ISNN 3030-3907

2025/11
VOLUME 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

ISSUE/11 VOLUME 6

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
Islom Karimov nomidagi Toshkent 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 davlat texnika universiteti, 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 davlat texnika universiteti, 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	Me'moriy obidalar o'lchamlarini aniqlashda geodezik usullarni qo'llash *Ibragimov Utkir Nurmamat o'g'li*	9
2	Shlitsali birikmalardan foydalanish sharoitida sodir bo'ladigan nuqsonlar tahlili *A. Irgashev* *F.I.Barakayev*	14
3	Gelioqurilmalarning geometrik o'lchamlarini geodezik usul yordamida kuzatish *Ibragimov Utkir Nurmamat o'g'li* *Axmadov Javohirbek Xasanovich*	22
4	Использование гис-технологий в системах водоснабжения и водоотведения *Мансурова Ш.П.* *Холмуминова С.*	27
5	Modifikatsiyalangan polimetilmetakrilat namunalariga termooksidlanish jarayonida kislorodning yutilishi *Choriev Ikrom Qurbonovich* *Mavlanov Boboxon Arashovich* *Choriyev Mironshox Ikromovich* *Xo'jaqulov Kamoliddin Ramazanovich*	34
6	Kremniy ftalosiyanin pigmentining kvant-kimyoviy va yarimo'tkazuvchanlik xususiyatlari tahlili *D.X. Shukurov* *X.X.Turayev* *M.U.Karimov*	42
7	Development of technologies for producing novel import-substitute products from microsilica dust generated in ferrosilicon production *Kholikulov Doniyor Bakhtiyorovich* *Khojiev Shokhrukh Toshpulatovich* *Shaymanov Ikromjon Ismatulla o'g'li*	51
8	Ixtisoslashtirilgan umumta'lim maktab o'quvchilari uchun tayyorlanayotgan formali kiyimiga texnologik ishlov berish *Djalolova D.F.*	66
9	Para-almashingan aroilsirka aldegidlari bilan benzoilgidrazin kondensatlanish mahsulotlari tautomeriyasi *Halimova Hulkar Amin qizi*	77
10	The role of standards in quality management of metallic materials *Ergashev Jaxongir Oblakulovich*	84
11	Mobil ilovalar yordamida turistik yo'nalishlarni raqamli boshqarish va targ'ib qilish tizimini yaratish *Olimova M.X* *Mahmudov M.N.*	93
12	Portland sement klinkerini hosil qilishda xomashyo sifatida "kirtish tog'" koni oxaktoshi kimyoviy tahlil qilish *Otaqo'ziyev Akramjon Adaxamjonovich* *Orazimbetova Guliston Jaksilikovna* *Qodirova Xurriyat Abobakir qizi*	104
13	O'zbekistonda chet el turistlarni so'ngi 20 yillikda tashrif buyurish dinamikasi Olimova M.X *Mahmudov M.N.*	111
14	Comprehensive study on the optimization of reaction parameters in the synthesis of quaternary ammonium salts via nucleophilic substitution of ethylene chlorohydrin with triethylamine *Borikhonov Bakhtiyor Xolmirzayvich* *Shodmonov Bokhodir Baxromovich*	120
15	Mobil ilovalar orqali madaniy meros ob'ektlarini vizual va interaktiv targ'ib etish metodikasi *Muhammadbobur Karimberdiyevich Mirzaaxmedov* *Olimova Mavludaxon Xoshimjon qizi*	126

ISSN 3030-3907

16	Investigation of the reactions between butyl ester of monochloroacetic acid and pyridine. *Borikhonov Bakhtiyor Xolmirzayvich* *Shodmonov Bokhodir Baxromovich*	140
17	Фосфогипс чиқиндисини натрий сульфатга қайта ишлашда хосил бўлган маҳсулотларнинг кимёвий таҳлили *О.А. Бадалова* *Ғ.Б. Темиров* *У.К. Алимов* *Р.Раджабов* *А.Р. Сейтназаров* *Ш.С. Намазов*	146
18	Разработка ресурсосберегающей технологии электрошлаковой плавки медных сплавов *Якубов Лазизхан Эргашханович*	154
19	Akril kislota asosida antipiren sintezi *Abdurazakov Sunnatilla Erkinovich* *Maksumova Oytura Sitdiqovna*	160
20	Test-masala imkoniyatlaridan nazariy mexanika fani darslarini tashkil etishda foydalanish *Mahmudov Zokirjon Sotivoldievich*	166
21	Tibbiy abortdan keyingi metabolik sindromning oldini olish *Najimova Nazokat Farxodovna* *Rayimjanova Kamilla Farxodovna*	172
22	Рентгеновские лучи и современная медицина: роль в диагностике *Солеева Райхона* *Шукурлаева Диёра* *Юлдашева Жасмина* *Бахронова Райхона* *Вахидов Аликули Мелитошевич*	181
23	Erkin tebranishlar tushunchasi va fizik mohiyati *Axmedova Umeda Farhod qizi* *Ro'ziyev To'lqin Razzoqovich*	187
24	Bo'lajak muxandislarni fazoviy tasavvurini oshirishda muxandislik grafikasi fanini o'rni *T.D.Azimov* *V.T.Mirzaraimova* *X.E.Umarov* *S.T. Xasanova*	195
25	Изучение характеристик и адсорбционной активности лапонитов, синтезированных различными способами *Назирова Рахнамохон Мухторовна* *Юлдашева Мунира Зайлобидиновна*	202
26	Гил адсорбентлар ёрдамида сафлор мойини тозалаш *Шерқўзиева Шахло Иброхимали қизи* *Назирова Рахнамохон Мухторовна*	212
27	Masafaviy ta'limda "muxandislik grafikasi" fanini o'qitish metodlari *A.T.Azimov* *K.A. Aripova* *N.S. Tairova* *B.X.Muradov*	219
28	Qayta ishlanadigan tabiiy gazlarini gazsimon va dispers zarrachalardan tozalash texnologiyasi *Dustqobilov Eldor Nurmamatovich* *Yuldashev Toshmurza Raxmanovich*	224
29	Analytical calculation of positive hydraulic shock in the presence of a damper *Jonkobilov Ulugmurad Umbarovich*	236
30	Nogironligi bo'lgan shaxslarni qo'llab-quvvatlash siyosatini rivojlantirishning zamonaviy yo'nalishlari *Madrahimova Muhayyo Sultonboyevna*	243

ISSN 3030-3907

31	Символизм в творчестве джадистов *Алимкулов Абдурасул Эргаш угли*	249
32	Проблема экономической культуры студентов -основная педагогическая категория *Кўчқоров Нодир Бозорович*	255
33	Takrorlanuvchi va ichma-ich bajariluvchi murakkab strukturali algoritmlarni tuzish haqida *Safar Xodjiyev* *Yo'ldoshev Shuhrat Savriyevich*	262
34	A comprehensive comparative study of traditional machine learning classifiers and deep neural architectures for face recognition *Makhmudova Shakhzoda Yorkinovna*	271
35	Zamonaviy energiya saqlash tizimlari: litiy-ion va natriy-ion batareyalarning texnologik tahlili *Mannobboyev Shuxratbek Soyibjon o'g'li*	282
36	Digital health transformation: the role of ict in modernizing healthcare systems *Ne'matov Nizom Ismatullayevich* *Qarshiyeva Malika Elyod qizi* *Asrlanova Nasima Sharofiddin qizi* *Mukhitdinova Shaxzoda Farrux qizi*	289
37	"Korroziyaga qarshi qoplamalar va ingibitorlar tanlash" *Rizayev Sh.A.* *Isroilov Y.Y.*	295
38	5лп линтер ишчи камераси самарадорлигини оширишнинг илмий-амалий асослари *Сулаймонов Рустам Шенникович* *Унгаров Азизбек Абдумўмин ўғли* *Махамадов Мирсаид Ахмад ўғли* *Мамарасулов Элибой Қахрамон ўғли*	301
39	Квантово-химическое исследование полимерного композита на основе мочевиноформальдегида, бензилхлорида и эпихлоргидрина *Жалилов Шерали Некбоевич* *Расулова Нилуфар Фарходовна* *Киличов Завкиддин Зайнитдин угли*	311
40	Tarkibida kalsiy miqdori ko'p bo'lgan suv tozalash bo'limi chiqindilaridan kalsiy nitrat eritmasini olish jarayoniga haroratrining ta'siri *Soddiqov Fatxiddin Burxonidinovich.*	325
41	Past navli silvinitlarni ugleammoniy tuzlari bilan konversiyasi orqali olingan natriy gidrokarbonatni suspenziyadan ajratib olish jarayonini o'rganish *Soddiqov Fatxiddin Burxonidinovich.*	331
42	Dizel yoqilg'ilarining sifatini baholashda texnik va ekologik ko'rsatkichlarning kompleks tahlili *Mavlanova Firangiz Sobirovna* *Fozilov Sadriddin Fayzullayevich*	337
43	Poliefir-efir-keton sulfonat/TIO_2 va ZRO_2 nanotrubkali nanokompozit ion o'tkazgichlar sintezi *Anvar Xamidov* *Sh. Djumag'ulov*	349
44	Alyuminiy tereftalat bilan modifikatsiyalangan polipropilenning fizik-mexanik xossalarining tadqiq qilish *Haydarova Charos Tursunpo'lat qizi* *Meyliyeva Mohinur G'ani qizi* *To'rasunnat Shomansurxon Karomatxo'ja o'g'li* *Karimov Oybek Tirkavovich*	358
45	Yig'ma ishchi organlardan foydalanishning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari *Kabilov Begzod Uktam o'g'li*	364
46	Inkluziv ta'lim jarayoniga sun'iy intellektni tatbiq etishning ahamiyati *Nafasov Mirzomurod Muxamadovich* *Yoqubova Nigora Anvar qizi*	371

ISSN 3030-3907

47	Inkluziv ta’lim tinglovchilarining psixo-emotsional o‘zgarishlarni erta aniqlashning zamonaviy usullari *Nafasov Mirzomurod Muxamadovich* *Yoqubova Nigora Anvar qizi*	378
48	Sanoat oqova suvlarini tarkibini tadqiq qilish va tozalash usullari hamda oqova suvlarini holatidan kelib chiqib texnik tavsiyalar ishlab chiqish (shurtan gaz kimyo majmuasi misolida) *Murtazayev Feruzbek* *Sharofov Temurxon*	388
49	Butin-2-diol-1,4 ning stearin kislota bilan murakkab efirlarini sintezi *Nizamov Isomiddin G‘iyos o‘g‘li*	397
50	Xrom (iii) tuzlari hamda 3-amino-1,2,4-triazol asosida sintez qilingan komplekslarining IQ-spektroskopik va sem tahlili *Tursunov Xurshid Baxtiyor o‘g‘li* *To‘raev Xayit Xudaynazarovich* *Ashurov Jamshid Mingnorovich*	404
51	Inson tanasi va ustki kiyim oralig‘ida shakllanadigan mikroiqlimni boshqarishning ilmiy-texnologik asoslari *Yusupov Dilshodbek Solijon o‘g‘li* *To‘laboyeva Shaxlo Sobirjon qizi*	413
52	Yurak jarrohligidan keyingi ayol bemorlar reabilitatsiyasi uchun tibbiy kiyimlarga bo‘lgan talablarni shakllantirish *Akbarova X.A.* *Mansurova M.A.*	418
53	Graf neyron tarmoqlari yordamida axborot qidiruv tizimlarini takomillashtirish *Shukurboyeva Sohiba Fayzu*	425
54	Asalari asali va zahrining tibbiyotdagi ahamiyati *Farmonova Sarvinoz Voxidjon qizi* *Ne’matova Zulayho Jamol qizi* *Sayfiddinova Lobar Akbar qizi* *O‘razaliyeva Sarvinoz Olimjon qizi* *Karjavov Abdixakim Raxmonovich*	431
55	Infraqizil datchik yordamida masofa o‘lchash *Xolmatov Oybek Olim o‘g‘li* *Kozimov Bekzodbek Nodirbek o‘g‘li*	437
56	Xorijiy mamlakatlarda bo‘lajak muhandislarni innovatsion tafakkur asosida tayyorlash tajribalari *Fatullayeva Sitora Ilhom qizi*	444
57	Innovatsion yondashuvlar asosida xususiy tibbiyot muassasalari infratuzilma faoliyatini yaxshilash omillari *Qobulov Ozodbek O‘ktamboy o‘g‘li*	450

ISSN 3030-3907

ISSN 3030-3907

ME’MORIY OBIDALAR O‘LCHAMLARINI ANIQLASHDA GEODEZIK USULLARNI QO‘LLASH

Ibragimov Utkir Nurmamat o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti
E-mail: ibragimovutkir92@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada me’moriy obidalarni o‘lchamlarini aniqlash jarayonida geodezik usullardan foydalanishning nazariy va amaliy jihatlari yoritilgan. Tadqiqotda an’anaviy (GNSS, total stansiya, nivelir) hamda zamonaviy (LIDAR, fotogrammetriya) geodezik texnologiyalar qo‘llanilib, ularning imkoniyatlari taqqoslab tahlil qilindi. O‘lchash natijalari asosida obidalar parametrlarini aniqlash, uch o‘lchamli modellarni yaratish va monitoring tizimlarini tashkil etish imkoniyatlari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: me’moriy obidalar, geodezik usullar, GNSS, total stansiya, LIDAR, fotogrammetriya, monitoring, restavratsiya.

