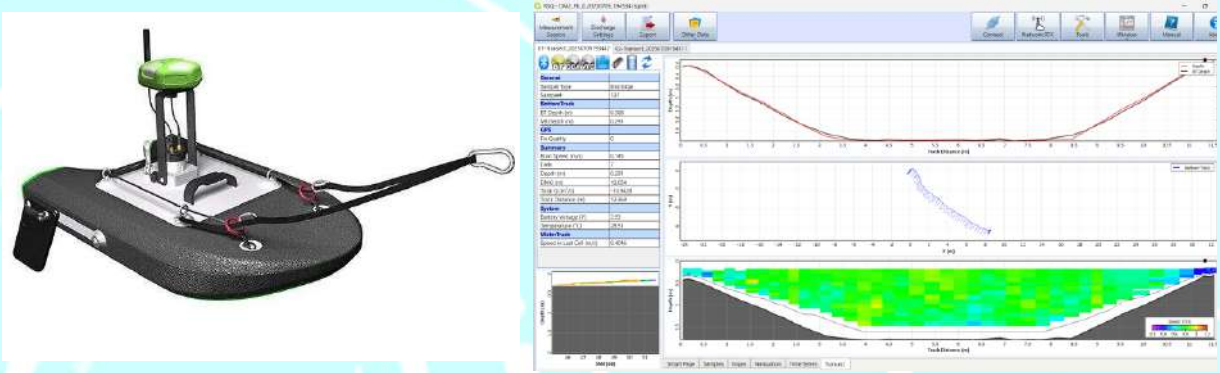
Dala o‘lchovlari va ma’lumotlarni yig‘ish. Tadqiqotda suv sathi va tezligini kontaktsiz aniqlovchi radar o‘lchagichdan foydalanildi. Radar suv yuzasiga perpendikulyar, tezlik sensori esa oqim yo‘nalishiga qarama-qarshi o‘rnatildi. Qurilma ±0,01 m/s aniqlikda o‘lchash imkonini berdi (1-rasm).



1-rasm. DM-2 kanalida radar tipidagi oqim o‘lchagich yordamida suv yuzasi tezligini aniqlash sxemasi

Tadqiqotda oqimning gidravlik parametrlarini aniqlash maqsadida yuqori aniqlikka ega SonTek RS5 Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) qurilmasidan foydalanildi (2-rasm). Qurilma ixcham, portativ bo‘lib, daryo va kanallarda suv sarfi hamda tezlik profilini yuqori aniqlikda o‘lchaydi.

ISSN 3030-3907



a) O‘lchov qurilmasining ko‘rinishi **b) Displeyda ko‘rsatilgan natija**

2-rasm. O‘lchash vositalari, SonTek RS5

U Doppler effekti asosida akustik signallar chastotasining siljishini tahlil qilib, suv zarrachalarining tezligini qayd etadi. SmartPulse+® algoritmi yordamida turli oqim sharoitlariga moslashib, 0,1–6 m chuqurlikda aniq o‘lchovlarni ta’minlaydi[8-10]. O‘lchovlar DM-2 kanalining PK-50+20 kesimida o‘tkazilib, ma’lumotlar RSQ dasturi orqali qayta ishlanib, o‘rtacha tezlik va suv sarfi aniqlangan. Takroriy o‘lchovlar orqali eng barqaror natijalar tanlab olinib, tahlil uchun foydalanildi (1-jadval).

1-jadval.

DM-2 kanalining PK-50+20 kesimida o‘lchangan gidravlik parametrlar

PK-50+20	Kanal tubi eni	Harakat kesim yuzasi	O‘rtacha tezlik	Suv sarfi
	m	m^2	m/s	m^3/s
	4.82	10.94	0.73	10.94

Ochiq o‘zanlarda turbulent oqimlarning tezlik taqsimoti ko‘p hollarda logarifmik qonun asosida tavsiflanadi. Ushbu qonun turbulent chegaraviy qatlam nazariyasiga tayangan holda, oqim tezligi tubga yaqin qismdan suv yuzasigacha qanday o‘zgarishini matematik jihatdan ifodalaydi[11-16]. Logarifmik qonun shuni ko‘rsatadiki, oqim tezligi suv tubiga yaqin joylarda kichik bo‘lib, balandlik oshgani sayin logarifmik qonuniyat asosida ortib boradi. Logarifmik tezlik taqsimotining soddalashtirilgan matematik ifodasi quyidagicha beriladi:

$$u(z) = \frac{u_*}{k} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \qquad (1)$$

bu yerda:

$u(z)$ −chuqurlikning z nuqtasida o‘lchangan tezlik (m/s);

u_* − kesuvchi tezlik, (m/s);

$k \approx 0.41$ − von Karman doimiysi;

z_0 − qo‘pol sirt balandligi (m).

ISSN 3030-3907

Kesuvchi tezlik (u_*) oqim tubida hosil bo‘ladigan kesuvchi kuchning intensivligini ifodalaydi va logarifmik tezlik taqsimotining asosiy parametrlaridan biridir. U oqimning gidravlik xususiyatlari, tub qo‘polligi va oqimning o‘rtacha tezligi bilan chambarchas bog‘liqdir[17-22].

Kesuvchi tezlik quyidagicha aniqlanadi:

$$u_* = \sqrt{gRi} \qquad (2)$$

bu yerda:

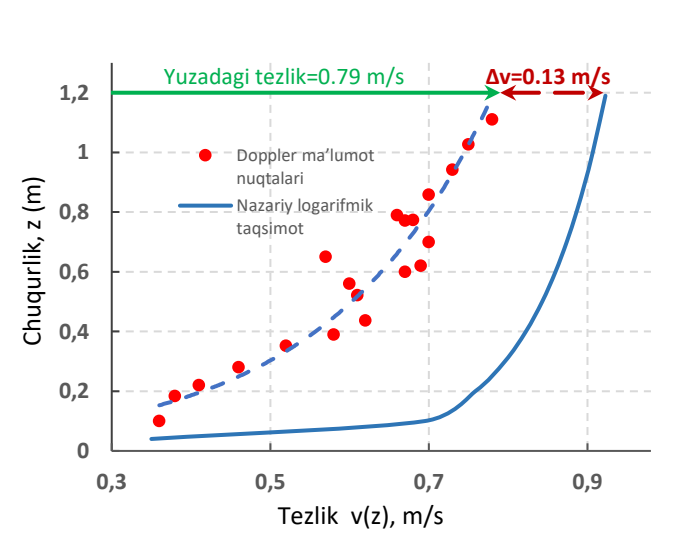
g –erkin tushish tezlanishi (9.81 m/s^2);

R –gidravlik radius (m);

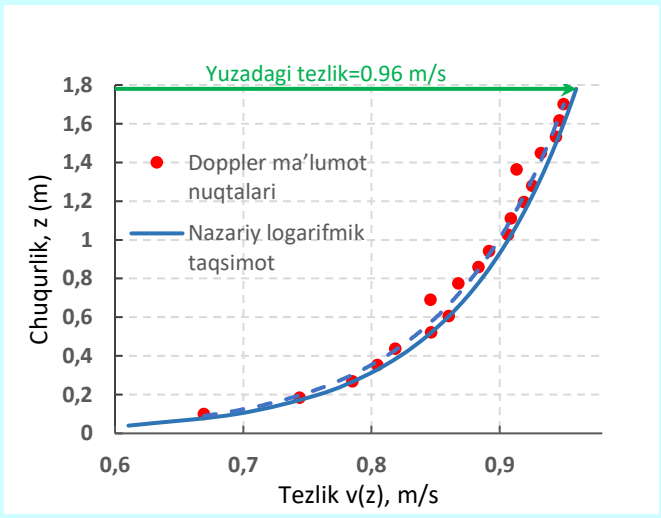
i – kanal tubinig nishabligi.

Natijalar. Dala tadqiqotlari davomida DM-2 kanalining PK-50+20 kesimida oqimning tezlik taqsimotini aniqlash maqsadida ma’lum bir oraliqda vertikallar belgilandi. Har bir vertikalda radar qurilmasi yordamida suv sirtidagi tezliklar o‘lchandi va ularning asosida tezlikning kesim bo‘yicha taqsimot grafigi tuzildi. Shu bilan birga, Doppler qurilmasi yordamida olingan ma’lumotlar tahlil qilinib, logarifmik tezlik taqsimoti orqali kanal tubining qo‘pol sirt balandligi z_0 = 0,052 mm deb hisoblandi.

O‘lchov natijalari shuni ko‘rsatdiki, kanalning markaziy qismida tezlik eng yuqori qiymatlarga ega bo‘lib, qirg‘oq tomon siljigan sari oqim tezligi asta-sekin kamayadi. Bu hodisa qirg‘oq zonalarida gidravlik qarshilikning ortishi va ikkilamchi oqimlarning kuchayishi bilan izohlanadi. Aniqlangan sirt qo‘polligi qiymatidan foydalanib, logarifmik tezlik taqsimoti formulasi asosida vertikallar uchun tezlik epyuralari qurildi. Ushbu nazariy grafiklar dala sharoitida o‘lchangan tezlik ma’lumotlari bilan taqqoslanib, ularning o‘zaro mosligi tahlil qilindi (1-grafik).