Аннотация. В данной статье рассмотрены теоретические и практические аспекты использования геодезических методов в процессе определения размеров памятников архитектуры. В исследовании были использованы как традиционные (GNSS, Total Station, nivelir), так и современные (LIDAR, фотограмметрия) геодезические технологии, проведен сравнительный анализ их возможностей. На основе результатов измерений показаны возможности определения параметров объектов, создания трехмерных моделей и организации систем мониторинга.

Ключевые слова: памятники архитектуры, геодезические методы, ГНСС, общая станция, лидар, фотограмметрия, мониторинг, реставрация.

Annotation. This article discusses the theoretical and practical aspects of using geodetic methods in the process of determining the size of architectural monuments. The study used both traditional (GNSS, Total Station, nivelir) and modern (LIDAR, photogrammetry) geodetic technologies, and conducted a comparative analysis of their capabilities. Based on the measurement results, the possibilities of determining the parameters of objects, creating three-dimensional models and organizing monitoring systems are shown.

Keywords: architectural monuments, geodetic methods, GNSS, general station, lidar, photogrammetry, monitoring, restoration.

Kirish.

Bugungi kunda tarixiy va madaniy meros obyektlarini asrab-avaylash, ularning o‘lchamlarini aniq belgilash hamda ilmiy asosda qayd etish dolzarb vazifalardan biridir. Ayniqsa, yodgorliklar va me’moriy obidalar nafaqat milliy qadriyatlarimizning timsoli, balki insoniyat sivilizatsiyasining muhim dalilidir.

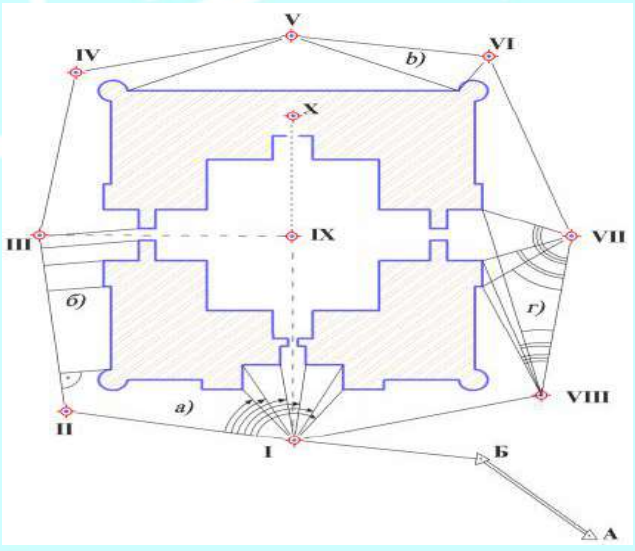
ISSN 3030-3907

Ushbu obyektlarning o‘lchamlarini aniqlash va hujjatlashtirishda geodezik usullar muhim o‘rin tutadi.

Geodezik o‘lchashlarda qo‘llaniladigan zamonaviy asbob-uskunalar (teodolit, nivelir, elektron total stansiyalar, GNSS qabul qiluvchilar) yordamida obidalar o‘lchamlarini yuqori aniqlikda aniqlash, ularning rejaviy va balandlik ko‘rinishlarini qurish imkoniyati mavjud. Bu usullar obidalarni saqlash, restavratsiya qilish va qayta tiklash jarayonlarida ishonchli ma’lumotlar bazasini yaratadi.

Shuningdek, geodezik o‘lchovlar natijasida olingan ma’lumotlar obidalarning fizik-mexanik holatini kuzatish, vaqt o‘tishi bilan yuzaga keladigan deformatsiyalarni aniqlash va oldini olishga yordam beradi. Bu esa nafaqat ilmiy izlanishlar, balki amaliy ta’mirlash va restavratsiya ishlari uchun ham katta ahamiyatga ega.

Geodezik usulda me’moriy obidalarning geometrik o‘lchamlarini olishda geodezik tayanch tarmoqlari sifatida obidaning atrofidan, agar sharoit takozo etsa, ichkarisidan ham o‘tkaziladigan teodolit-nivelir yo‘li xizmat qiladi (1-rasm). Juda katta bo‘lmagan inshootlarni syomka qilishda uchburchak yoki turtburchak shaklidagi teodolit yo‘li bilan chegaralanish mumkin. Ayrim hollarda, alohida fasad yoki ko‘rinishlarni syomka qilish paytida ishlarni bitta yoki ikkita bekatdan turib bajarish kifoya qiladi. Bunda oriyentirlash yoki bussol yordamida amalga oshiriladi.



1-rasm. Teodolit-nivelir yo‘lining sxemasi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA. O‘zbekiston hududida qadimiy me’moriy obidalar ko‘pligi sababli, mahalliy olimlar geodezik o‘lchash usullarini restavratsiya va saqlash jarayonlarida keng qo‘llab kelishmoqda.

A.Usmonov, B.Abdullayev, S.Axmedov va X.Qodirovlar o‘z tadqiqotlarida zamonaviy geodezik asboblar yordamida tarixiy obidalarini o‘lchab, ularning

ISSN 3030-3907

deformatsiya koeffitsiyentlarini tahlil qilgan, uch o‘lchamli modelini tuzish bo‘yicha metodik yondashuv ishlab chiqqan va plan va fasadlarini aniq o‘lchash metodikasini ishlab chiqqan.

Yevropa davlatlarida me’moriy obidalarni o‘lchash bo‘yicha ko‘proq zamonaviy texnologiyalarni integratsiyalashga e’tibor qaratiladi. Bunda Paul Bryan, Fabio Remondino va Georgios Stylianidislar tarixiy obidalarni hujjatlashtirishda fotogrammetriya va LiDAR integratsiyasining ustunliklarini ko‘rsatib, yirik majmualar uchun UAV (dron) rasmlarini qo‘llashni tavsiya qiladi va tarixiy arxitektura va yodgorliklarda qo‘llash bo‘yicha xalqaro metodologiyani ishlab chiqqan.

Buday tadqiqotlarda esa nafaqat o‘lchash, balki raqamli arxivlash, 3D rekonstruksiya, raqamli restavratsiya va virtual muzeylarni yaratish masalalari ham asosiy yo‘nalish sifatida qaraladi.

NATIJALAR. Geodezik usullar yordamida me’moriy obidalar o‘lchamlari aniqlanib, nazorat punktlari orqali aniqlik tekshiriladi. O‘lchashlar natijasida obidaning rejaviy koordinatalari, balandliklari va asosiy konstruktiv elementlari parametrik ravishda qayd etildi.

1-jadval.

Nazorat punktlari koordinatalari

Punkt ID	X (m)	Y (m)	Z (m)	Usul	Aniqlik (±mm)
BP1	423100.125	551200.452	124.560	GNSS/RTK	±5
BP2	423150.648	551250.328	124.742	Total stansiya	±3
BP3	423180.781	551280.982	125.018	GNSS/TS	±5

2-jadval.

O‘lchash natijalari

Element	Usul	O‘lchov qiymati	Standart xatolik (±)	Izoh
Gumbaz diametri	LIDAR skaneri	6.26 m	0.005 m	Nuqta bulutidan hisoblangan
Fasad balandligi	Total stansiya	14.85 m	0.010 m	Asosiy fasad
Poydevor balandligi	Nivelir	1.20 m	0.002 m	G‘arbiy qism
Devor qalinligi	Fotogrammetriya	1.05 m	0.015 m	Orqa devor

ISSN 3030-3907

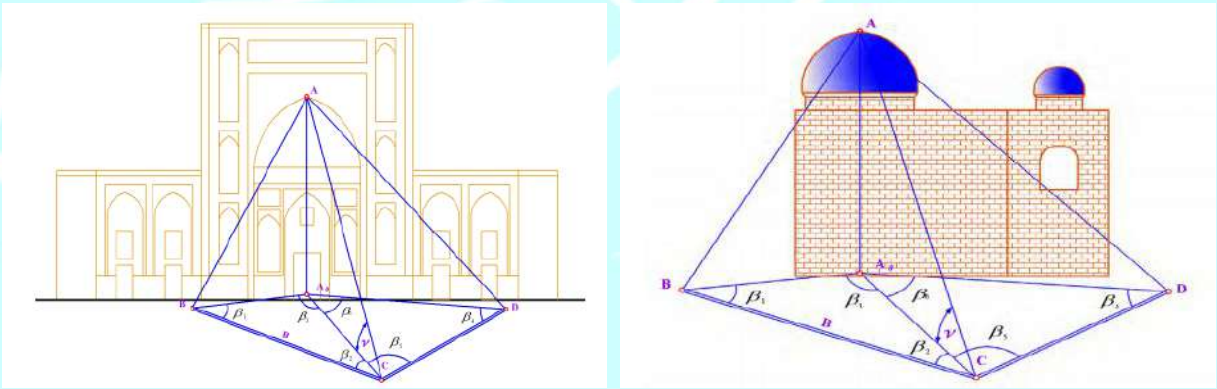
MUHOKAMA. O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, geodezik usullar me’moriy obidalarni o‘lchash va ularning parametrlarini aniqlashda yuqori aniqlik va ishonchlilikni ta’minlaydi.

Birinchidan, GNSS va total stansiya usullari yordamida obidaning rejaviy koordinatalari va balandliklari aniq qayd etildi. Ushbu usullar katta hududli obidalarni kartalashtirishda samarali bo‘lsada, obidaning murakkab detallari (gumbaz, bezak, o‘yma elementlar) bo‘yicha yuqori aniqlikni bera olmadi.

Ikkinchidan, LIDAR va fotogrammetriya texnologiyalari obidaning murakkab shaklli elementlarini aniqlashda katta imkoniyat berdi. Uch o‘lchamli (3D) model yaratildi, bu esa nafaqat o‘lchamlarni, balki obida deformatsiyasi va siljishini ham baholash imkonini berdi.

Uchinchi jihat, nivelir yordamida balandliklarni tekshirish restavratsiya jarayonida juda muhim bo‘lib, o‘lchash xatoliklari ±2 mm chegarasida qayd qilindi. Bu qiymat qurilish va ta’mirlash ishlarida talab etiladigan aniqlik darajasiga to‘liq javob beradi.

Me’moriy o‘lcham olish ishlari amaliyotida ko‘pincha borib bo‘lmas qiya masofalarni xuddi 2-rasmda keltirilgani singari aniqlashning zaruriyati paydo bo‘ladi.



2-rasm. Me’moriy obidalarning elementlarigacha bo‘lgan borib bo‘lmas masofani aniqlash

Olingan natijalar boshqa olimlarning tadqiqotlari bilan solishtirilganda ham mos keladi. Masalan, Yevropa olimlari tomonidan Rimdagi Kolizey va Gretsiyadagi Afina Akropolida qo‘llanilgan LIDAR va fotogrammetrik usullar ham xuddi shunday aniqlikni ko‘rsatgan. O‘zbek olimlarining Samarqanddagi Registon majmuasi va Buxorodagi Minorai Kalon ustida olib borgan geodezik kuzatuvlari ham mazkur tadqiqot natijalari bilan uyg‘unlikda.

Muhokama jarayonida quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

Geodezik usullarni qo‘llash (GNSS, total stansiya, nivelir, LIDAR, fotogrammetriya) me’moriy obidalarni kompleks o‘rganish imkonini beradi.

Obidalar monitoringida davriy geodezik kuzatuvlar orqali deformatsiya va siljishlarni nazorat qilish mumkin.