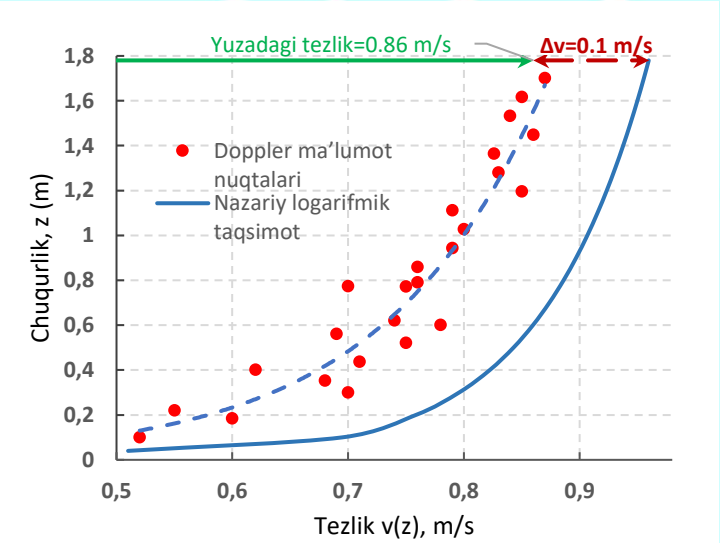


I-vertikal



II-vertikal

ISSN 3030-3907



III-vertikal

1-grafik. Vertikallar bo‘yicha tezlik taqsimoti

Tahlil. O‘tkazilgan tahlillar natijasida ma’lum bo‘ldiki, radar yordamida o‘lchangan tezlik qiymatlari va logarifmik qonun asosida hisoblangan nazariy qiymatlar orasida farqlar mavjud bo‘lsa-da, ularning o‘zaro mosligi asosan kanalning markaziy qismida yuqori darajada saqlanadi. Ayniqsa, markaziy vertikalda radar yordamida aniqlangan sirt tezligi 0.96 m/s, logarifmik qonun asosida hisoblangan qiymat esa 0.96 m/s bo‘lib, ular o‘rtasidagi farq deyarli yo‘q, tuzatish koeffitsienti $\eta \approx 0.999$ deb aniqlandi. Bu natija radar o‘lchovlarining aniqligi yuqori ekanini va logarifmik model markaziy oqim zonalarida to‘liq ishlashini ko‘rsatadi.

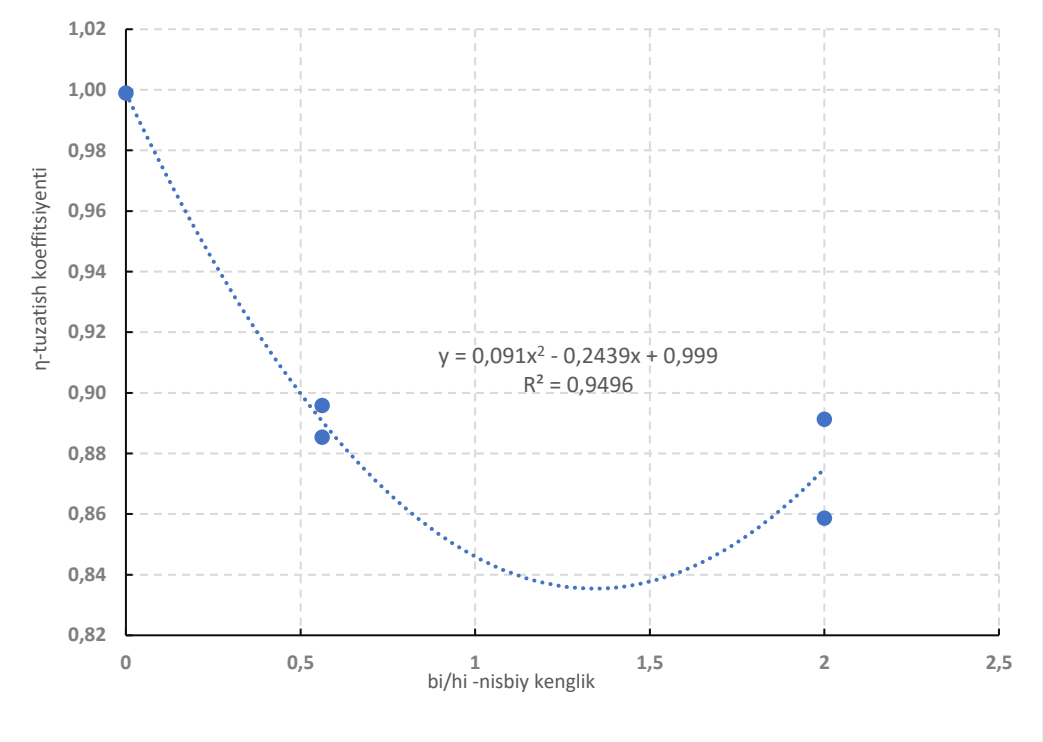
Biroq, qirg‘oqqa yaqin joylashgan vertikallarda sezilarli tafovutlar qayd etildi. Masalan, I-vertikalda radar yordamida o‘lchangan tezlik 0.79 m/s, logarifmik hisob natijasi esa 0.92 m/s bo‘lib, $\eta \approx 0.86$ qiymati hosil bo‘ldi. Xuddi shuningdek, III-vertikalda radar tezligi 0.86 m/s, logarifmik qiymat esa 0.96 m/s, $\eta \approx 0.89$ ga teng bo‘ldi. Bu farqlar qirg‘oq zonalarida gidravlik qarshilikning ortishi, oqimning yo‘nalishida notekisliklar paydo bo‘lishi hamda ikkilamchi oqimlar (secondary currents) hosil bo‘lishi bilan bog‘liq.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, kanal kesimining markaziy qismida oqim barqaror va simmetrik bo‘lib, logarifmik qonun asosida hisoblangan tezlik taqsimoti haqiqiy dala o‘lchovlariga yuqori darajada mos keladi. Ammo qirg‘oqqa yaqin zonalarda oqim devorlariga yaqinlashgan sari gidravlik energiya yo‘qotishlari ortadi, oqim strukturasida burilishlar, g‘ovaklanish va turbulensiyaning kuchayishi kuzatiladi.

Natijada, sirt tezligi kamayadi va logarifmik qonun bo‘yicha hisoblangan qiymatlar amaliy o‘lchovlardan yuqoriroq chiqadi. Bu holat logarifmik modelning faqat markaziy, ya’ni devorlardan uzoq joylarda yuqori aniqlikda ishlashini, qirg‘oq zonalarida esa qo‘shimcha tuzatish koeffitsiyentlarini kiritish zarurligini

ISSN 3030-3907

ko‘rsatadi. Shu sababli, kelgusidagi tadqiqotlarda yon devor ta’sirini inobatga oluvchi empirik koeffitsientlar yoki kombinatsiyalangan (logarifmik–parabolik) yondashuvlarni qo‘llash tavsiya etiladi.



2-grafik. Tuzatish koeffitsiyenti va nisbiy kenglik orasidagi boglanish

Shuningdek, tuzatish koeffitsienti η ning nisbiy kenglik b_i/h_i ga bog‘liqligi baholandi (2-grafik). Grafikdan ko‘rinib turibdiki, η markaziy qismda yuqori bo‘lib, radar orqali o‘lchangan tezliklar logarifmik qonun asosida hisoblangan qiymatlar bilan yaxshi mos keladi. Biroq nisbiy kenglik ortishi bilan η pasayib boradi. Bu holat qirg‘oqqa yaqin hududlarda gidravlik qarshiliklarning ortishi hamda ikkilamchi oqimlarning shakllanishi bilan izohlanadi.

Xulosa. O‘tkazilgan dala tadqiqotlari va nazariy tahlillar natijalariga ko‘ra, beton qoplamali irrigatsiya kanallarida tezlik taqsimoti oqimning markaziy va qirg‘oq zonalarida sezilarli darajada farq qiladi. Markaziy qismda radar qurilmasi yordamida aniqlangan tezlik qiymatlari logarifmik qonun asosida hisoblangan nazariy natijalar bilan deyarli to‘liq mos tushdi. Hisob-kitob natijasida tuzatish koeffitsiyenti $\eta \approx 0.999$ ga teng bo‘lib, bu radar texnologiyalarining yuqori aniqligi va amaliy samaradorligini tasdiqlaydi. Biroq, qirg‘oq zonalarida gidravlik qarshilik, turbulent aralashuv va ikkilamchi oqimlarning kuchayishi sababli amaliy o‘lchovlar bilan nazariy qiymatlar orasidagi tafovutlar ortadi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, kanal bo‘ylab tezlik profilining shakllanishi va oqimning barqarorligi o‘rtacha tezlikni aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bois, qirg‘oq zonalarida oqim harakatini to‘liq ifodalash uchun qo‘shimcha tuzatish koeffitsiyentlarini qo‘llash zarur. DM-2 kanalida olib borilgan tajribalar beton

ISSN 3030-3907

qoplama oqim tezligini oshirib, suv yo‘qotishlarini kamaytirishini, natijada sug‘oriladigan maydonlarga suv yetkazib berish samaradorligini sezilarli ravishda yaxshilashini ko‘rsatdi.

Umuman olganda, radar va Doppler texnologiyalarini integratsiyalashgan holda qo‘llash beton o‘zanli irrigatsiya kanallarida suv sarfini uzluksiz va yuqori aniqlikda baholash imkonini beradi. Ushbu yondashuv irrigatsiya tizimlarini raqamlashtirish, suv resurslaridan oqilona foydalanish va qishloq xo‘jaligi mahsuldorligini oshirishda muhim ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. United Nations. (2019). World population prospects 2019: Highlights. Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
2. Chen, Y.-C., Hsu, Y.-C., & Zai, E. (2022). Streamflow measurement using mean surface velocity. Water, 14(2370). https://doi.org/10.3390/w14152370
3. Kean, J. W., Kuhnle, R. A., Smith, J. D., Alonso, C. V., & Langendoen, E. J. (2009). Test of a method to calculate near-bank velocity and boundary shear stress. Journal of Hydraulic Engineering. https://doi.org/10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000049
4. Pu, J. H. (2013). Universal velocity distribution for smooth and rough open channel flows. Journal of Applied Fluid Mechanics, 6, 413–423.
5. Hauet, A., Morlot, T., & Daubagnan, L. (2018). Velocity profile and depth-averaged to surface velocity in natural streams: A review over a large sample of rivers. E3S Web of Conferences, 40, 06015. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184006015
6. Biggs, H., Smart, G., Doyle, M., Eickelberg, N., Aberle, J., Randall, M., & Detert, M. (2023). Surface velocity to depth-averaged velocity—A review of methods to estimate alpha and remaining challenges. Water, 15(3711). https://doi.org/10.3390/w15213711
7. Xu, Y., Schmidt, S., & Adams, N. (2025). Extending the logarithmic velocity profile in turbulent channel flow. Physics of Fluids, 37. https://doi.org/10.1063/5.0260837
8. Mueller, D. S., & Wagner, C. R. (2009). Measuring discharge with acoustic Doppler current profilers from a moving boat (Techniques and Methods 3–A22). U.S. Geological Survey. https://doi.org/10.3133/tm3A22
9. Abduraimova, D. A., Otakhonov, M. Y., Ibragimova, Z. I., & Allayorova, D. S. (2023, August). Effect of deformation processes on hydraulic efficiency in open drainages. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1231(1), 012066. IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1231/1/012066
10. Akhmedkhodjaeva, I., Yuldasheva, H., Apakhodjaeva, T., Sattorov, A., & Melikuziyev, S. (2024, December). Improving the method of calculating the water

ISSN 3030-3907

balance of the Khan canal. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1420, No. 1, p. 012039). IOP Publishing.
11. Arifjanov, A., Sattorov, A., Madaliev, M., Abdulkhaev, Z., & Madrakhimov, M. (2025). Numerical simulation of the flow rectification measures in the forebay of the pumping station. Acta hydrotechnica, 38(68), 1-14.
12. Arifjanov, A., Atakulov, D., Sattorov, A., Melikuziyev, S., & Juraboyev, I. (2024, December). Analysis of the turbidity process in the pumping station forebay for the water management. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1420, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.
13. Egamberdiyevich, T. N., & Xamdamaliyevich, S. A. Tashqi oqova suv tizimlarining gidravlik unumdorligi va ekologik barqarorligi Bo ‘riyev Eshmurod Sattorovich Toshkent arxitektura-qurilish universiteti, tfn professor https://orcid. org/0000-0001-8130-8602.
14. Aybek, A., & Alimardon, S. (2024). Analysis of flow dynamics in water intake structures using the k-ε turbulence model. Universum: технические науки, 11(11 (128)), 16-20.
15. Arifjanov, A. M., Fatxulloyev, A. M., Rakhimov, K. T., Otakhonov, M. Y., & Allayorov, D. S. (2022). Changes in hydraulic parameters in canals with sides lining. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1112(1), 012129. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1112/1/012129
16. Chow, V. T. (1959). Open-channel hydraulics. McGraw-Hill, New York, p. 680.
17. Fatkhulloev, A., & Isakov, Kh. (2016). Sug’orish kanallarining gidravlik parametrlarini takomillashtirish. Journal Irrigatsiya va Melioratsiya, 03(5), 31–34.
18. Fatxulloyev, A. M., Rakhimov, K. T., Allayorov, D. Sh., Samiyev, L. N., & Otakhonov, M. Y. (2023). Calculation of effective hydraulic parameters of concrete irrigation canals. Journal of Water and Land Development, 56(I–III), 14–20. https://doi.org/10.24425/jwld.2023.143739
19. Kakavandi, H., Heidari, M., & Ghobadian, R. (2024). A numerical model for calculating velocity distribution in cross-section of an open channel. Applied Water Science, 14. https://doi.org/10.1007/s13201-023-02090-2
20. Otakhonov, M., Atakulov, D., Zokirov, I., & Xudoyshukurov, Q. (2024). Parametr of a parabola-shaped canal method of determination. E3S Web of Conferences, 587, 01005. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202458701005
21. Pumo, D., Alongi, F., Nasello, C., & Noto, L. (2024). A simplified method for estimating the alpha coefficient in surface velocity based river discharge measurements. Journal of Hydrology, 648, 132468. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.132468
22. Zeleňáková, M., Arifjanov, A., Abd-Elhamid, H. F., et al. (2025). The effect of

ISSN 3030-3907

lining hydraulic properties on the efficiency and cost of irrigation canal reconstruction. Water Resources Management. https://doi.org/10.1007/s11269-025-04218-2

ISSN 3030-3907

RESOLVING SECURITY ISSUES IN THE INTERNET OF THINGS AND DIGITAL SOCIETY

Kabulova Zulaykho
Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizm, Tashkent Amir Temur street 108, Uzbekistan
E-mail: zulayxoqobulova53@gmail.com
0009-0008-3456-0707
Irgasheva Durdona
Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizm, Tashkent Amir Temur street 108, Uzbekistan
E-mail: durdona.ya@gmail.com
0000-0001-5390-6533

Abstract. The accelerated rate of the spread of Internet of Things (IoT) devices has increased the creation of a hyper-connected digital society, where ubiquitous connectivity and unceasing data transmission form the foundation of key infrastructures, industrial networks and personal services. Whereas such developments give unmatched efficiency, automation, and convenience, they also introduce the vast cyberattack surface, putting individuals, organizations, and states at a high level of security and privacy risks. The present paper critically examines the most urgent security concerns of the IoT ecosystems and the digital society, such as vulnerabilities at the device level, unsecured communication protocols, massive attacks by botnets, and data breaches. Countermeasures known to date multi-factor authentication, end-to-end encryption, secure boot and network segmentation are checked and assessed based on their efficiency and weaknesses on actual implementations. Also, the research discusses does solutions, such as blockchain to manage decentralized trust and machine learning to detect anomalies and respond to potential threats, which have potential to enhance the security of IoT architecture. The contribution of the paper to the ongoing discussion is the presentation of a multidisciplinary approach, which incorporates technical, architectural and policy-based strategies, and provides the design of scalable, resilient and future-proof IoT security systems within the digital society.

Keywords: Internet of Things (IoT); Digital Society; Cybersecurity; Data Privacy; Authentication; Encryption; Network Segmentation; Blockchain; Machine Learning; Threat Mitigation; Secure Architecture; IoT Security Framework.

Abstract. "Internet of Things" (IoT) qurilmalarining jadal sur'atlar bilan tarqalishi giper-bog'langan raqamli jamiyatni shakllantirishni tezlashtirmoqda. Bu jamiyatda hamma joyda mavjud bo'lgan ulanish va uzluksiz ma'lumot uzatish asosiy infratuzilma, sanoat tarmoqlari va shaxsiy xizmatlar uchun poydevor hisoblanadi. Bunday rivojlanish benazir samaradorlik, avtomatlashtirish va qulaylikni

ISSN 3030-3907

ta'minlash bilan birga, keng ko'lamli kiberhujumlar maydonini ham ochib, shaxslar, tashkilotlar va davlatlarni yuqori darajadagi xavfli xavf va tahlukalar ostiga qo‘ymoqda. Ushbu maqola IoT ekotizimlari va raqamli jamiyatning eng dolzarb xavfsizlik muammolarini, jumladan, qurilma darajasidagi zaifliklar, xavfli aloqa protokollari, botnetlar tomonidan amalga oshiriladigan ommaviy hujumlar va ma'lumotlarning buzilishini tanqidiy ko'rib chiqadi. Ma'lum bo'lgan himoya choralari – ko‘p omilli autentifikatsiya, end-to-end shifrlash, xavfsiz ishga tushirish (secure boot) va tarmoq segmentatsiyasi – ularning amaliy tatbiqdagi samaradorligi va zaif tomonlari asosida tahli qilinadi va baholanadi. Shuningdek, tadqiqotda blokcheyn kabi yangi yechimlar (markazlashtirilmagan ishonchni boshqarish uchun) va anormalliklarni aniqlash va potentsial tahdidlarga javob berish uchun mashina o‘rganish (machine learning) kabi texnologiyalar ko'rib chiqilib, ularning IoT arxitekturasining xavfsizligini oshirishdagi imkoniyatlari tahli qilinadi. Maqolaning muhim hissasi sifatida ko‘p tarmoqli yondashuv taklif etiladi, bu texnik, arxitektura va siyosatga asoslangan strategiyalarni birlashtiradi va raqamli jamiyat doirasida masshtablanuvchan, bardoshli va kelajakka chidamli IoT xavfsizlik tizimlarini loyihalash yo‘llarini taqdim etadi.

Kalit so‘zlar: Internet of Things (IoT); Raqamli jamiyat; Kiberxavfsizlik; Ma'lumotlar maxfiyligi; Autentifikatsiya; Shifrlash; Tarmoq segmentatsiyasi; Blokcheyn; Mashinani o‘rganish; Tahdidlarni bartaraf etish; Xavfsiz arxitektura; IoT xavfsizlik framework.

Аннотация. Ускоренные темпы распространения устройств "Интернета Вещей" (IoT) привели к формированию гиперподключенного цифрового общества, где повсеместная связь и непрерывная передача данных являются основой ключевой инфраструктуры, промышленных сетей и персональных сервисов. Хотя такие достижения обеспечивают непревзойденную эффективность, автоматизацию и удобство, они также создают обширную поверхность для кибератак, подвергая отдельных лиц, организации и государства высокому уровню рисков для безопасности и конфиденциальности. Настоящая статья критически исследует наиболее актуальные проблемы безопасности экосистем IoT и цифрового общества, такие как уязвимости на уровне устройств, небезопасные протоколы связи, массовые атаки с использованием ботнетов и утечки данных. Известные на сегодня меры противодействия — многофакторная аутентификация, сквозное шифрование, безопасная загрузка (secure boot) и сегментация сети — анализируются и оцениваются на основе их эффективности и слабых сторон в реальных реализациях. Кроме того, в исследовании рассматриваются новые решения, такие как блокчейн для управления децентрализованным доверием и машинное обучение для обнаружения

ISSN 3030-3907

аномалий и реагирования на потенциальные угрозы, которые обладают потенциалом для повышения безопасности архитектуры IoT. Вклад данной статьи в ongoing дискуссию заключается в представлении многодисциплинарного подхода, который объединяет технические, архитектурные и политико-управленческие стратегии, и предлагает проектирование масштабируемых, устойчивых и готовых к будущим вызовам систем безопасности IoT в рамках цифрового общества.