ISSN 3030-3907

Olingan ma’lumotlar asosida 3D modellarni yaratish va ular orqali virtual rekonstruksiya ishlarini amalga oshirish mumkin.

Geodezik usullarni qo‘llash nafaqat obidalarni hozirgi holatini balki ularni kelajak avlodlarga asrab qolishda muhim vosita hisoblanadi.

XULOSA. O‘tkazilgan tadqiqot va tahlillar shuni ko‘rsatadiki, me’moriy obidalarni o‘lchamlarini aniqlashda geodezik usullardan foydalanish ularning hozirgi holatini ilmiy asosda qayd etish, saqlash va restavratsiya qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

GNSS, total stansiya, nivelir kabi an’anaviy geodezik asboblar obidaning asosiy koordinatalarini va balandliklarini yuqori aniqlik bilan aniqlash imkonini beradi.

Monitoring imkoniyati – Davriy kuzatuvlar orqali obidada yuz berayotgan deformatsiyalar, siljishlar va cho‘kish jarayonlari nazorat qilinishi mumkin.

O‘zbekiston hamda Yevropa olimlarining ishlari bilan uyg‘un bo‘lib, milliy yodgorliklarni asrab qolishda kompleks geodezik yondashuv samaradorligini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, geodezik usullarni qo‘llash me’moriy obidalarni o‘rganish, ularni saqlash hamda me’moriy obidalarni restavratsiya qilish, kelajak avlodlarga yetkazishda geodezik yondashuvning ilmiy-amaliy ahamiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. E.X.Isakov Geodezik usullarda me’moriy obidalarning o‘lchamlarini aniqlash. O‘quv qo‘llanma.- Samarqand, 2014,- 78 bet.
2. Sh.Q.Avchiyev Amaliy geodeziya. Toshkent. “Voris” nashriyoti. 2010 y.
3. A.A.Axmedov, M.M.Jo‘rayev Geodeziya asoslari. – Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti, 2018. – 245 b.
4. B.S.Raxmonov Geodezik o‘lchashlarda zamonaviy texnologiyalar. – Samarqand: SamDU nashriyoti, 2020. – 198 b.
5. M.M.Jo‘rayev, N.R.Tursunov. Geodezik kuzatuvlar va monitoring tizimlari. – Toshkent: TATU nashriyoti, 2019. – 176 b.

ISSN 3030-3907

SHLITSALI BIRIKMALARDAN FOYDALANISH SHAROITIDA SODIR BO‘LADIGAN NUQSONLAR TAHLILI

A. Irgashev
Toshkent davlat texnika universiteti t.f.doktori prof.
E-mail: irgashevamirkul@mailru
F.I.Barakayev
Toshkent davlat texnika universiteti doktoranti
E-mail: ismatovichfazliddin28@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada avtotraktorlarning transmissiyasida ishlatiladigan shlitsali birikmalarning turlari, profil shakllari, ularga tushadigan yuklanishlar, tayyarlanishdagi texnologik talablar, nuqsonlarning paydo bo‘lishi, shlitsa sirtiga beriladigan ishlovlar, hamda ularni ishlab chiqarishda aniqlik darajari, uzoq muddat ishonchlilik bilan ishlashi uchun tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: Yeyilish, g‘ildirak, shlitsa, silindrsimon, texnologik parametr, vtulka, yeyilishbardoshlilik, o‘yiqcha, aniqlik darajasi, yuklanish, tig‘izlik.

Аннотация. В статье рассмотрены типы шлицевых соединений, применяемых в трансмиссиях тракторов, формы их профилей, воспринимаемые нагрузки, технологические требования к их изготовлению, возникновение дефектов, виды обработки шлицевых поверхностей, а также даны рекомендации по обеспечению их точности изготовления и длительной надежной эксплуатации.

Ключевые слова: Износ, колесо, шлицевое соединение, цилиндрический, технологический параметр, втулка, допуск износа, канавка, класс точности, нагружение, натяг.

Abstract. This article examines the types of splined connections used in tractor transmissions, their profile shapes, loads they can withstand, manufacturing requirements, defect occurrence, and spline surface treatment methods. Recommendations are also provided for ensuring precision manufacturing and long-term reliable operation.

Key words: Wear, wheel, splined connection, cylindrical, technological parameter, bushing, wear tolerance, groove, accuracy class, loading, tension.

I. Kirish.

Mashinalarda muftalar yetaklovchi vallardan yetaklanuvchi vallarga burovchi momentlarni uzatishda keng foydalaniladi. Muftalarning turlari keng tarqalgan bo‘lib, ular orasida shlitsali muftalar o‘zlarining konstruksiyasi soddaligi, ishonchliligi va ixchamligi, shuningdek ajratish-yig‘ish osonligi bilan ajralib turadi. Boshqa birikmalar bilan taqqoslaganda, shlitsali muftalarda tutashuvchi sohaning kengligi, katta kuch uzatuvchanligi, yuqori ishonchlilik, past kuchlanish konsentratsiyasiga, val va stupitsalarda kuch yuqotilishining kamligi farqlanadi.

ISSN 3030-3907

Shlitsalardan foydalanishda markazlashtirish va yo‘naltirish funksiyalarini sodda bo‘lib, bu esa yig‘ish, rostlash ishlarini, soddalashtiradi. Natijada shlitsalar doimiy buralishda ishlaydigan mashinalar va transmissiyalarda qo‘llaniladi.[1]

II. Shlitsa turlari va ularning xarakteristikasi

2.1 Shlitsali birikmalarning tish profili bo‘yicha tasnifi.

Shlitsalar tishlarining profil shakliga ko‘ra evolventali, to‘g‘ri burchakli, uchburchakli, dumaloq yoyli bo‘ladi (1-rasm). Evolventali shlitsalarning tish profilida evolventa egri chizig‘iga ega bo‘ladi (1a-rasm). Bunday tishli shlitsalar doim radial kuchkar ta’siri ostida ish bajaradi. Bu esa avtomatik ravishda o‘z-o‘zini markazlashtiradi, hamda harbir tishga birxil yuklanish tushishini ta’minlaydi. Evolventali shlitsalar yuqori yuklanish sharotida ishlash qobiliyatiga ega. Shuning uchun to‘plangan yuklama va yuqori aniqlikdagi markazlashtirish talab qilinadigan birikmalarda evoventali shlitsalar keng qo‘llaniladi.

To‘g‘ri burchakli tishli shlitsalar (1b-rasm), kichik diametr va tashqi diametr yoki yon tomonlari bilan markazlashtiriladi. To‘g‘ri burchakli shlitsalar statik va yoki nisbatan kam yuklanish tushadigan birikmalarda ishlatiladi.

Uchburchakli shlitsalar ichki tish profili uchburchak shaklga ega, tashqi shlitsa esa 45º bog‘lanish burchagi bilan evolvent shaklga ega. Uchburchak shaklli shlitsalar asosan yengi yuklanish va kichik diametrli statik birikmalarda, ayniqsa yubqa devorli detallarda foydalaniladi.

Dumaloq yoyli shlitsaning tish profili dumaloqdir. Uning tutashuv maydoni va tish qalinligi evolventali shlitsalarga qaraganda ancha katta bo‘lib, bu fretting-kuchlanish kontsentratsiyasidan yeyilishni samarali ravishda kamaytiradi va yuklanishga qarshilik qobiliyatini yaxshilaydi. Dumaloq yoyli shlitsa asosan katta o‘qdoshmas birikmalarida ishlatiladi. [2]



1-rasm. Shlitsalarning tish profil shakllari,

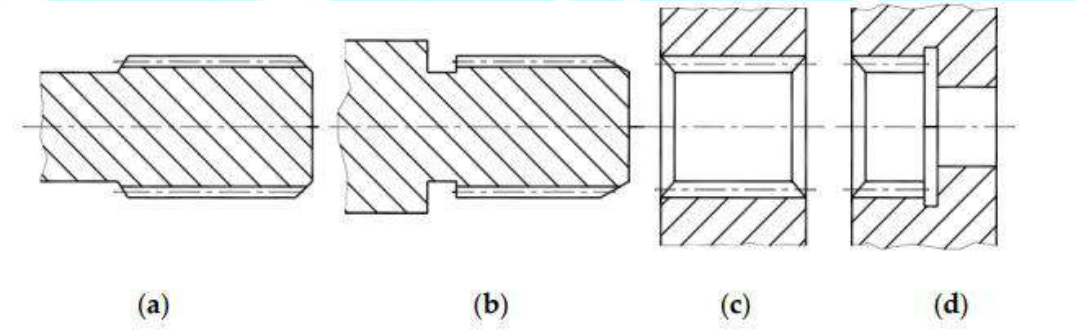
(a) evolventali, (b) to‘g‘ri burchakli, (c) uchburchakli, (d) dumaloq yoyli.

2.2 Shlitsaning detal yuzasiga joylashishi bo‘yicha tasnifi

Shlitsalar detal yuzasiga joylashishi bo‘yicha tashqi ikki uchi ochiq (ikki tomonlama kirishimli) 2a-rasm, tashqi bir uchi ochiq (bir tomonlama kirishimli) 2b-rasm, ichki ikki uchi ochiq (ikki tomonlama kirishimli) 2c-rasm, ichki bir uchi ochiq (bir tomonlama kirishimli) 2d-rasm. Shlitsalarning yuza shakllari turlicha bo‘lishi, mexanik ishlov berishning harxil bo‘lishiga ta’sir ko‘rsatadi. Bundan tashqari shlitsa o‘q yo‘nalishi bo‘ylab konus qilib loyihalanshi mumkin, odatda

ISSN 3030-3907

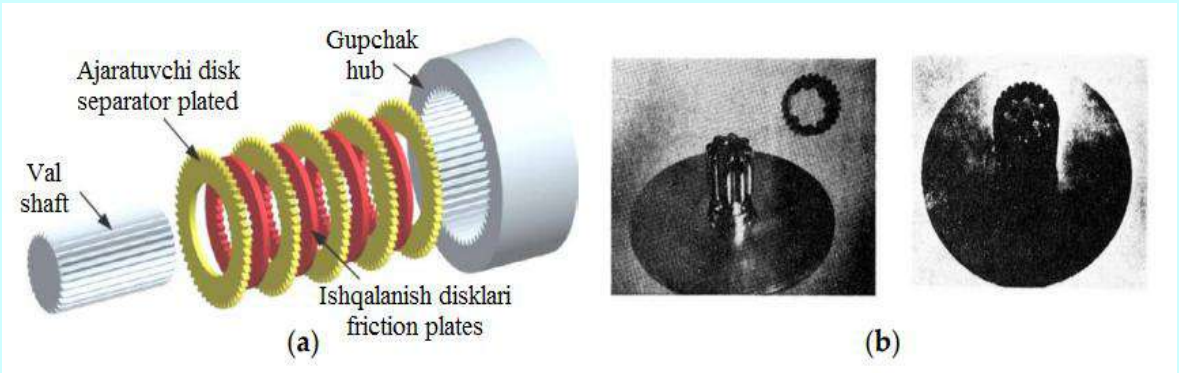
0.54º ga konuslanadi. Bunday konstruksiyali shlitsalar qo‘shni valning maksimal kuchlanishini 15% kamaytirishi, boshqacha qilib aytganda birikmaning charchashga qarshilik qilish qobiliyatini 15% oshiradi.



2-rasm. Shlitsalarning detal yuzasidagi shakllari, (a) tashqi ikki uchi ochiq, (b) tashqi bir uchi ochiq, (c) ichki ikki uchi ochiq, (d) ichki bir uchi ochiq[3].

2.3 Shlitsalarning joylashish rejimi va funksiyasi bo‘yicha sinflanishi.

Bajaradigan funksiyasiga qarab shlitsali birikmalar bir bosqichli va ko‘p bosqichli birikmalarga ajratiladi. Ko‘p bosqichli shlitsali birikmalar burovchi moment tebranishlarini oz miqdorda pasaytirish va ma’lum darajada o‘qdoshmaslikni kompensatsiyalaydi. 3-rasmda ko‘p bosqichli shlitsali birikmalarning 2 turi keltirilgan (ishqalanish diskli ko‘p bosqichli shlitsali birkma, hamda val vtulka o‘rtasida gilzali yoki neylonli shlitsali birikma). Ishqalanish diskli (friction plate) ko‘p bosqichli shlitsali birikmalarning valida aylanuvchi kuch rejimi qo‘llanilganda, ichki va tashqi shlitsalar oralig‘ida tutashuv yuzasi va ishqalanish paydo bo‘ladi, bu esa shlitsali val hamda shlitsali vtulga o‘rtasida tutashuv yuzasi va ishqalanishga qo‘shimcha ravishda burovchi moment uzatadi (3-a rasm)[4]. Val vtulka o‘rtasida gilzali (uzukli) ko‘p bosqichli shlitsali birikmada ichki va tashqi shlitsa oralig‘iga turli xil materialdan tayyorlangan gilza-qatlam kiritiladi (3-b rasm), masalan metall va neylondan (inglizcha-nylon) tayyorlanadi[5].