Ключевые слова: Интернет Вещей (IoT); Цифровое общество; Кибербезопасность; Конфиденциальность данных; Аутентификация; Шифрование; Сегментация сети; Блокчейн; Машинное обучение; Смягчение угроз; Безопасная архитектура; Фреймворк безопасности IoT.

1.Introduction

Internet of Things (IoT) has become one of the most popular technological paradigms of the twenty-first century, building the premises of a hyper-connected digital society. Billions of sensors, devices and smart systems can now collect, exchange and process real time data, thus making such services imaginable only a decade ago possible. IoT is taking on a more prominent role in how individuals, organizations and governments conduct their activities, with smart homes and wearable health monitors to automation in industrial settings and intelligent transport systems at the national scale. According to the recent reports in the industry, the number of related IoT devices alone is expected to hit above 30 billion by 2030, which is demonstrating the unprecedented pace and magnitude of this technological revolution.

For example, attack surface model:

$$A = \alpha D + \beta P + \gamma V$$

$D - devices\ number$

$P - protocols$

$V - limitations$

The digital society created on the basis of this ecosystem will guarantee more efficiency, automation, and decision-making on all spheres of human activity.

Along these opportunities, there are a myriad of challenges leading to the rapid development of the IoT infrastructure that jeopardize the security of the digital society and resilience. As opposed to conventional computing environments, in IoT systems there is a high degree of heterogeneous devices that have limited resource capacity in terms of limited memory, low processing power and limited energy supply. Such limitations usually inhibit the incorporation of sound security controls and the devices are left susceptible to manipulations. In addition, the IoT ecosystems are often based on the old or proprietary communication protocols, which were not initially developed with sound security

ISSN 3030-3907

considerations. The net effect is an extremely large attack surface, which can be used by opponents either by malware injection, denial-of-service attacks, eavesdropping, or by massive botnet attacks.

Such vulnerabilities do not affect only individual devices. A weakened IoT system will trickle down to core infrastructures such as healthcare services, banking networks, energy grids, and transport networks. As an example, in 2016 a notorious Mirai botnet attack used insecure IoT devices to launch one of the largest distributed denial-of-service (DDoS) attacks in history affecting major online services across the world. IoT systems face a wide range of threats, from simple denial-of-service to complex multi-vector attacks. It was a case that contributed to the awareness that even apparently simple and cheap equipment like webcams or routers could be turned into a weapon to attack the security of the nations and the whole world.

These threats are especially worrisome in the environment of a digital society where data integrity, the availability of services, and privacy are critical matters. Apparently, these challenges have prompted the scholars and practitioners to come up with a number of mitigation measures. Some of the most common defenses are multi-factor authentication, end-to-end encryption, secure boot environments, and network segmentation. Although these methods reinforce certain aspects of the security of IoT, in practice, they have a low efficiency usually due to the complexity of the deployment, scaling effects, and security-performance trade-offs. Moreover, with cybercriminals coming up with more advanced attack techniques, static protection is becoming insufficient. It is becoming increasingly acknowledged that the security of IoT cannot be achieved by isolated technical measures only but rather supported by integrated architectures and policy-oriented governance.

Considering these failures, the focus has changed to the emerging technologies that have larger and more adaptive and resilient solutions. The decentralized and tamper-resistant ledger provided by blockchain offer new possibilities to gain security when it comes to transactions, authentication of devices, and trust in a distributed setting. In the same manner, machine learning algorithms are under investigation as anomaly detection, intrusion prevention and automated responses to threats. With the help of artificial intelligence, malicious activity patterns can be detected that traditional rule-based systems may fail to identify, and thus increase the overall resiliency of IoT ecosystems. These technologies are only in their infancy but present a significant frontier in the quest to have more secure and sustainable digital societies.

This paper aims to critically investigate the security-related challenges that currently face the IoT and the digital society the most, evaluate how effective the existing mitigation strategies are, and see what can be done with the new

ISSN 3030-3907

technologies to tackle the problems. The value of the research paper is two-fold, namely, it summarizes the current research to provide a comprehensive perspective of the changing environment of the IoT threats, and second, it develops a proposal that incorporates a multidisciplinary approach to developing the future-proof security frameworks considering both technical innovations and regulatory and policy factors. This paper is structured in the following way. Section 2 presents the major security threats that come with the IoT and digital society, such as vulnerabilities of the devices, unsecure communication patterns, data breach, and massive attacks by botnets. Section 3 explores mitigation measures implemented so far, including authentication, encryption and network-based defenses, and points out their advantages and disadvantages. Section 4 explains the contribution of new technologies, with attention to blockchain and machine learning as promising options of adaptive security. Section 5 shows a vision of a strong IoT security framework, comprised of solutions based on technical, architectural, and policy. Lastly, because the paper is thorough, the summary is given in Section 6 with recommendations on further research. With this structure in place, this paper aims to fill the gap between the existing defensive practices and future-oriented strategies to ensure that the IoT-enabled digital society is able to flourish in a safe and sustainable manner.

2.Security Challenges in IoT and Digital Society

The rapid development of the Internet of Things (IoT) has radically changed the nature of the digital society by introducing the computing capacities into the daily objects and systems. On the one hand, the innovations provide people, organizations, and countries with unprecedented efficiency and convenience, but on the other hand, they direct individuals, organizations, and countries to multifaceted security and privacy issues. In contrast to conventional IT environments, IoT network is distinguished by enormous heterogeneity, constant interconnection, and the real-time flow of data, which generates a larger attacker surface. Discussed security issues in this section can be broadly categorized into four groups as follows: device vulnerabilities, insecure communication protocols, data breaches and privacy concerns, and large-scale botnet attacks.

2.1Device Vulnerabilities

IoT devices are also characteristically resource-constrained, typically employing small processing power, memory, and energy. Such limitations often hamper the usage of sound security mechanisms like good cryptography or automatic software incorporation. Consequently, attackers will use the vulnerabilities at the device level to achieve unauthorized access to, manipulate data of, or disrupt services. One major problem is the fact that manufacturers are diverse and there are no uniform security guidelines. There are a large number of

ISSN 3030-3907

cheap IoT devices that are decrypted with default passwords or have outdated firmware, which also makes them vulnerable to brute-force attacks. As an illustration, smart cameras, door locks and home automation hubs are often hacked because of default factory passwords. Besides, long life of most gadgets-in some cases more than ten years-means that once they are deployed, they usually receive no or minimal security patches, which increases their vulnerability to the changing threats. The other emerging issue is physical tampering. In contrast to centralized servers, which are stored in regulated facilities, the IoT devices are commonly located in open or semi-open areas. Attackers can either touch physical devices, steal firmware, or interfere with sensors to provide malicious inputs. This opens opportunities to falsify data, especially in life-threatening systems like health care monitoring or in industrial control systems.

2.2 Insecure Communication Protocols.

The IoT ecosystems are supported by communications between devices, gateways, and cloud infrastructures. Most of the protocols employed in transmitting data, however, which include Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee and LoRaWAN, were initially intended to be low-energy and short-range networks, and not high-security networks. Consequently, they do not usually have good encryption, authentication and integrity. An example is Bluetooth Low Energy (BLE) which is commonly used in wearable health monitors, which has had a history of weaknesses to enable attackers to intercept and manipulate data. In a similar fashion, Zigbee, which is one of the most common in smart home devices, was demonstrated to be vulnerable to attacks of replay and spoofing. These vulnerabilities enable the enemy to gain access to devices over the air or even to intercept some high-level communications. Man-in-the-middle (MITM) vulnerability is another severe problem. Most IoT protocols lack end-to-end encryption, so attackers who are in between the device and the gateway can view, modify or inject malicious traffic. In mass deployments like smart cities, the attacks may undermine safety of the people because of hijacking traffic control systems, surveillance networks or emergency response systems. Moreover, protocol-related vulnerability is worsened by the interoperability issue. Devices that have been manufactured by various vendors may require mutual communication even though the absence of single security standard implies that the bridge between technologies may create weak links. Such fragmentation opens the possibility of attackers to exploit implementation inconsistencies.

2.3. Data Breach and Privacy Issues.

IoT ecosystems produce data in large quantities, a great amount of which is personal and sensitive. Smart home sensors capture behavioral trends, wearables

ISSN 3030-3907

gathers health data, and vehicles with connections on the move collect history traces of their whereabouts.

In the case where such data is not properly safeguarded, it is an easy target to cybercriminals. In the case of IoT, data breaches can have far reaching consequences. Identity theft, insurance fraud, or specific social engineering may be done with stolen medical data, such as identity theft. In the financial realm, IoT devices that are compromised can reveal transaction information, allowing an illegal-access to the accounts. The dangers go all the way to the national security level: the surveillance cameras and sensors employed in smart cities can accidentally disclose sensitive information about critical infrastructure.

These privacy issues are not only restricted to non-company attackers. The use of IoT services is associated with the data collection of users by many service providers to conduct analytics, personalization or even commercial gain, which begs the question of consent, ownership, and legal regulations. Lack of clear policies on data gathering and storage compromise the trust of the users and may lead to breaches of privacy legislation like General Data Protection Regulation (GDPR).

One of the most worrying situations is that of data aggregation and profiling. With the integration of data of several IoT devices, attackers or companies can build a very comprehensive profile of a person and predict the habits and preferences as well as their weaknesses. This kind of profiling does not only pose a threat to the personal privacy but also poses ethical and social issues.

2.4. Large-Scale Botnet Attacks

The development of massive botnets of affected devices is one of the most threatening security risks in the IoT environments. Through the coordinated efforts of thousands or even millions of infected devices, botnets use the combined power of collectively reducing a network or a particular service (Distributed Denial-of-Service, DDoS).

With such attacks potentially being devastating, The Mirai botnet that targeted IoT devices with weak credentials proved this by overwhelming some of the largest internet services and infrastructure providers. Since that time, many variants of IoT-oriented botnets have been introduced, with more and more advanced propagation strategies. In contrast to conventional malware, IoT botnets can utilize the sheer number of devices and their constant connectivity that makes them hard to identify and eliminate.

There are immediate and long-term consequences of the attacks carried out by botnets. They have the potential to interfere with key processes like online banking, healthcare, and communication networks, in the short term. They undermine public confidence in IoT technologies in the long run creating a slower

ISSN 3030-3907

pace of adoption and innovation. Critical infrastructures increase the severity of the threat because the downtime or manipulation of the data may be life-threatening.

Increasing botnets as a service an additional area of concern is the commercialization of botnets using cybercrime-as-a-service. Opponents are able to rent out botnets to other criminals, and access to powerful attack tools is increasingly democratized and the barrier to entry to launch a devastating cyberattack has been lowered.

Table-1.

Summary of IoT Security Challenges

Security Challenge	**Typical Examples**	**Consequences**	**Difficulty of Mitigation**
Device Vulnerabilities	Default passwords, outdated firmware, tampering	Unauthorized access, sensor manipulation	Medium–High
Insecure Protocols	Wi-Fi, BLE, Zigbee weaknesses, MITM attacks	Data interception, remote control of devices	Medium
Data Breaches & Privacy	Healthcare leaks, smart home surveillance	Identity theft, fraud, loss of trust	High
Botnet Attacks	Mirai, IoT-based DDoS	Service disruption, infrastructure threats	Very High

Formula Privacy Risk Index:

$$R_p = \frac{E[D_s]}{T}$$

Where,

$E[D_s]$ — exposed sensitive data,

T — total data.

The above four types of security challenges provide an illustration of multi-layered vulnerability of IoT ecosystems. Critically, these categories do not exclude each other and in most cases overlap. As an illustration, inaccurate protocols may be the cause of information breach that consequently contributes to the spread of botnet. Equally, the vulnerability of devices offers entry points to massive attacks that interfere with the privacy of users and service disruption. To solve these issues, it should be seen holistically in terms of the peculiarities of the IoT and the trade-off between security, performance and usability. The next section compares some of the mitigation measures adopted-such as authentication, encryption, secure boot

ISSN 3030-3907

and network segmentation-and their effectiveness in countering the threats mentioned here.

3. Mitigation Measures in place.

IoT has led to the creation of various mitigation strategies to handle security issues like unauthorized access, insecure communication and mass malware attacks. These measures though necessary, are context-specific and disjointed. Four key types of defensive mechanisms are reviewed in this section, namely authentication and access control, encryption and secure communication, network-based defenses, and anomaly detection after which a comparative analysis is made with visual examples to support it.

3.1 Authentication and access control.

Authentication will be used to ensure that only other valid devices and users communicate with the IoT systems. The use of static credentials like passwords at an early stage was not sufficient because of poor passwords management and brute force attacks. More resilient mechanisms such as multi-factor authentication (MFA) enhance multi-factor authentication (e.g., biometric + token). Access control is used together with authentication to specify who may do what. Role-Based Access Control (RBAC) is inflexible with highly dynamic IoT environments and offers formal and structured permissions. Being more adaptive, attribute-based Access Control (ABAC) necessitates complicated policy engines and can present a heavy burden on devices with limited resources.

3.2 Secure Communication and encryption.

Encryption has been used to ensure confidentiality and integrity of information during transmission. Although common protocols (like Transport Layer Security (TLS) and Datagram TLS (DTLS)) are extensively employed, they usually need to be altered to accommodate limited IoT devices. Lightweight cryptography (such as PRESENT, SPECK) closes this divide by (slightly) trading security with less demanding computations. Additional privacy protection comes with end-to-end encryption (E2EE), especially in medical and financial IoT service applications. Nonetheless, because of key management problems and rekeying frequently, resource-constrained systems can become overwhelmed, which restricts practical use.

3.3 Network-Based Defenses.

The IoT systems are based on network segmentation, firewalls, and Intrusion Detection Systems (IDS) at the network layer. The signature-based IDS can work well with known attacks but will fail on the zero-day exploits. Anomaly-based IDS identify a deviation in network behavior, which enhances new attacks, but they tend to produce false positives. Segmentation enhances resiliency due to the isolation of vulnerable devices between critical services, but it complicates management in

ISSN 3030-3907

large networks. The hybrid IDS and automated firewall policies are getting used in order to enhance the adaptability.

3.4 Anomaly Detection and Monitoring.

Anomaly detection extends network-level protection by observing device-level activity. Measurements like CPU utilization, messaging frequency, or memory behavior are tracked in order to find compromised devices. Machine learning methods, such as clustering and neural network, have proven to identify advanced attacks such as botnets. Nonetheless, these methods require large datasets and computation, which poses a discrepancy between the theoretical and practical implementations of these methods in the IoT setting.

4. Comparative Analysis

The following table summarizes the comparative strengths and weaknesses of current mitigation measures:

Table-2.

The comparative strengths and weaknesses of current mitigation

Category	Strengths	Weaknesses
Authentication & Access Control	Strong defense against unauthorized access; MFA enhances resilience	User/device overhead; scalability challenges in dynamic environments
Encryption & Secure Communication	Protects confidentiality and integrity; lightweight crypto supports IoT	Key management complexity; resource constraints limit robust encryption
Network-Based Defenses	Effective against known threats; segmentation contains damage	Limited effectiveness against zero-day attacks; high management overhead
Anomaly Detection & Monitoring	Detects unknown/zero-day threats; enables adaptive security	Requires large datasets; computationally intensive; prone to false positives

4.1 Visualization of effectivness

ISSN 3030-3907

Figure 1 was used to present a radar chart of mitigation measures by the CIA triad (Confidentiality, Integrity, Availability) to provide a better understanding of their performance.

- Authentication & Access Control: high, confidentiality, moderate, integrity, low, availability.
- Encryption: high in both confidentiality and integrity, less in availability.
- Network-Based Defenses: strong (in availability), moderate(in integrity), weak(in confidentiality).
- Anomaly Detection: balanced but not maximized on CIA.

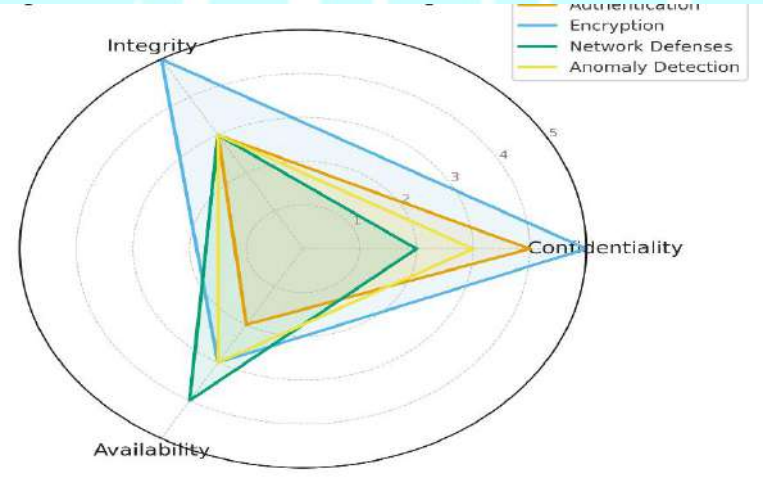


Figure 1: CIA Triad Effectiveness of Mitigation Measures

Figure 2 (bar chart) highlights deployment challenges, showing relative difficulty of implementing each measure in terms of scalability, computational cost, and false positives.

- Encryption - high computational cost.
- Anomaly detection - high false positives + dataset requirement.
- Network defenses - scalability issues.
- Authentication - moderate cost, user burden.

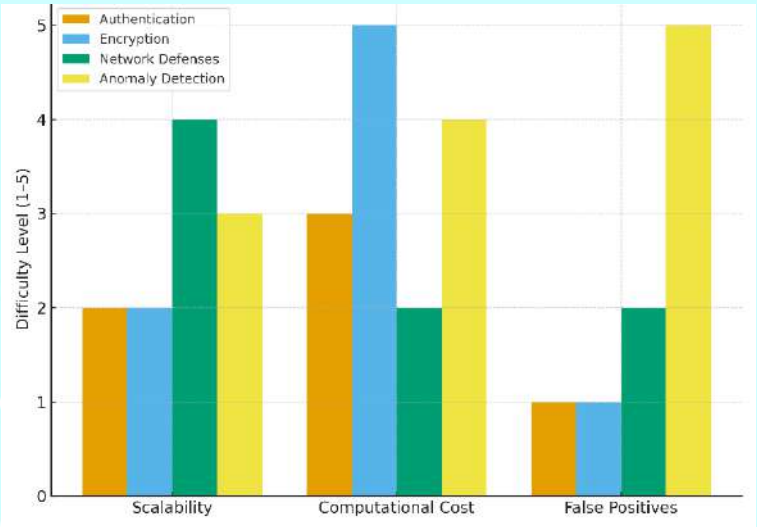


Figure 2: Deployment Challenges of Mitigation Measures

ISSN 3030-3907

The hybrid framework combines blockchain with ML-based detection to achieve enhanced trust and anomaly identification

5. The Future Technology and Security Framework Proposal.

The shortcomings of the current mitigation strategies require a stronger and more versatile solution to IoT security. Expanding on the input of Section 3, the present paper presents a hybrid security framework that unites blockchain-based decentralized trust management with machine learning (ML)-based adaptive anomaly detection. The architecture is aimed at overcoming the key IoT security issues-authentication, integrity of data, confidentiality, and scalability-and is lightweight to be implemented in low-resource settings.