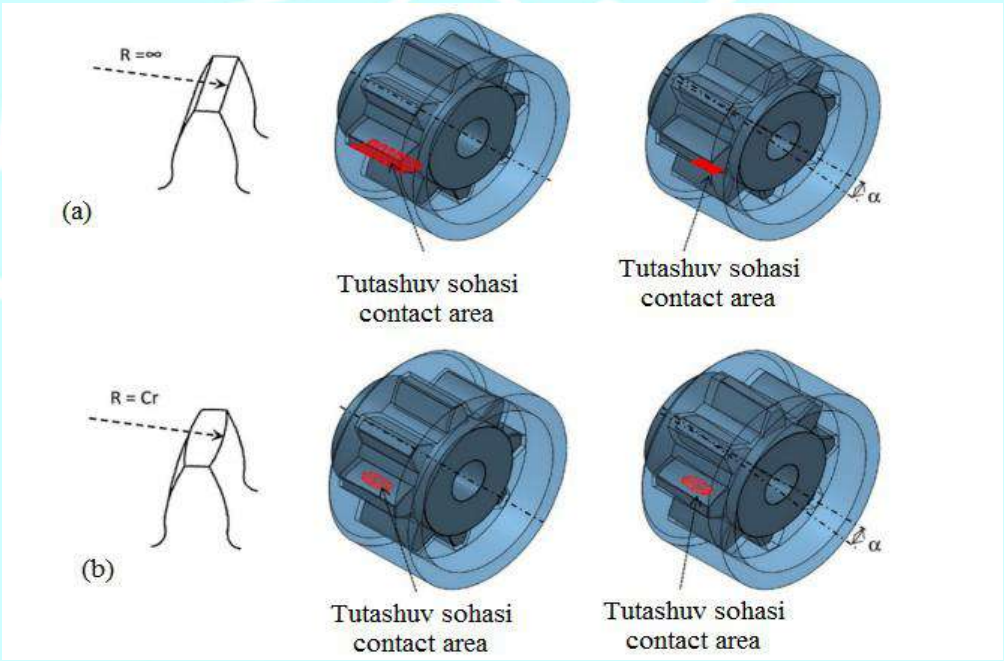
3-rasm. Ko‘p bosqichli shlitsali birikmalar. (a) ishqalanish diskli [4], (b) neylon qatlamli[5].

Yuqorida shlitsali birkmalarning eng ko‘p tarqalgan turi bu evolventa tishli shlitsa ekanini ta’kidlab o‘tdik. Ular ham o‘z nabatida oddiy va tojsimon evolventa tishli shlitsalarga bo‘linadi. Bu shlitsali birikmalarning ham o‘q bo‘yicha

ISSN 3030-3907

markazlashtirilgan va markazlashtirilmagan modifikatsiyalari mavjud. Mexanizmlarda o‘qdosh bo‘lmagan shlitsali birikmalarning tutashuv yuzalari xususiyatlarini yaxshilash maqsadida o‘q bo‘yicha markazlashtirilgan tishli modifikatsiyali shlitsalar tez-tez uchrab turadi. Bunday modifikatsiyali tishli shlitsalarda kushlanish konsentratsiyasini (to‘planishini) oldini olishi mumkin. Har ikkala modifikatsiyada tashqi shlitsada markazlashtirish bajariladi, ichki shlitsa esa o‘zgartirishsiz qoldiriladi. Oddiy modifikatsiyali shlitsalarda tish cho‘qqilari bilan yuqori o‘q yo‘nalishida markazlashtiriladi. Bunday shlitsalarning qaysi biri tish tomonlari va tish o‘qlari bilan markazlashtirilsa o‘shanda evolventa profili saqlanib qolinadi.

Ikkinchi modifikatsiyali tojsimon shaklga ega bo‘lgan evolventa tishli shitsalar, tojli evolventa shlitsa yoki qisqacha toj shlitsalar deb yuritiladi [6]. Toj yuzali shlitsalar oddiy yuzali shlitsalar bilan taqqoslanganda, toj shlitsalar ishqalanish va yeyilishga bardoshli, shuningdek shovqinning pastligi bilan ajralib turadi. Shuningdek qirralarning ezilishi va o‘qdoshmaslik holatida noto‘g‘ri foydalanishdan kuchlanish konsentratsiyasining oldini oladi. Bundan tashqari ichki va tashqi shlitsalar tashqi uchining o‘rta qismi kengaygan shakli tufayli birikma qulay tarzda ajratiladi va yig‘iladi 4-rasm.



4-rasm. Oddiy va tojsimon evolventa tishli shlitsalar. (a) oddiy shlitsa va uning markazlashtirilmagan holatidagi tutashuv yuzasi, (b) toj shlitsa, hamda uning markazlashtirilmagan holatidagi tutashuv sohasi [6].

Oddiy tishli evolventa shlitsalar o‘q bo‘yicha markazlashtirilganda juda katta tutashuv yuzasiga ega bo‘ladi. Bu esa kuchlanish konsentratsiyalanishiga yo‘l qo‘ymaydi. Shuningdek yuklanish tish ichchi yuzasi bo‘ylab bir xil tarqalishiga olib keladi. Xulosa qilib aytish mumkinki oddiy tishli evolventa shlitsalarni

ISSN 3030-3907

markazlashtirish orqali yuqori yuklanish, kam energiya yuqotilishi, shuningdek iqtisidiy samaradorlikka erishiladi.

Toj tishli evolventa shlitsalarning o‘q bo‘yicha markazlashgan va markazlashmagan modifikatsiyalari kuchlanish konsentratsiyasi, tutashuv yuzasi va ishlash muddati bo‘yicha bir-biriga nisbatan katta farq qilmaydi.

Mexanizmlarning detallarini qanchalik puxtalik bilan tayyorlashimizdan qat’iy nazar ularga ta’sir etadigan omillarning asta-sekinlik bilan ko‘rsatadigan zararlarini bartaraf etib bo‘lmaydi.

O‘rganishlar natijasida 18 ta TTZ-60 va 24 ta TTZ-80 markali traktorlarning ekspluatatsiya jarayonida transmissiya agregatlarining buzilishlarining asosiy sabablari uzatmalar qutisining ichki va atmosfera ta’siridagi g‘ildiraklarning haddan ziyod yeyilishi, hamda tishlarining sinishi, sharikli va rolikli dumalash podshipniklanining ishdan chiqishi, hamda shlitsali birikmalarda to‘g‘ri kelmoqda.

Transmissiya agregatlarining ishdan chiqishiga asosan undagi shlitsali birikma vallarining nuqsonlari-shlitsa tishlarining qalinligi bo‘yicha yeyilishi, kamdan-kam uchraydigan tishlarning sinishi kirsa, orqa o‘q va differensialda konus juft, yarim o‘q va satelitlar tishlarining ishchi yuzalarining yeyilishi va ishqalanishdan ortib boradigan tishlarning yeyilishi kuzatiladi 1-jadval.

1-jadval

Yuk ko‘tarish qobiliyati 6-8 t bo‘lgan transport vositalarining ekspluatatsiya davrida ta’mirlararo transmissiya agregatlarining almashtiriladigan qismlarida nuqsonlarning taqsimlashi

Detal ishchi yuzalarining nuqsonlari	Nuqsonlar bo‘yicha transmissiya agregatlarining almashtiriladigan detallari, %			
	Tishli g‘ildiraklar	Shlitsali vallar	Dumalash podshipniklari	Ilashish muftalari
Chegaraviy yeyilish	47,8	9,8	40,4	10,3
plastik deformatsiya yoki mikro qirqilish	9,1	41,9	13,6	69,7
Tishlashib qolish	19,5	-	8,9	-
Toliqish-yuza chuqurlashishi	13,1	3,5	22,3	-
Buralishdan deformatsiyalanish	1,5	18,5	-	-
Mo‘rt sinish	5,2	13,0	10,4	20,0
Buzilishning boshqa ko‘rinishlari	3,8	13,3	4,4	-
Jami	100	100	100	100

ISSN 3030-3907

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki shlitsali birikmalarda eng ko‘p tarqalgan nuqsonlardan biri bu shlitsa tishining yeyilishi – 9,8 %, plastik deformatsiya va mikroqirqilish – 41,9 %, buralishdan deformatsiyalanish – 18,5 % va mo‘rt sinish – 13,0 % hisoblanadi.

Ekspluatatsiya jarayonida avtotraktorlarning agregat va uzellarida yuzaga kelayotgan nuqson va buzilishlarni tahlil qilishdan quydagicha xulosalarga kelish mumkin.

1. G‘ildirakli mashinalarning transmissiya agregatlari eng og‘ir sharoitlarda, yuqori darajali chanli muhitda ishlaydi, bu esa agregatlarning texnik holatini belgilab beradi.
2. Avtomobil va traktorlar transmissiya agregatlarining tishli g‘ildiraklari, dumalash podshipniklari, shlitsali birikmalar va tishli muftalarida ishonchlilik nuqtai nazaridan eng ko‘p cheklovlar mavjud. [7]

Birikma buzilishning parametrik modeli kuchlanish bilan ishlagan vaqtida o‘z alomatlari bilan namoyon bo‘ladi [8] va [9], hamda teshik va valning bardoshlilik qiymatiga, birikmadagi shovqin bilan ishlashiga alohida e’tibor berish kerakligi isbotlangan. Aniqlik me’yorlariga rioya qilmaslik ham birikmaning tez ishdan chiqishiga olib keladi, amma qishloq xo‘jaligi mashinasozligida va ta’mirlash ishlab chiqarishida val uchun 6- hamda teshik uchun 7-sifat darajalariga erishish mushkul hisoblanadi [10].

Aylanishda yuzalarda **kontaktlanish** jarayoni sodir bo‘ladi. Teshik va valning aylanasi uzunligi teng bo‘lmaganligi sababli **g‘adir-budurlik**ning **plastik deformatsiyalanishi** sodir bo‘ladi, shponka nisbiy siljishiga qarshilik qiladi. Har bir aylanish siklida bir – biri bilan tutashuvda bo‘lgan sirtlar to‘qnashadi. Ishqalanish sohasida moyda abraziv zarrachalarning mavjudligi, shuningdek tirqish miqdori eskirishdan yeyilishga ta’sir ko‘rsatadi. Bundan tashqari tirqish qanchalik katta bo‘lsa, **tutashuvda** bo‘lgan yuza shuncha kichik bo‘ladi, sohaga ta’sir ko‘rsatuvchi bosim ortadi, **plastik deformatsiyalanish** tezligi ortadi, yeyilish mahsulotlarining miqdori ortadi, **tutashuv sohasida** yeyilish jarayoni tezlashadi. radial kuchlar va konsolli yuklama natijasida birikmada tirqish paydo qiladi.

Bundan tashqari radial kuchlardan bosimning tekis taqsimlanishiga olib kelsa, konsolli zo‘riqishlar esa notekis taqsimlanishiga olib keladi. “Shponka – val uyasi – vtulka uyasi” birikmalarida burchak-yuzali zaif elementlarda eskirish va ezilish yuzalarini oshirib borish bilan birga paydo bo‘lgan mikroparchalanish oqibatida to‘lqin-zarbali yuklanishlarni keltirib chiqaradi. Shponka qiyshayib uyachada yumaloq shakl egallay boshlaydi[11].

Birikmada radial kuchlar harakatlanishidan ochiq yoriqlar kuchlanish hisobidan qoplanib borad, uning oldini olish uchun yuzalari ko‘chayotgan va ishqalanayotgan hududlarga abraziv zarrachalning kirib borishiga yo‘l qo‘ymaslik

ISSN 3030-3907

kerak. Ammo bu yerdaa katta kuchlanish qabul qilinmaydi, chunki bunday birikmalarning xususiy konstruksiyasi bir necha marotaba ta’mirlash maqsadida ajratish-yig‘ishlarni ta’minlashi zarur.