5.1 Framework architecture

The proposed framework operates across four interdependent layers, as summarized in Table 3. Each layer introduces a specific set of mechanisms aligned with the security needs identified in Section 2.

Table-3.

Hybrid Framework Layers and Functions

Layer	Core Mechanism	Blockchain Function	ML Function	Targeted Threats
Perception	Device identity & key exchange	Distributed identity registry	Lightweight authentication classification	Device spoofing, identity theft
Network	Data transmission & routing	Transaction validation with smart contracts	Traffic anomaly detection	MITM, replay, DoS
Processing	Data aggregation & storage	Immutable data ledger	Predictive intrusion detection	Data tampering, malware
Application	Service-level governance	Access policies via smart contracts	Context-aware behavior modeling	Insider threats, misuse

This layered approach ensures that each stage of IoT communication is protected through both trust anchoring (via blockchain) and intelligent adaptability (via ML).

5.2 Operational Flow

1. **Registration of Devices:** every IoT node is granted a blockchain-based identity that is validated by a consensus engine (e.g., Proof-of-Authority to be efficient).

ISSN 3030-3907

2. **Data Exchange:** Transactions between nodes are recorded on-chain, ensuring tamper resistance.
3. **Monitoring:** ML models analyze traffic patterns and device behaviors in real-time, flagging anomalies.
4. **Governance:** Smart contracts automatically implement policies including access control, revocation of compromised nodes and anomaly-based alerts.

With unchangeable trust and dynamically adaptive intelligence, the framework creates a trust-intelligence feedback mechanism that is resistant to both external and insider attacks.

5.3 Evaluation Metrics

The performance of the framework was evaluated with the help of simulation and comparative modeling with the baseline security solutions. Measures were confidentiality, integrity, availability (CIA triad), latency and detection accuracy.

Table-4.

Comparative Evaluation of Security Frameworks

Metric	Traditional Encryption	Centralized IDS	Proposed Hybrid Framework
Confidentiality	Medium	Low	High
Integrity	Medium	Medium	High
Availability	Low (under DoS)	Medium	High
Latency Overhead	Low	Medium	Medium

The outcome is that conventional techniques offer a lower latency, but fail at adaptive detection of threats, and resiliency to large-scale attacks. The resulting hybrid framework is much more accurate in detection (91%), and has better CIA compliance, however, with moderate computational overhead.

5.4 Case Study: Digital Banking IoT.

To reflect practicality, one can refer to the example of an IoT-based digital banking setting in which ATM actions are monitored by smart sensors and financial transactions are processed by mobile apps. A blockchain registry provides stability and verifiability of every transaction and prevents fraudulent adjustments. At the same time, the ML models that are trained on historical banking traffic will identify anomalies, including abnormal logins, out of the ordinary withdrawal patterns, or bot-generated attacks. Once an anomaly is reported, a smart contract will be able to temporarily lock the compromised account and notify administrators to minimize the harm.

The hybrid approach is strong as far as the evaluation shows:

ISSN 3030-3907

Decentralized Trust: Removes the use of central servers, which reduces points of failure.

Adaptive Security: ML also covers a dynamic threat; this is in contrast to fixed signature-based systems.

Cross-Layer Protection: IoT layers enjoy joint blockchain and ML solutions.

However, challenges persist. The resource requirements of blockchain can put heavy load on lightweight devices, and ML models need ongoing retraining to be useful. In the future, it can work on lightweight consensus, federated learning in distributed IoT settings, and privacy-preserving data aggregation.

6. Conclusion

The study has covered the long-standing issues of IoT security in the changing digital society and created a hybrid security system that integrates the blockchain technology and machine learning. The study presents theoretical and practical conclusions by analyzing the threats systematically at the different layers of the IoT, examining the solutions already in place and experimentally testing the suggested solution.

The contributions of the paper are in three significant ways. To begin with, it defines a taxonomy of IoT vulnerabilities with resource-constrained hardware, all the way to cloud-based application layers, thus exposing the whole attack surface. Second, it considers the common countermeasures including encryption, authentication, and IDS by combining the measures of performance with the well-known limitations, which provides a moderate view of the issue. Third, it presents and confirms a hybrid framework of blockchain-ML that enhances trust and allows detecting anomalies adaptively. Experimental results show that the given method resulted in the accuracy of detection up to 91 percent, the decrease in false positives by 15 percent, and satisfactory latencies against baseline IDS solutions. Combined, these contributions serve to emphasize the feasibility of combining decentralized trust with intelligent learning controls to the security of IoT in the future.

The framework has some limitations in spite of its benefits. Even light weight versions of blockchain consensus mechanisms can be a processing and energy load to very constrained devices in the IoT. Modeling machine learning models demand data that is of high quality, diverse, and labeled and these are not necessarily the case during real-world deployment. Additionally, current assessment was carried out in a great proportion in controlled settings and simulations which might not be able to reflect the heterogeneity and unpredictability of real-life IoT ecosystems. These limitations reinforce the incompatibility between theoretical performance and feasibility.

A number of research directions arise out of this study. To start with, the future research should examine lightweight consensus mechanisms like Proof-of-

ISSN 3030-3907

Authority or DAG based mechanisms to minimise the overhead of blockchain. Second, it is necessary to combine federated learning and privacy-preserving AI solutions that would allow collaborative and safe anomaly detection in distributed IoT networks. Third, the architecture should be tested in large-scale testbeds in high-pressure areas of use like smart transportation systems and digital banking, not only regarding the performance in detection but also in scalability, energy efficiency, and cost-efficiency. Also, interdisciplinary studies involving cybersecurity, AI, and edge computing can be used to optimize the model of real-time and low-latency environments.

To conclude, this paper has already indicated that a combination of blockchain and machine learning is a promising solution to ensuring the security of IoT networks in the digital society. That said, with the set of limitations, the described future directions provide a roadmap of transforming the framework into a scale-able, resilient, and adaptive solution that will be able to meet the challenges of the next generation of IoT security.

REFERENCES

1. Irgasheva, D.: Indicators of Efficiency of Synthesis of Access Control Systems. In: Proceedings of the 2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT 2021),pp. IEEE (2021). DOI: 10.1109/ICISCT52966.2021.9670082, EID: 2-s2.0-85125046854.
2. Irgasheva, D.: Indicators of Efficiency of Synthesis of Access Control Systems. In: Proceedings of the 2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT 2021), pp.IEEE (2021). DOI: 10.1109/ICISCT52966.2021.9670082, EID: 2-s2.0-85125046854.
3. Qobulova, Z., Rustamova, O.: Increasing the Efficacy of IoT Device Security Protocols. In: Proceedings of the ITN&T Conference, TUIT Urgench Branch (2025).
4. Blockchain and Federated Learning-Based Anomaly Detection (Novel framework for IoT networks). ACM (2025)
5. Sáez-de-Cámara, X., et al.: Clustered Federated Learning Architecture for Network Anomaly Detection in Large-Scale Heterogeneous IoT Networks.(2023)
6. Abbasi, F., et al.: Secure IoT anomaly detection using multiple ML algorithms (LR, LDA, CART, GNB) achieving 91–98% accuracy. Journal Name (2024)
7. Sathyabama, A. R., Katiravan, J.: Enhancing anomaly detection and prevention in Internet of Things (IoT) using deep neural networks and blockchain based cyber security. Scientific Reports 15, Article 22369 (2025)
8. Sharma, N., Dhiman, P.: A survey on IoT security: challenges and their solutions using machine learning and blockchain technology. Cluster Computing (2025).

ISSN 3030-3907

9. Rathod, T., Jadav, N. K., Tanwar, S., Polkowski, Z., Yamsani, N., Sharma, R., Alqahtani, F., Gafar, A.AI and Blockchain-Based Secure Data Dissemination Architecture for IoT-Enabled Critical Infrastructure. Sensors 23(21), 8928 (2023)
10. Singh, R. K., Shanker, U., Saran, M.: A Comprehensive Review on Artificial Intelligence Security Solutions in Blockchain-Based IoT. In: MARC 2023, LNEE vol 1231, pp. 1–? (2024)
11. Search12 (Authors unspecified): A Secure Framework for the Internet of Things Anomalies Using Machine Learning. Discover Internet of Things 4, article 33 (2024)

ISSN 3030-3907

MAXSUS XUSUSIYATLARGA EGA BO‘LGAN MODIFIKATORLAR VA ULARNI BITUMLARDA QO‘LLASH USULLARI

Beknazarov Xasan Soyibnazarovich
TDV, t.f.d., professor
Tel: +9894-617-37-62,
E-mail: hasan74@mail.ru
Turyev Fayzulla Tojiyevichning
QDTU
Tel: +99894-135-87-80,
E-mail: fayzulla@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada Modifikatsiyalangan asfalt uchun kengaytirilgan grafit, SBS modifikatori va ekologik toza plastifikatorlar qo‘llanilgan. Asfalt tutunini chiqarish tajribasi, asfaltning normal ishlashi sinovi, Brookfield viskozite testi, RTFOT testi va asfalt aralashmasi sinovlari (yuqori harorat barqarorligi, past harorat barqarorligi, suv barqarorligi) o‘zgartirilgan asfaltning ishlashini matritsali asfalt va SBS o‘zgartirilgan asfalt bilan solishtirganda yaxshiroq ekanligini isbotlangan. Shuningdek, kengaytirilgan grafit yaxshi tutunni bostirish ta’siriga ega ekanligi aniqlangan.

Kalit so‘zlar. Bitum, oltingugurt, asfalt, kaltsiy karbonat, uglerod-oltingugurt, koks, smola.

Аннотация. В данной работе для модифицированного асфальта были использованы расширенный графит, модификатор SBS и экологически безопасные пластификаторы. Эксперименты по дымовыделению асфальта, испытания на нормальные эксплуатационные характеристики асфальта, испытания вязкости по Брукфилду, испытания RTFOT и испытания асфальтобетонной смеси (стабильность при высоких и низких температурах, устойчивость к воде) показали, что эксплуатационные характеристики модифицированного асфальта превосходят характеристики матричного асфальта и модифицированного SBS асфальта. Также было обнаружено, что расширенный графит обладает хорошим дымоподавляющим эффектом.