Birkmalarning bevosita ishonchliligiga ta’sir ko‘rsatadigan asosiy sirt parametrlariga alohida e’bor berish zarur [12].

Birikmalarni uzoq muddat ishonchliligini saqlab qolish vazifasi qo‘yilganda, belgilangan muddatda texnik xizmat ko‘rsatish ishlarini bajarish, tushadigan yuklanishlarni, kuchlanishlarni, tasodifiy holatlarni-tirqishlarni, ya’ni aniqlik va texnologik parametrlarni to‘g‘ri tanlash muhidir. Bularga quydagi ussullar orqali erishish mumkin: val va vtulka yuzalarining yeyilishbardoshliligini oshirish, shponka va uning o‘yiqchasining yeyilishbardoshliligini oshirish, birikmaning aniqlik darajasini va yuklanish kuchlarini, hamda qabul qilingan tig‘izlikni optimal tanlash [13].

Shlitsali birikmalar o‘ziga xos sharoitlar ta’sirida ishlatiladi, ya’ni moylash imkoni bo‘lmagan, bevosita tashqi muhit ta’sir etadigan, yuqori tezlik va yuklanish bilan aylanadigan vallarda, abraziv zarrachalar mavjud bo‘lgan mexanizmlarda, bumalash padshipniklarida o‘rnatilgan va o‘rnatilmagan uzatmalarda, shuningdek moyga botirilgan karterlarda o‘rnatiladi.

Bunday birikmalani uzoq muddat ishonchli ishlashi uchun ularning ishlash sharoitlarini to‘g‘ri tahlil etgan holda, birikma “teshik val shponka” detallarini tayyorlanish jarayonlariga to‘g‘ri texnik yechim tanlab, zagatovkani saqlash,

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Wang, Y.L.; Zhao, G.; Sun, X.C.; Shengxiang, L.I. Review on Research of Aviation Spline. Aeronaut. Manuf. Technol. 2017, 60, 91– 100.
2. Coss, R.A.; Gantschnigg, G.K. Aircraft Electric System and System Component Study (F-4 Type Aircraft); Interim Report; ARINC Research Corporation: Annapolis, MD, USA, 1967.
3. Endoy, R. Gear Hobbing, Shaping, and Shaving: A Guide to Cycle Time Estimating and Process Planning; Society of Manufacturing Engineers: Dearborn, MI, USA, 1990; pp. 63–74.
4. Chase, K.W.; Sorensen, C.D.; De Caires, B. Variation Analysis of Tooth Engagement and Load Sharing in Involute Splines. Gear Technol. 2010, 7, 54–62.
5. Brown, H.W. A Reliable Spline Coupling. J. Eng. Ind. 1979, 101, 421.
6. Zhao, G.; Wang, M.R.; Feng, Z.F.; Wang, Y.Q.; Guo, M.; Su, C.Q. Design method and its misaligned contact characteristic of aviation crowned spline. J. Aerosp. Power 2022, 37, 694–703.
7. Иргашев А., Иргашев Б.А. Неисправности агрегатов колесных машин, возникающих в условиях эксплуатации // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021

ISSN 3030-3907

8. Ерохин М.Н., Леонов О.А. Взаимосвязь точности и надежности соединений при ремонте сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2006. № 2. С. 22-25.
9. Леонов О.А. Теоретические основы расчета допусков посадок при ремонте сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2010. №2. С. 106-110.
10. Леонов О.А., Шкаруба Н.Ж. Алгоритм выбора средств измерений для контроля качества по техникоэкономическим критериям // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2012. №2. С. 89-91.
11. Леонов О.А., Вергазова Ю.Г. Расчет посадок соединений со шпонками для сельскохозяйственной техники // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. 2014. № 2. С. 13-15.
12. Леонов О.А., Киселева Е.Н., Вергазова Ю.Г. Влияние шероховатости поверхности деталей на долговечность соединений при ремонте сельскохозяйственной техники // Международный техникоэкономический журнал. 2014. № 5. С. 47-51.
13. Вергазова Юлия Геннадьевна Процесс изнашивания цилиндрических соединений со шпонкой // Символ науки. 2015. №9-1. С. 50

ISSN 3030-3907

GELIOQURILMALARNING GEOMETRIK O‘LCHAMLARINI GEODEZIK USUL YORDAMIDA KUZATISH

Ibragimov Utkir Nurmamat o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti,
Axmadov Javohirbek Xasanovich
Qarshi davlat texnika universiteti talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada gelioqurilmalarning geometrik o‘lchamlarini aniqlash va ularning joylashuvi hamda tekisliklardagi og‘ishlarini kuzatish va geodezik usullarni qo‘llash hamda gelioqurilmalarni joyga o‘rnatish va yuqori aniqlikda joylashtirish va muntazam kuzatib borish imkoniyatlari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: gelioqurilmalar, geodezik o‘lchashlar, geodezik monitoring, quyosh panellar, loyihaviy tekislik, geometrik o‘lchamlar.

Аннотация. В данной статье рассматриваются возможности определения геометрических размеров солнечных устройств, их местоположения и контроля их отклонений в плоскостях геодезическими методами, а также установки и позиционирования солнечных устройств с высокой точностью и регулярным контролем.

Ключевые слова. солнечные установки, геодезические измерения, геодезический мониторинг, солнечные панели, проектная плоскость, геометрические размеры.

Abstract. This article discusses the possibilities of determining the geometric dimensions of solar devices, their location, and monitoring their deviations in planes, using geodetic methods, and installing and positioning solar devices with high accuracy and regular monitoring.

Keywords. solar installations, geodetic measurements, geodetic monitoring, solar panels, design plane, geometric dimensions.

Kirish.

Bugungi kunda energiya manbalarining barqarorligi va ekologik tozaligi muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu nuqtai nazardan, quyosh energiyasi qayta tiklanadigan va atrof-muhitga zarar yetkazmaydigan energiya manbai sifatida keng qo‘llanilmoqda. Quyosh energiyasidan samarali foydalanish uchun gelioqurilmalar, ya’ni quyosh panellari, konsentratorlar va kollektorlar, aniq va to‘g‘ri joylashtirilishi lozim. Ularning geometrik o‘lchamlari va pozitsiyasining aniqligi qurilmaning samaradorligini bevosita ta’sir qiladi.

Gelioqurilmalarning o‘lchamlarini va joylashuvini yuqori aniqlikda aniqlash uchun geodezik usullar keng qo‘llaniladi. Gelioqurilmalarning qurilmalarning joylashuvini va burchaklarini aniq o‘lchash imkonini beradi. Shu bois, gelioqurilmalarni geodezik usullar yordamida kuzatish va o‘lchash ularning optimal ishlashini ta’minlash muhim o‘rin tutadi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Ko‘zguli geliostat.

Gelioqurilmalarning geometrik o‘lchamlarini geodezik usullar yordamida o‘lchash va monitoring qilish jarayoni va gelioqurilmalar ish jarayonida xar xil tashqi va ichki kuchlar ta’sirida o‘z geometrik holatini o‘zgartirishi tabiiydir. Bu o‘zgarishlarni aniqlash va aniqlangan xolatlar bo‘yicha, tegishli taklif va xulosalar ishlab chiqish orqali gelioqurilmalarning foydali ish koeffitsiyentini oshirishga erishish mumkin.

Buning uchun gelioqurilmalarning geometrik o‘lchamlar tahlilini o‘tkazilishi zaruriy masala bo‘lib, gelioqurilmalarning geometrik o‘lchamlarini ishchi rejimda yoki montaj qilish jarayonida aniqlash hamda mavjud nazorat qilish usullarini takomillashtirishga yoki yangi usullar yaratilishiga asos bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA. Quyosh energiyasidan samarali foydalanish sohasida gelioqurilmalarning (quyosh panellari, konsentratorlar, kollektorlar) geometrik o‘lchamlarini aniqlash va monitoring qilish muhim ahamiyatga ega. Bu masalada geodezik usullarni qo‘llashning samaradorligi keng qo‘llab kelishmoqda.

M.A.Barilloyev va M.S.Mirzayevning o‘z tadqiqotlarida quyosh panellarining geometrik o‘lchamlarini hisoblash usullari, gelioqurilmalarning geometrik o‘lchamlarini geodezik usullar yordamida kuzatish jarayon metodikasini ishlab chiqqan.

Yevropa davlatlarida quyosh energiyasidan samarali foydalanish va gelioqurilmalarning geometrik o‘lchamlarini aniqlash bo‘yicha bir qator ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Bunda Chexiya Respublikasidagi Praga Iqtisodiyot va Biznes Universiteti olimlari Elahi Gol boshchiligida olib borgan tadqiqotda, quyosh panellarining statik va quyoshga qarab harakatlanuvchi tizimlarining texnik-iqtisodiy tahlili amalga oshirilgan.

ISSN 3030-3907

NATIJALAR. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi gelioqurilmalar-ko‘zguli geliostatlar va quyosh batareyalarini loyihalash muammolarining nazariy, amaliy asoslari va ularning geometrik o‘lchamlarini aniqlash, hamda yuza tekisligini tekshirish, tuzatish ishlari ko‘plab olimlar tomonidan tadqiq qilingan.

Quyosh energiyasidan elektr energiyasi ishlab chiqarish, issiq suv va isitish tizimi bilan ta’minlash, quduqdan suv olish va uni chuchuklashtirish, meva-sabzavotlarni quritish hamda boshqa ko‘plab maqsadlarda keng ko‘lamda foydalanish imkoniyatlari mavjud.

Gelioqurilmalarning yuzasini nazorat qilish uchun qo‘llaniladigan mavjud geodezik usullar tahlili ularni kontaktli va kontaktsiz o‘lchash usullarga bo‘linadi.

➢ kontaktli usullar alohida nuqtalarni nazorat qiluvchi yuzada o‘lchashga asoslanadi. Mexanik nivelirlash usuliga ko‘ra nazorat yuza profilini shablon yoki etalonli yuza bilan solishtirib amalga oshiriladi. O‘lchash murakkabligi va ma’lumotlarni qayta ishlash, shuningdek baland bo‘lmagan aniqlik tufayli usul geotexnikada cheklangan holatda qo‘llaniladi.

➢ kontaktsiz usullar geometrik va to‘lqinli optika qonunlarini qo‘llashga asoslangan.

Gelioqurilma ramasi yuza tekisligining loyihaviy tekislikdan qanchaga o‘zgarganligini aniqlashda nazorat nuqtalari oralig‘idagi qiyalik yo‘nalishlari bo‘yicha aniqlanganligi gelioqurilma ramasi yuzasi tekisligining loyihaviy tekislikdan qancha o‘zgarish borligini aniqlash imkoniyatini yaratadi. Gelioqurilma ramasi yuza tekisligidagi 9 ta nazorat nuqtalaridan olingan sanoqlar gelioqurilma yuza tekisligini 8 ta yo‘nalish bo‘yicha aniqlangan qiyalik qiymatlari orqali nazorat qilish imkoniyati yaratilganligidadir.

Gelioqurilma ramasi yuzasi tekisligini ishchi rejimga yaqin bo‘lgan ramaning vertikal holatida tekshirishda yondan va trigonometrik (taxeometrik) nivelirlash usullarining qulayligi, ya’ni kontaktsiz usulligi uchun qo‘llanildi. Tekshirilayotgan gelioqurilma ramasi yuzasiga perpendikulyar holatda SP Focus 4 elektron taxeometri o‘rnatilib, belgilangan 9 ta nazorat nuqtalarigacha bo‘lgan d masofalar, gorizontal va vertikal burchaklar o‘lchandi, natijalar Credo Dat dasturida hisoblandi va gelioqurilma yuza tekisligi 0,5 millimetrdan o‘tkazilgan gorizontallar orqali tasvirlanadi. Nazorat nuqtalardagi ishchi balandliklar, gelioqurilma ramasi yuza tekisligining loyihaviy tekislikdan qanchaga o‘zgarganligini ko‘rsatdi va o‘z navbatida gelioqurilma ramasining mustahkamligini oshirishga tegishli ko‘rsatma bo‘lib xizmat qiladi.

Quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirib beruvchi gelioqurilmalar-ko‘zguli geliostatlar va quyosh batareyalari (2 – rasm) ko‘rinishidagi maxsus ishlab chiqilgan, geometrik o‘lchamli optik qurilma bo‘lib hisoblanadi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Quyosh batareyasi.