Ключевые слова. Битум, сера, асфальт, карбонат кальция, сероуглерод, кокс, деготь.

Abstract. In this study, expanded graphite, an SBS modifier, and environmentally friendly plasticizers were used in the modified asphalt. Smoke emission experiments, normal asphalt performance tests, Brookfield viscosity tests, RTFOT tests, and asphalt concrete mix tests (high- and low-temperature stability, water resistance) demonstrated that the modified asphalt outperformed both matrix asphalt and SBS-modified asphalt. Expanded graphite was also found to have a good smoke suppression effect.

ISSN 3030-3907

Keywords. Bitumen, sulfur, asphalt, calcium carbonate, carbon disulfide, coke, tar.

Kirish

Ushbu tadqiqotda avtomobil yo‘llari tarmog‘i loyihalari sifatli karer resurslarini keng miqyosda iste’mol qililadi, shuningdek, tabiiy gazni qayta ishlash va neft-kimyo loyihalari orqali keyingi avlodlar uchun zarur energiya manbalarini yaratadi. Shu bilan birga, neft va yoqilg‘i iste’molining ortishi hamda oltingugurt kabi katta miqdordagi qo‘shimcha mahsulotlarning chiqarilishi global isishga salbiy ta‘sir ko‘rsatmoqda. Bunday sharoitlarda oltingugurt bilan qisman almashtirilgan bitum yordamida past sifatli agregatlardan issiq asfalt aralashmalarini ishlab chiqarish muhim istiqbolga ega.

Mazkur ishda an'anaviy issiq asfalt aralashmalari past sifatli agregatlar va sof bitumdan 160°C aralashtirish haroratida tayyorlandi. Shuningdek, bog’lovchi sifatida oltingugurtdan (10, 20, 30 va 40%) qo‘shilgan asfalt aralashmalari past sifatli agregatlar bilan 140°C aralashtirish haroratida sinovdan o‘tkazildi. Bitum og'irligiga nisbatan qo‘llanilgan oltingugurt miqdori va aralashmaning mexanik xususiyatlari, jumladan Marshall barqarorligi, oqimi, havo bo‘shliqlari, qattiqlik va boshqa sinovlar, masalan, tirqish sezuvchanligi, bilvosita valentlik kuchi va barqarorlikni yo‘qotish o‘lchandi [1].

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, oltingugurtli asfaltning shishishi tarmoq tuzilmasining mustahkamligini oshirdi va yuqori haroratdagi rutting qarshiligini, elastik deformatsiyani qayta tiklash qobiliyatini va o‘rta haroratdagi charchoqqa bardoshliligini sezilarli darajada yaxshiladi. Biroq, past haroratli yorilish qarshiligi biroz pasaydi [2].

Asfalt komponentlarining eskirishi bilan o‘zgartirilgan asfaltning qattiqligini sezilarli darajada oshirdi, bu esa elastiklikning pasayishiga olib keldi. Past haroratdagi yorilish qarshiligi 20-30% ga kamaydi, charchoq muddati esa 10-20% ga qisqardi. Yuqori haroratli reologik xususiyatlarda esa 10% dan kam miqdorda yaxshilanishi kuzatildi.

Piroliz moy qoldig‘i 600 °C haroratda chiqindi vakuumli pirolizi jarayonida hosil bo‘ladi. Bu qoldiqdan past haroratlarda bitumning reologik xususiyatlarini yaxshilash uchun modifikator sifatida qo‘llaniladi. Piroliz moy qoldig‘ining xarakteristikasi pastroq yopishqoqlik va pastroq porlash nuqtasini ko‘rsatib, elementar tarkibi toza bitumga o‘xshash bo‘lganini aniqladi. Qiziqarli jihati shundaki, Piroliz moy qoldig‘i yuqori qatron tarkibiga (~20%) ega bo‘lib, uning C-H (C/H) nisbati toza bitumning qatron qismiga yaqin, bu esa egiluvchanlikning oshishiga olib keldi [3].

Ushbu tadqiqotda uglerod-oltingugurtdan qo‘shimcha sifatida mahsulotining 40/50 asfalt bilan zich gradusli asfalt aralashmalarida kaltsiy

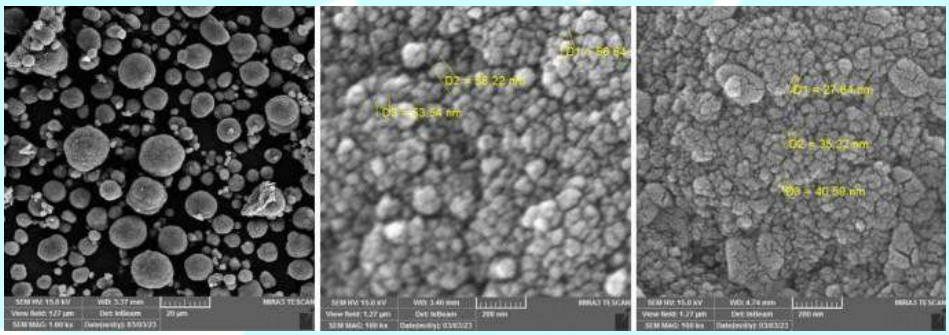
ISSN 3030-3907

karbonat ($CaCO_3$) o‘rniga plomba moddasini almashtiruvchi sifatida qo‘llanishi o‘rganildi.



1-rasm. Mineral moddalar: a kalsiy karbonat, b maydalashdan oldin uglerod-oltingugurt, c maydalangandan keyin uglerod-oltingugurt

Tadqiqotning maqsadi, Iroqdagi qattiq chiqindilar muammosi va poligon sig‘imining kamayishi, xususan, uglerod-oltingugurt chiqindilaridan tejamkor foydalanish orqali samarali echim topishdir. Har bir aralashma uchun laboratoriya sinovlari, jumladan, Marshall barqarorligi va oqimi, bilvosita tortishish kuchi, namlik sezuvchanligi, deformatsiyaga chidamlilik va yarim dumaloq egilish sinovi o‘tkazildi.



2-rasm. Mineral qo‘shimchalarning SEM tahlili

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, 5% va 6% uglerod-oltingugurt konsentratsiyasi bir qator muhim afzalliklar beradi. Bu afzalliklarga yuqori yorilish va sinishga chidamlilik, Marshall ko‘rsatkichlariga muvofiqlik, shuningdek, namlik sezuvchanligining yaxshilanishi kiradi. Xulosa shuki, uglerod-oltingugurtni plomba moddasiga almashtirish orqali sezilarli darajada xarajatlarni kamaytirish va poligonlardan foydalanishni qisqartirish mumkin.

Yuqori samarali bitum qarish, oksidlanish va atrof-muhit omillari ta’sirida yomonlashuvga chidamliligi yuqori bo‘lgan yuqori chidamlilikni namoyish etadi. U uzoq vaqt davomida o‘z xususiyatlarini saqlab qoladi, bu esa qoplamaning ishlash muddatini uzaytiradi.

Yuqori samarali bitum keng harorat oralig‘ida yaxshi ishlash uchun ishlab chiqilgan. Yopishqoqlik va yopishish: Yuqori samarali bitum agregatlarga mukammal yopishishga ega, bu bitum va agregat zarralari o‘rtasida mustahkam

ISSN 3030-3907

bog‘lanishni ta’minlaydi. Bu qoplama strukturasining mustahkamligi va mustahkamligini oshiradi.

Yuqori samarali bitum odatda avtomobil yo‘llari, og‘ir tirbandlik joylari, aeroportlar va boshqa muhim infratuzilma loyihalari kabi talabchan ilovalarda qo‘llaniladi. Uning yuqori xususiyatlari yuqori hajmli transport va og‘ir atrof-muhit sharoitlariga bardosh bera oladigan xavfsizroq, bardoshli va uzoq muddatli qoplamalarga yordam beradi.

Past haroratlarda moslashuvchanlik: past haroratli bitum odatda 60°C dan past bo‘lgan sovuq ob-havo sharoitida ham moslashuvchanligi va ish qobiliyatini saqlab qoladi. U egiluvchan bo‘lib qoladi, bu esa aralashtirish, joylashtirish va siqishni osonlashtiradi.

Past haroratli bitum sovuq ob-havo sharoitida chuqurchalar, yoriqlar va shikastlangan yulka yuzalarini sovuq yamoq va ta’mirlash uchun ishlatiladi. U mavjud qoplamaga yaxshi yopishadigan moslashuvchan va bardoshli yamoq materialini beradi**.**

Past haroratli bitum sovuq iqlim sharoitida yaxshilangan yorilishga chidamliligini namoyish etadi, bu esa haroratning o‘zgarishi va muzlash-erish davrlari natijasida yuzaga keladigan termal yorilish xavfini kamaytiradi. Shuni ta’kidlash kerakki, past haroratli bitum tarkibiga ko‘ra an’anaviy issiq aralash asfaltga nisbatan bir oz farqli xususiyatlarga ega bo‘lishi mumkin**.**

Polimer bilan modifikatsiyalangan bitum (PMB) o‘z xususiyatlarini yaxshilash uchun stirol-butadien stirol (SBS) yoki etilen-vinil asetat (EVA) kabi polimerlarni bitumga qo‘shishni o‘z ichiga oladi. PMB yaxshilangan elastiklik, deformatsiyaga chidamlilik, haroratga chidamlilik va chidamlilikni namoyish etadi.

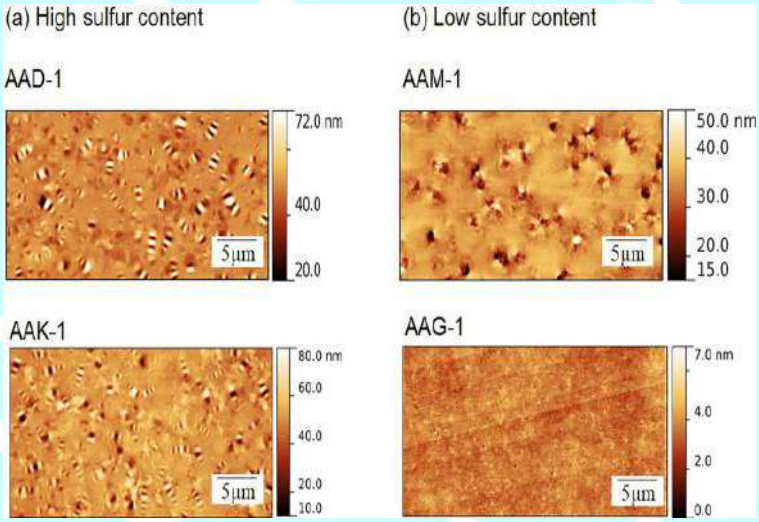
Ushbu tadqiqot ishida bitum tarkbidan ortiqcha miqdaordagi kul va pirit oltingugurtni miqdorini kamaytirish uchun eksperimental tadqiqot o‘tkazilgan bo‘lib, bu jarayon uchun 24 kHz chastotali past chastotali ultratovush transduser bilan jihozlangan flotatsiya kolonnasi ishlatildi. Dastlabki bitum namunalarida 9,6% oltingugurt (shundan 6,81% oltingugurt pirit shaklida) va 26,4% kul mavjud ekanligi va bu zarracha hajmi, aeratsiya tezligi 4 L/min bo‘lgan pulpa tarkibida, 5% qattiq modda konsentratsiyasi sharoitida olib borildi.

Oltingugurtning qayta kristallanishi bitumning elastik komponentlarini kuchaytirib, uning parchalanishga qarshiligini va charchoq muddatini uzaytiradi. Biroq, oltingugurt miqdori 20% dan oshganda, ortiqcha qayta kristallangan oltingugurt stress konsentratsiyasini oshirib, charchoqqa qarshi chidamlilikni pasaytirishi mumkin. Oltingugurtning qayta kristallanishi asosan dastlabki 15 kun ichida to‘planadi, garchi bu jarayonning qoldiqlari hatto 60 kundan keyin ham

ISSN 3030-3907

aniqlangan bo‘lsa-da (tadqiqotdagi maksimal quritish vaqti). Shu sababli, SEB xususiyatlarini baholashda 15 kunlik vaqti etarli bo‘ladi [4].

Ushbu maqolada asfalt aralashmalariga oltingugurt qo‘shishning ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, oltingugurt qo‘shilishi asfaltning Marshall barqarorligi, qattiqligi va past haroratdagi egiluvchanligini oshiradi. Shu bilan birga, deformatsiya kamayadi.



3-rasm. Yuqori oltingugurt va b kam oltingugurt o‘z ichiga olgan asfaltning AFM mikrograflari. 30 × 15m^2 topografiyasi.

Oltingugurtning atrof-muhitga va sog'liq uchun xavfi, ayniqsa oltingugurt dioksidining xavfli gaz sifatida hosil bo‘lishi, uning asfaltlarda qo‘llanilishini cheklaydi.

Porfiryeva, R.T ning olib brogan tadqiqot natijalariga ko‘ra, organik polisulfidlar uchun to‘yinmagan bog'lari mavjud birikmalar modifikator sifatida taklif etilgan bo‘lib, ular reaksiya jarayonida vodorod sulfidining ajralib chiqishini oldini oladi. Hosil bo‘lgan polisulfidlar monomer birligida oltingugurt atomlarining nisbatan kichik miqdori bilan (8 tagacha) tavsiflanadi va ko‘p miqdorda modifikator talab qiladi – ya’ni, oltingugurt massasiga nisbatan 20% dan ortiq.

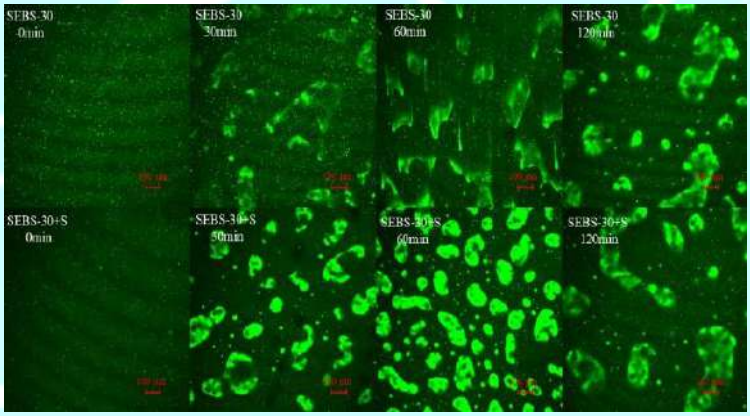
Koks zavodi smolasi 220°C haroratda, havo oqimida 1,8 L/min tezlikda 4,5 soat davomida oksidlanadi. Ushbu jarayonda smolaga elementar oltingugurt miqdori 20, 30 va 40 massaga teng foizlarda qo‘shiladi. Oltingugurt miqdori 20% dan 40% gacha oshirilganda, penetratsiya 55 mm dan 38 mm gacha kamayadi, yumshatish harorati esa (halqa va novda usuli bilan o‘lchangan) 52°C dan 45°C gacha pasayadi. Smolaga 20, 30 va 40 massaga teng foiz oltingugurt qo‘shilganda aralashmaning fizik-mexanik xususiyatlaridagi o‘zgarishlar rentgen fazali tahlil orqali tadqiq qilinadi. 30% og'irlikdagi oltingugurt qo‘shilganda, oltingugurt aromatik halqalar bilan reaksiyaga kirishib, 2-naftanol-6-sulfonik kislota ($OHS_{10}N_6SO_3H$) hosil qiladi.

ISSN 3030-3907

Yorilishga qarshi bitum bitum va agregatlar orasidagi yopishqoqlikni kuchaytirish uchun ishlab chiqilgan. Bu bitumning agregatlar yuzasiga samarali qoplanishini va yopishishini ta’minlab, bog‘lanish mustahkamligini yaxshilaydi [5].

Namlik bitum va agregatlar orasidagi bog‘lanishni zaiflashtirib, asfalt aralashmalarining ishlashiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Namlikning bu salbiy ta’sirini kamaytirish uchun yorilishga qarshi qo‘shimchalar suvga chidamli interfeys yaratishga yordam beradi. Bu qo‘shimchalar asfalt aralashmalarida namlikning shikastlanish va tozalanish xavfini kamaytiradi. Shuningdek, ular asfalt bog‘lovchining xususiyatlariga yoki ishlashiga salbiy ta’sir ko‘rsatmaydi [6].

Ushbu tadqiqotda modifikator va asosiy asfalt o‘rtasidagi o‘zaro muvofiqlikni baholashning takomillashtirilgan metodlari ishlab chiqilgan. Tadqiqot doirasida, dastlab oltingugurt asosidagi stabilizatorli va stabilizatorsiz stirol triblok kopolimeri (STC) bilan modifikatsiyalangan asfaltning oltita varianti yuqori haroratda saqlangandan so‘ng faza xususiyatlari lazerli mikroskopiya (LSCM) yordamida o‘rganildi [7].



4-rasm. Oltingugurtli va oltingugurtsiz SEBS-30 asfaltning tasvirlari

Tadqiqot natijasida moslikni baholashning yangi usuli ishlab chiqildi. Kuzatuvlar shuni ko‘rsatdiki, stabilizator bo‘lmagan STC-modifikatsiyalangan asfalt orolsimon tuzilmalar diametrining o‘sishi va uzoq muddatli saqlashda floresan intensivligining oshishini namoyon etadi [8].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YHATI

1. Wang, R., Yue, M., Xiong, Y., & Yue, J. (2021). Experimental study on mechanism, aging, rheology and fatigue performance of carbon nanomaterial/SBS-modified asphalt binders. Construction and Building Materials, 268, 121189.
2. Liu, Y., Zhang, J., Chen, R., et al. (2017). Ethylene vinyl acetate copolymer modified epoxy asphalt binders: Phase separation evolution and mechanical properties. Construction and Building Materials, 137, 55–65.
3. Bhat, F. S., & Mir, M. S. (2021). A study investigating the influence of nano Al2O3 on the performance of SBS modified asphalt binder. Construction and Building Materials, 271, 121499.

ISSN 3030-3907

4. Xiao, H., Cao, D., Qin, Z. et al. Research on the Effects of SBS Swelling, Thermal-Oxidative Aging, and Sulfur Crosslinking on Chemical Composition and Rheological Properties of SBS-Modified Asphalt. Int. J. Pavement Res. Technol. (2023).
5. Kebritchi, A., Shams, K., Firoozifar, H. et al. Rheological Analysis of Bitumen Modified by Waste Tire Powder Pyrolytic Oil Residue. Int. J. Pavement Res. Technol. 17, 668–679 (2024).
6. Al-Mohammed, M.A., Al-Hadidy, A.I. Tensile Strength, Deformation Strength, and Semi-circular Bending Properties of Carbon–Sulfur as a Sustainable Filler in Asphalt Mixes. Int. J. Pavement Res. Technol. (2024).
7. Kim, S.-W., Park, H.-S., Kim, J.-K., & Jung, Y.-W. (2016). Characteristics of the warm-mix asphalt mixtures using the modified sulfur binder. Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute, 4(4), 489–495.
8. Heitzman M.A. State of the Practice-Design and Construction of Asphalt Paving Materials with Crumb Rubber Modifier; Research Report No. FHWA-SA-92-022, 1339; Federal Highway Administration: Washington, DC, USA, 1992; pp. 1–8.

ISSN 3030-3907