MUHOKAMA. Geodezik kuzatishlar natijalari gelioqurilmaning geometrik o‘lchamlarini aniqlash baholash va geodezik monitoring usuli, gelioqurilmalarning geometrik o‘lchamlari barqarorligini baholash hamda deformatsion tendensiyalarni aniqlash imkonini beradi. Kelgusida bu usul yordamida nafaqat geometrik o‘lchamlar, balki issiqlik ta’siridagi dinamik deformatsiyalarni ham avtomatlashtirilgan sensor tizimlari bilan birlashtirish istiqbollari mavjud.

XULOSA. Yuqoridagi tahlillarga asoslanib gelioqurilmalarning geometrik o‘lchamlarini geodezik usul yordamida kuzatish quyidagi ilmiy-amaliy natijalarni hal qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

- ishchi rejimda geliostat yuzasining nazorat qilish masalasi yechimi dolzarb va amaliy zaruriyat hisoblanadi;
- gelioqurilma ramasi yuzasi tekisligining loyihaviy tekislikdan qanchaga o‘zgarganligini aniqlashda geometrik, yondan yoki trigonometrik nivelirlash usullarining hamda lazerli yoki elektronli geodezik asboblarning imkoniyatlari ko‘pligi e’tiborga loyiqdir;
- gelioqurilma ramasi yuza tekisligining loyihaviy tekislikdan qanchaga o‘zgarganligini aniqlashdagi o‘lchash ishlari xatoligi 0.2 mm qiymat kattaligidan oshmaslik kerak;
- nazorat nuqtalari orasidagi qiyalikni aniqlashdagi geodezik o‘lchash ishlarini 1.5 millimetr xatolik bilan bajarish mumkinligi baholandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. U.N.Ibragimov “Gelioqurilmalarning geometrik o‘lchamlarini tekshirish usullarini takomillashtirish” nomli monografiya. Qarshi.: Intellekt, 2023-yil.
2. U.N.Ibragimov, M.M.Aralov, P.R.Qurbonov M.G.Nazarov, X.X.Jumayev “Topografiya, kartografiya va GIS” nomli darslik. Qarshi.: Intellekt, 2023-yil.
3. U.N.Ibragimov, M.M.Aralov. Topografik kartalar yaratishning asosiy usullari. arxitektura, muhandislik va zamonaviy texnologiyalar jurnali. 2022/12/12

ISSN 3030-3907

4. U.N.Ibragimov. Masofadan zondlash materiallaridan foydalanib qishloq xo‘jalik yerlarini monitoring qilish va elektron kartalarini tuzish. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. 2023

5. K.N.Xo‘jakeldiyev, J.O.Mirzayev, U.N.Ibragimov. O‘lchov natijalarini qayta ishlash usullarini tanlash. RESEARCH AND EDUCATION. 2022/4/30

6. Z.M.Qilichev, J.O.Mirzayev, U.N.Ibragimov. Geodezik o‘lchashlarda tenglashtirish usullarini tanlash. 2022/11/1

ISSN 3030-3907

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Мансурова Ш.П.
Джизакский политехнический институт Научный руководитель
Холмуминова С.
Джизакский политехнический институт студент

Аннотация. Решение задач энергосбережения в системах водоснабжения возможно с различных сторон. В статье эта задача рассматривается с позиций управления системой водоснабжения. Оптимальное управление системой водоснабжения населенного пункта необходимо рассматривать только в связи с работой водопитателей (насосных станций). С применением ГИС-технологий это позволит отразить все изменения по нагрузкам участков сети и принять необходимые решения для выполнения многих задач минимизации затрат энергии на эксплуатацию системы водоснабжения. Ставилась задача минимизировать энергопотребление насосной станции в течение суток в соответствии с суточным графиком водопотребления.

Ключевые слова: системы водоснабжения и водоотведения, геоинформационная система, потребление воды, насосная станция, автоматизация, автоматизация.

Abstract. Energy conservation issues in water supply systems can be addressed from various perspectives. This article examines this problem from the perspective of water supply system management. Optimal management of a community's water supply system should be considered only in relation to the operation of water feeders (pumping stations). Using GIS technologies, this will allow for the reflection of all changes in network loads and the necessary decisions to minimize energy costs for water supply system operation. The objective was to minimize pumping station energy consumption throughout the day in accordance with the daily water consumption schedule.

Keywords: water supply and sanitation systems, geographic information system, water consumption, pumping station, automation.

Annotatsiya. Suv ta’minoti tizimlarida energiyani tejash masalalari turli nuqtai nazardan ko‘rib chiqilishi mumkin. Ushbu maqola ushbu muammoni suv ta’minoti tizimini boshqarish nuqtai nazaridan ko‘rib chiqadi. Aholi punktining suv ta’minoti tizimini optimal boshqarish faqat nasos stantsiyalarining ishlashi bilan bog‘liq holda ko‘rib chiqilishi kerak. GIS-texnologiyalaridan foydalangan holda, bu tarmoq uchastkalarining yuklamalaridagi barcha o‘zgarishlarni aks ettirish va suv ta'minoti tizimining ishlashi uchun energiya xarajatlarini minimallashtirish bo‘yicha zarur qarorlarni qabul qilish imkonini beradi. Maqsad kunlik suv iste'moli

ISSN 3030-3907

jadvaliga muvofiq nasos stantsiyasining kun davomida energiya sarfini minimallashtirish edi.

Kalit so‘zlar: suv ta’minoti va kanalizatsiya tizimlari, geografik axborot tizimi, suv iste’moli, nasos stantsiyasi, avtomatlashtirish.

Введение

Водные ресурсы играют ключевую роль в развитии сельских районов и сельского хозяйства и тесно связаны с глобальными проблемами бедности и отсутствия продовольственной безопасности, адаптации к изменению климата и преодоления его последствий, а также с проблемами деградации и истощения природных ресурсов, которые влияют на благосостояние миллионов сельских жителей во всем мире.

Современные прогнозы показывают, что в 2050 г. население мира вырастет с нынешних 6,9 млрд чел до 9,1 млрд. Кроме того экономический прогресс, особенно в новых странах, способствует росту спроса на продовольствие и диверсифицированные рационы питания. В результате резко возрастает спрос на продовольствие, и, по прогнозам, производство продовольствия в мире увеличится на 70%, а в развивающихся странах – на 100%. Однако водные ресурсы, не безграничны и уже сейчас испытывают тяжелый стресс.

На современном этапе развития техники водообработки невозможно управлять системами водоснабжения и водоотведения без их автоматизации. Высокая производительность оборудования, скорости потоков и физико-химических превращений, большие объемы аппаратов и сооружений, зависимость технико-экономических показателей (ТЭП) от большого числа разнообразных факторов – все это предъявляет высокие требования к управлению систем водоснабжения и водоотведения. Если человек-оператор раньше с успехом справлялся с задачами управления, то теперь он этого сделать не может из-за своих ограниченных возможностей: утомляемости, субъективности в оценке возникающих ситуаций, ограниченной скорости реакций на резкие изменения режимных параметров и т. п. В результате функции управления в инженерных системах и на очистных сооружениях все в большем объеме передаются автоматическим устройствам. В ближайшие годы уровень автоматизации должен вырасти в несколько раз.

Управление водопроводно-канализационным хозяйством крупного города – сложная задача, решение которой на современном уровне возможно на основе применения информационных технологий, среди которых одной из ключевых является технология географических информационных систем (ГИС). Использование ГИС-технологий позволяет получить качественно новые преимущества для всего предприятия водоснабжения – оперативное

ISSN 3030-3907

получение необходимой для эффективного управления полной и своевременной информации об объектах систем водоснабжения и канализации. Такая возможность обеспечивается уникальной способностью геоинформационных систем интегрировать разнородные информационные ресурсы предприятия. Таким образом, ГИС – наиболее предпочтительная для предприятия водоснабжения технология объединения разнородных информационных ресурсов и оперативного получения необходимой для эффективного управления полной и своевременной информации.

Геоинформационные технологии постепенно становятся неотъемлемой частью информационного пространства предприятий водоснабжения.

Геоинформационная система (ГИС) – современная компьютерная технология для картографирования и анализа объектов реального мира, происходящих и прогнозируемых событий и явлений. Геоинформационные системы наиболее естественно отображают пространственные данные.

ГИС объединяет традиционные операции при работе с базами данных – запрос и статистический анализ – с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет карта. Эта особенность дает уникальные возможности для применения ГИС в решении широкого спектра задач, связанных с анализом явлений и событий, прогнозированием их вероятных последствий, планированием стратегических решений.

Геоинформационные системы тесно связаны с другими информационными системами и используют их данные для анализа объектов.

ГИС отличают:

– развитые аналитические функции;

– возможность управлять большими объемами данных;

– инструменты для ввода, обработки и отображения пространственных данных.

Ключевые преимущества геоинформационных систем:

– удобное для пользователя отображение пространственных данных;

– картографирование пространственных данных, в том числе в трехмерном измерении, наиболее удобно для восприятия, что упрощает построение запросов и их последующий анализ;

– интеграция данных внутри организации.

Геоинформационные системы объединяют данные, накопленные в различных подразделениях компании или даже в разных областях деятельности организаций целого региона. Коллективное использование

ISSN 3030-3907

накопленных данных и их интеграция в единый информационный массив дает существенные конкурентные преимущества и повышает эффективность эксплуатации геоинформационных систем:

– принятие обоснованных решений;

– автоматизация процесса анализа и построения отчетов о любых явлениях, связанных с пространственными данными, помогает ускорить и повысить эффективность процедуры принятия решений;

– удобное средство для создания карт.

Геоинформационные системы оптимизируют процесс расшифровки данных космических и аэросъемок и используют уже созданные планы местности, схемы, чертежи. ГИС существенно экономят временные ресурсы, автоматизируя процесс работы с картами, и создают трехмерные модели местности.

На примере сети водоснабжения населенного пункта оптимизировалась работа насосной станции из семи вертикальных многоступенчатых центробежных насосов марки GRUNDFOS CRN 120-2, пять из которых являются рабочими, а два – резервные. На рис.1 представлен график суточного водопотребления населенным пунктом, в соответствии с которым и производилась оптимизация.

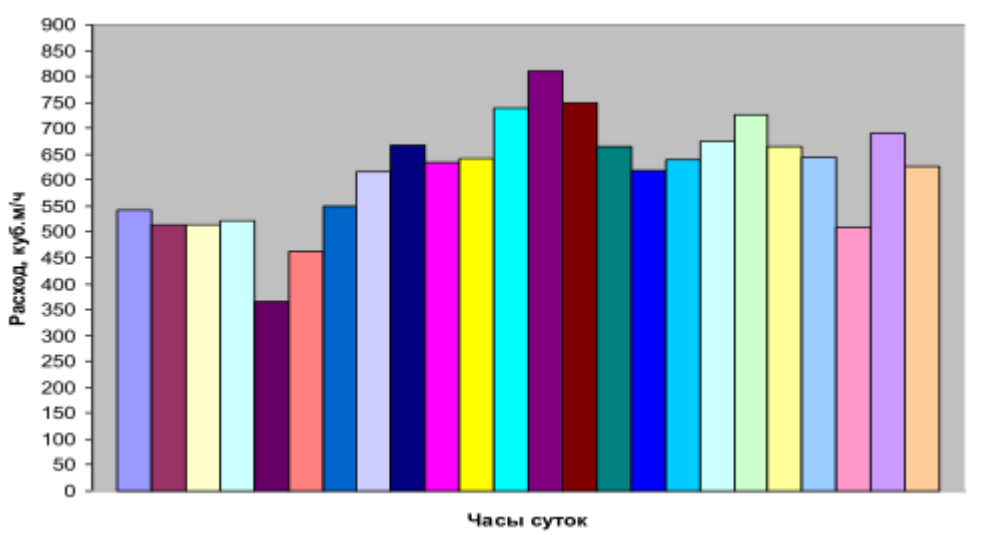


Рис. 1. График суточного водопотребления

На рис. 2 проиллюстрирована оптимальная загруженность насосной станции по времени суток. Суммарная потребляемая мощность (количество работающих насосов) определялась путем аппроксимации технических характеристик насосов по КПД и потребляемой мощности в зависимости от расходов аналитическими выражениями с последующей оптимизацией одним из математических методов. Для более четкого отслеживания минимума потребляемой мощности необходимо использовать частотные преобразователи и подбор насосов с оптимальными техническими

ISSN 3030-3907

характеристиками в диапазоне суточного изменения расходов на все расчетные случаи.

Практика показывает, что график суточного водопотребления нестабилен и ситуации, возникающие в сети водоснабжения, меняются в течение часа. Это требует пересчетов оптимизации расходов и напоров на участках сети водоснабжения с определенной дискретностью во времени. При этом задача статической оптимизации переходит в задачу динамической оптимизации с привлечением аппарата нечетких множеств и нечетких регуляторов.

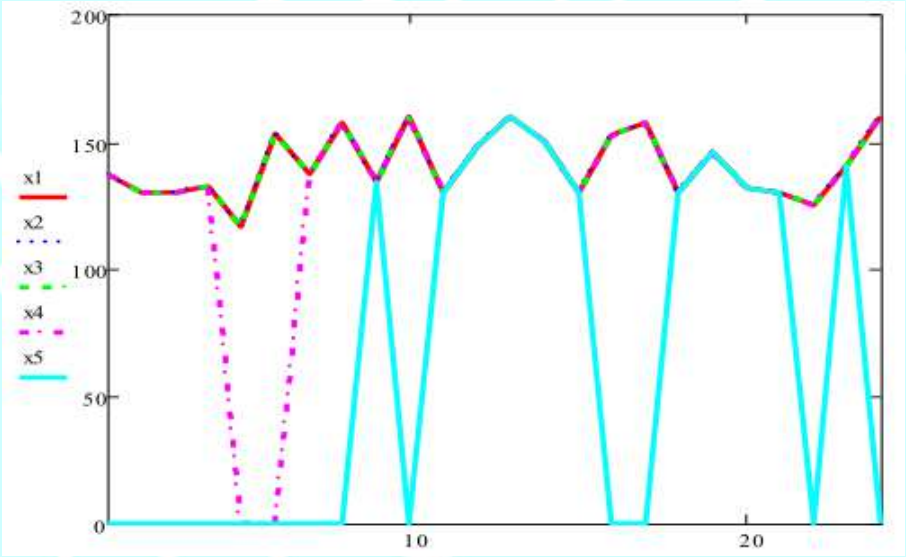


Рис. 2. Оптимизация работы насосов с минимальным энергопотреблением

Рассмотрим алгоритм управления насосными агрегатами при переменных нагрузках на потребление воды с использованием нечетких множеств. Потребление воды оценивается как нечеткая переменная, определяемая оператором, и в зависимости от изменения потребления воды изменяется ток нагрузки насоса, подключаются новые насосы, либо отключаются. Внесение оперативной коррекции в режим работы насосной станции позволит сэкономить потребляемую электроэнергию по сравнению с непрерывным регулированием с помощью АСР. В качестве управляющего воздействия используется ток нагрузки насосов, частотные преобразователи и количество подключаемых насосов. Управляющие нечеткие переменные: X_1 – уровень тока нагрузки на первый насос, X_2 – уровень тока нагрузки на второй насос. Выходная переменная Y – величина нагрузки по водопотреблению.

Лингвистические переменные позволяют формализовать и приближенно описать высказывания оператора, используя в качестве переменной X – «число», а терм-множества T(X) – различные названия лингвистических значений переменной X. В качестве базовой переменной U

ISSN 3030-3907

используется числовая ось с масштабом, соответствующим определенному названию лингвистических значений переменных X_1, X_2, Y и их диапазону варьирования при управлении. Семантическое правило M(X) ставит в соответствие каждой нечеткой переменной X ее смысл M(X), т. е. нечеткое подмножество (терм) M(X) = R(X) = {u, μ_X (u)} универсального множества U, где μ_X (u) – функция принадлежности, характеризующая степень принадлежности элемента подмножеству X.

Алгоритм принятия решения содержит две фазы:

1-я фаза: исходное установление матрицы отношения R на основе двух видов информации:

а) лингвистических значений $X_{i,nt}$, $X2_{i,nt}$, $Y_{i,nt}$ для времени nt в виде нечетких подмножеств;

б) таблицы решающих действий над значениями.

Решающее (управляющее) действие алгоритма описывается следующим образом:

Если Y = Н, то X1 = Н; X2 = 0;
Если Y = ПС, то X1 = ПС; X2 = СМ;
Если Y = ОМ, то X1 = ОМ; X2 = 0;
Если Y = ОБ, то X1 = ОБ; X2 = 0.
Если Y = ПМ, то X1 = ПМ; X2 = 0;
Если Y = ПБ, то X1 = ПБ; X2 = СБ;
Если Y = ОС, то X1 = ОС; X2 = 0;

В ином виде запись решающего действия $X_{i,nt} \Lambda X_{j,nt} \rightarrow Y_{i,nt}$.

Необходимую дискретность контроля нагрузки на водопотребление можно определить на основе анализа статистических свойств случайного процесса изменения нагрузки с использованием особых точек.

2-я фаза: определение решающих действий по измеренным X_i^1 , X_i^2 в Y_i или иначе:

$$k_3[y(nT - y(nT - T)] = F[k_1 e(nT);\ k_2 e(nT) - e(nT - T))],$$

который можно рассматривать как ПИ-регулятор.

Необходимую дискретность контроля нагрузки на водопотребление можно определить на основе анализа статистических свойств случайного процесса изменения нагрузки с использованием особых точек. Устойчивость замкнутой системы определяется устойчивостью алгоритмов самого оператора, выработанных постепенно итеративным путем.

Результаты моделирования работы нечеткого регулятора по сравнению с обычными ПИ- и ПИД-регуляторами показали меньшую дисперсию заданной величины. Устойчивость замкнутой системы определяется

ISSN 3030-3907

устойчивостью алгоритмов самого оператора, выработанных постепенно итеративным путем.

Аналогичный подход использован в управлении канализационными насосными станциями.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А. А. Рульнов, К. Ю. Евстафьев. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения : учеб. для вузов /. – М.: Инфра-М, 2007. – 204 с.
2. К. И. Зуев. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения: учеб. пособие; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2016. – 224 с.
3. П. В. Акимова, К. И. Зуев, А. А. Саунин. Моделирование аварийных ситуаций в сети водоснабжения с использованием ГИС-технологий. Т. 3. Ч. 1 “Высокие технологии, фундаментальные исследования, экономика” – СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2011. – с. 46.
4. О.Г.Барашко. Автоматика, автоматизация и автоматизированные системы управления: курс лекций. – Минск: Изд-во Белорус. гос. техн. ун-та, 2011. – 328 с.
5. И.Т.Гороновский. Физико-химическое обоснование автоматизации технологических процессов обработки воды. – Киев: Наук. думка, 1975. – 216 с.

ISSN 3030-3907

MODIFIKATSIYALANGAN POLIMETILMETAKRILAT NAMUNALARIGA TERMOOKSIDLANISH JARAYONIDA KISLORODNING YUTILISHI

Choriev Ikrom Qurbonovich
Buxoro davlat texnika universiteti Kat.o‘qit.
Mavlanov Boboxon Arashovich
Buxoro davlat texnika universiteti* k.f.n. *dotsent.
Choriyev Mironshox Ikromovich
Buxoro davlat texnika universiteti talaba.
Xo‘jaqulov Kamoliddin Ramazanovich
Buxoro davlat texnika universiteti PhD, dotsent.
Email: zehniddin2012@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu maqolada modifikatsiyalangan polimetilmetakrilat (PMMA) polimerining termooksidlanish jarayonidagi kislorod yutilish kinetikasi o‘rganildi. PMMA tarkibiga kiritilgan funksional guruhlar va qo‘shimcha modifikatorlarning oksidlovchi muhitdagi barqarorlikka ta’siri termogravimetrik analiz (TGA), differensial skanerlovchi kalorimetriya (DSC) va oksidlanish induksiya vaqtini (OIT) aniqlash usullari orqali baholandi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, polimer zanjiriga kiritilgan modifikatorlar kislorod yutilish tezligi, oksidlanish boshlanish harorati hamda oksidlanish jarayonining umumiy aktivatsiya energiyasini sezilarli darajada o‘zgartiradi. Modifikatsiyalangan PMMA namunalarida kislorod yutilishining pasayishi polimerning termooksidlanishga nisbatan barqarorligini oshirishi aniqlangan. Olingan ilmiy natijalar PMMA asosli kompozitsion materiallar uchun issiqlikka chidamlilikni yaxshilashga, yangi avlod funksional polimer stabilizatorlarini ishlab chiqishga amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: polimetilmetakrilat (PMMA), modifikatsiyalangan polimerlar, termooksidlanish, kislorod yutilishi, oksidlanish kinetikasi.

Аннотация:В данной работе изучены кинетические особенности поглощения кислорода модифицированными образцами полиметилметакрилата (ПММА) в процессе термоокислительной деградации. Влияние введённых функциональных групп и модифицирующих добавок на устойчивость полимера в окислительной среде оценено методами термогравиметрического анализа (TGA), дифференциальной сканирующей калориметрии (DSC) и определения индукционного времени окисления (OIT). Экспериментальные результаты показали, что модификация полимерной цепи существенно изменяет скорость поглощения кислорода, температуру начала окисления и общую энергию активации процесса. Было установлено, что снижение скорости поглощения кислорода у

ISSN 3030-3907

модифицированных образцов ПММА свидетельствует о повышении их термоокислительной стабильности. Полученные данные могут быть использованы при разработке композиционных материалов на основе ПММА с повышенной термостойкостью, а также при создании новых эффективных стабилизаторов полимеров.

Ключевые слова: полиметилметакрилат (ПММА), модифицированные полимеры, термоокисление, поглощение кислорода, кинетика окисления.

Abstract: This study investigates the kinetics of oxygen uptake by modified polymethyl methacrylate (PMMA) samples during thermo-oxidative degradation. The influence of incorporated functional groups and modifying additives on the oxidative stability of the polymer was evaluated using thermogravimetric analysis (TGA), differential scanning calorimetry (DSC), and oxidation induction time (OIT) measurements. The results show that chemical modification of the PMMA backbone significantly alters the rate of oxygen absorption, the onset temperature of oxidation, and the overall activation energy of the degradation process. A decrease in oxygen uptake in modified PMMA samples indicates improved resistance to thermo-oxidative degradation. The findings provide a scientific basis for developing PMMA-based composite materials with enhanced thermal stability and for designing new, efficient polymer stabilizers.

Key words: polymethyl methacrylate (PMMA), modified polymers, thermo-oxidation, oxygen uptake, oxidation kinetics.

Kirish.

Ma’lumki, MMA gomopolimeri va uning sopolimerlari yuqori haroratlarda (200-300 °C) ham inert atmosferada, ham havo kislorodi ishtirokida termooksidlanish destruksiyasiga uchraydi, kislorodning bu jarayonga ta’siri haqida ma’lumot yetarli emas. Shu munosabat bilan, kislorod konsentrasiyasining metilmetakrilat gomopolimeri va sopolimerlarining oksidlanish va depolimerlanish jarayoniga ta’sirini aniqlash muhim asosiy vazifalardandir, chunki kislorod konsentrasiyasi depolimerlanish jarayonini belgilaydi. Bunday tadqiqotlar bizga termooksidlanish destruksiyasi mexanizmini o‘rnatish va PMMA asosidagi polimer materiallarni kislorod ta’siri termooksidlanishdan himoya qilish usullarini aniqlash imkonini beradi [1;-30 -31 b].

Ma’lumki, polimerlarning oksidlanishi yuqori molekular birikmaning unda erigan kislorod bilan ta’sirlashuvi, ya’ni polimerning oksidlanishidan oldin kislorodda erishi sodir bo‘ladi. Oksidlanish tezligi polimer namunalarining qalinligiga bog‘liq bo‘lib, oksidlanuvchi moddaga kislorod diffuziyalanishi asosiy bosqich hisoblanadi, natijada namunalarni butun hajmi bo‘ylab reaksiya boradi.

Tadqiqotning usuli.

ISSN 3030-3907

O‘rganilgan namunalar plyonka ko‘rinishida bo‘lib polimer erituvchida eritilib petri kosachasiga quyiladi va doimiy og‘irlikka kelguncha quritiladi. Oksidlanish 240-250°C va kislorod bosimi P02=20 kPa da olib borildi. Polimerni 10 mg namunasi vakuumda 250°C haroratda 5-7 daqiqa davomida oldindan qizdirildi, keyin kislorod ishtirokida bosim o‘zgarishi qayd etildi. Tajribalar natijalari shuni ko‘rsatdiki, kislorod issiq tizimga kiritilganda uning kengayishi e’tiborga olinmadi. Shuning uchun polimerlar va sopolimerlarga kislorod diffuziyalanganda faqat eruvchanlik ta’siri hisobga olindi, chunki PMMA makromolekulasiga katta hajmli monomer bo‘g‘inlarining kiritilishi sopolimer makromolekulalar zichligini o‘zgartirishi mumkin. 6-Br-BTTMMA va BTTMMA monomerlarining kichik miqdori bilan sintez qilingan metilmetakrilat sopolimerlarining termooksidlanish jarayoni o‘rganildi.

1 -jadval

Metilmetakrilatning 6-brom- benztiazoltion va benztiazoltion bilan sopolimerlarida kislorodning eruvchanligi va diffuziyalanishi

Barqarorlash-tiruvchi miqdori, mas.%	Kislorod bosim O2, kPa	Eruvchanlik koeffisent 10^6, mol/kg tor.	Diffuziyalanish koeffisenti D 107, sm/s
6-Br-MMA - BTTMMA			
0	20	2,70	1,40
0,5	20	2,74	1,41
1,0	20	2,86	1,46
3,0	20	2,86	1,48
5,0	20	2,89	1,48
MMA - BTTMMA			
0,5	20	2,76	1,41
1,0	20	2,85	1,42
3,0	20	2,84	1,43
5,0	20	2,86	1,46

Tabiiyki, polimerda kislorodning eruvchanligi va diffuziya tezligi ortishi bilan oksidlanish tezligi ortadi. 6-Br-BTTMMA, va BTTMMA bo‘g‘inlarining kislorodning sopolimerlarda eruvchanligiga ta’sirini aniqlash uchun qalinligi 190-300 mkm bo‘lgan plyonkalar shaklida polimer va sopolimer namunalari tayyorlandi va 20°C da tajribalar o‘tkazildi.

Kislorodning metilmetakrilat polimerlari va sopolimerlarida unchalik yuqori bo‘lmagan bosimlarda eruvchanligi Genri qonuniga bo‘ysundi, ya’ni polimerdagi kislorod miqdori [O2] uning muhitdagi konsentrasiyasi (bosimi) bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri proporsionaldir R02:

$$[O2]=\gamma_n \text{ R02}$$

ISSN 3030-3907

bu erda γn -polimerdagi kislorodning eruvchanlik koeffisienti.

Polimetilmetakrilat va metilmetakrilat sopolimerlari va 6-brom-benztiazoltionilmetakrilat va benztiazoltionilmetakrilat sopolimerlari namunalariga kislorod yutilish konsentrasiyasining bosimga bog‘liq-ligi ko‘rsatildi. Bu bog‘liqlik to‘g‘ri chiziq qonuniyatiga to‘g‘ri keladi [2;- 112 -114 б].

Metilmetakrilat polimeri va sopolimerlarida kislorodning eruvchanligining miqdoriy o‘lchovi kislorod va boshqa gazlar uchun qonunga muvofiq harorat ta’sirida o‘zgarib turadigan eruvchanlik koeffisienti hisoblanadi.

$$\gamma_n = \gamma_{ne} \exp\left(-\frac{H}{RT}\right)$$

bu erda ΔN - gazning erishi paytidagi entalpiyaning o‘zgarishi;

γne – predeksponental ko‘paytirgich;

va γn- faqat cheklangan harorat oralig‘idagi doimiylik; ular yaqin fazaga o‘tish haroratida o‘zgarishi mumkin.

Tadqiqot natijasi.

Polimerlarda kislorodning erish issiqliklari kichik ±13 kJ/mol oralig‘ida yotadi. Ishda kislorodning eruvchanligi polimer va sopolimerning kimyoviy tabiatiga kuchsiz bog‘liqligi qayd etilgan. Bu olingan natijalarga mos keladi (2-jadval).

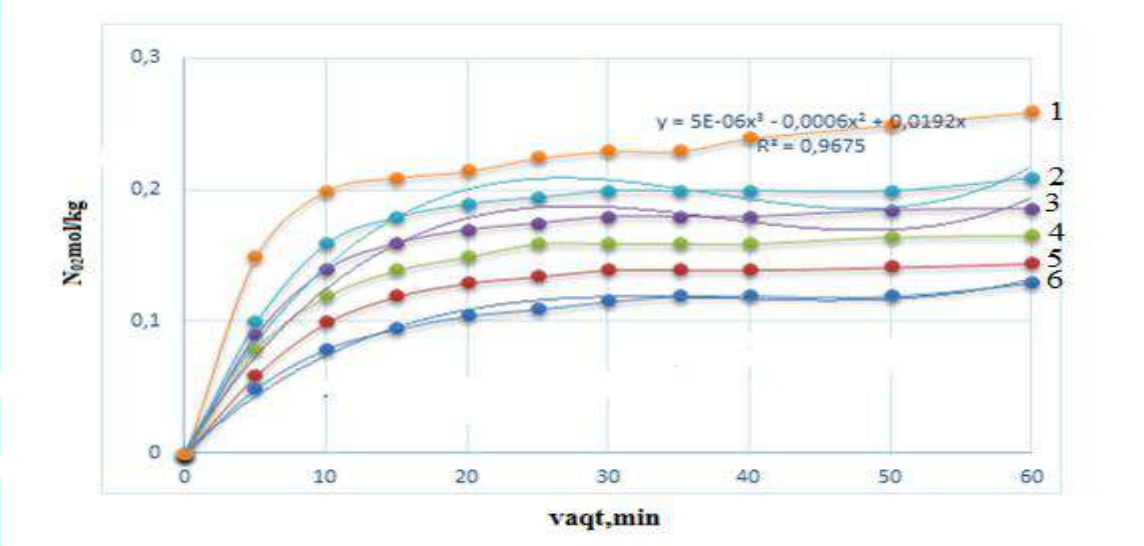
1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, PMMA makromolekulalari tarkibiga 6-Br-BTTMMA, BTTMMA bo‘g‘inlarining kiritilishi PMMA gomopolimeri bilan solishtirganda sopolimerlardagi makromolekulalar zichligi deyarli o‘zgartirmaydi, bu kislorod diffuziyasi va eruvchanlik koeffisienti kam o‘zgarishidan dalolat beradi.

PMMA gomopolimeri va polibenztiazoltion, 6-brom-polibenztiazoltion va metilmetakrilat sopolimerlarining kislorodni yutish egri chizig‘iga ko‘ra (1-rasm), polimer oksidlanishi dastlabki daqiqalaridan boshlanadi, kislorodning maksimal yutilish tezligi esa 10-20 daqiqaga etadi. keyin kamayadi va o‘zgarmasdan qoladi. PMMA, PBTTMMA, 6-Br-PBTTMMA gomopolimerlarining va MMA sopolimerlari uchun esa oz miqdorda 6-Br-BTTMMA (1-rasm) oksidlanish reaksiyasining deyarli to‘liq to‘xtash vaqti 25-30 minutni tashkil etadi

Namunalarga kislorod yutish egri chiziqlaridan ko‘rinib turibdiki, (2-rasm) PMMA makromolekulasiga 6-brom-BTTMMA va BTTMMA bo‘g‘inlarining 0,5 dan 3 mass.% gacha kiritilishi, modifikasiyalanmagan PMMA ga nisbatan namunalarning kislorodni yutish tezligining pasayishiga olib keladi. Yutilgan kislorodning maksimal miqdoriga bog‘liqlik egri chiziqlaridan ko‘rinib turibdiki, termooksidlanishga eng chidamli bo‘lgan MMA sopolimerlari 1,0 va 2,0 mass% 6-brom-BTTMMA va 0,5-1,0 mass% BTTMMA namoyon qildi. Sopolimerda tarkibida geterohalqali monomer bo‘g‘inlarini yanada ortishi sopolimerlarning

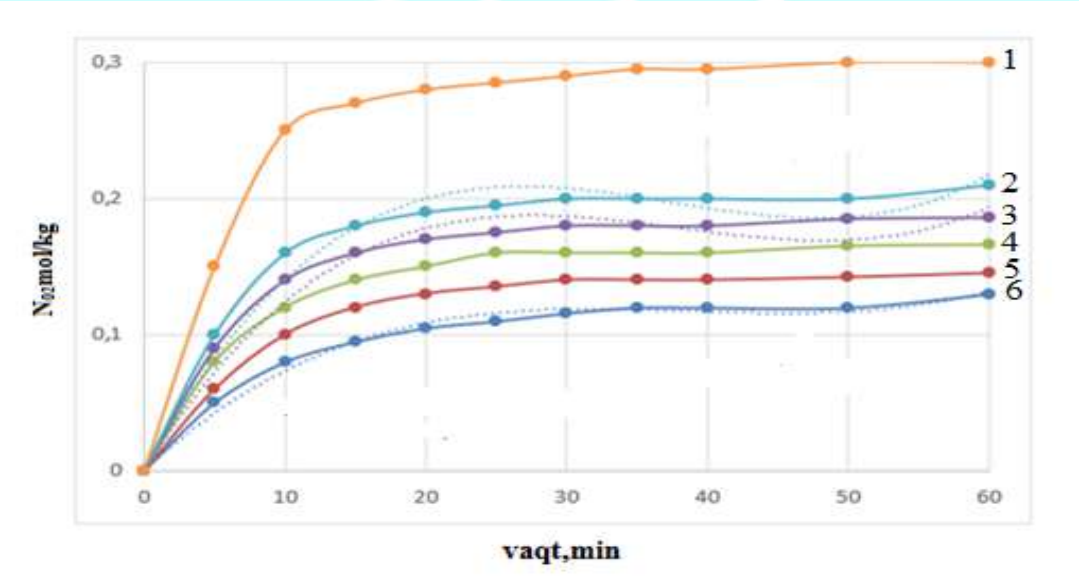
ISSN 3030-3907

termooksidlanish barqarorligi pasayishiga olib keldi. Bu, ko‘rinishidan, antioksidant tarkibi yuqori bo‘lgan polimerlarda kislorodning eruvchanligi va diffuziyasining ortishi bilan bog‘liq, chunki kislorodning eruvchanligi deyarli haroratga bog‘liq emas. MMA va BTTMMA somonomerlarning boshlang‘ich konsentrasiyasining keng diapazonida olingan sopolimerlarining termooksidlanish destruksiyasini o‘rganish katta qiziqish uyg‘otdi. PMMA va MMA ning 6-brom-BTTMMA va BTTMMA sopolimerlarini bilan, shuningdek, ikkinchi somonomer miqdori 10-90 mol.% bo‘lgan holda sintez qilingan sopolimerlar yuqori haroratda oksidlanish jarayonida sopolimerlarning oksidlanish barqarorligi PMMA gomopolimerinikidan yuqoridir. Kislorod yutilishining sopolimerlar tarkibiga bog‘liqligi egri chiziqlari sopolimer tarkibida 50 mol.% 6-brom-BTTMMA va 30-40 mol.% BTTMMA bo‘lganida ham minimal darajadan o‘tadi. Sopolimer tarkibidagi ikkinchi komonomer miqdorining yanada oshishi termooksidlanish barqarorligining pasayishiga olib keldi.



1-rasm. PMMA (1) va MMA sopolimerlarining kislorod yutilishining kinetik egri chiziqlari; 1,0 (6); 2,0 (5); 0,5 (4); 3,0 (3) va 5,0 (2) mas.% BTTMMA. RO2 = 20 kPa, T = 250°C.

ISSN 3030-3907



2-rasm. PMMA (1) va MMA sopolimerlarining kislorod yutilishining kinetik egri chiziqlari. 0,5 (5); 1,0 (6); 2,0 (4); 3,0 (3) va 5,0 (2) mass% 6-brom-BTTMMA, T = 250°C; RO2 = 20 kPa.

Shunday qilib, olingan eksperimental ma'lumotlar boshlang'ich somonomer nisbatlarining keng oralig'ida termooksidlanish barqarorligi yuqori bo'lgan yangi sopolimerlarni sintez qilish imkoniyatini beradi.

PMMA va ular asosidagi sopolimerlar tomonidan kislorodning yutilishini o'rganish natijalariga ko'ra, shuningdek, oltingugurtli geterohalqali MMA ning dastlabki oksidlanish tezligi PMMA ga qaraganda har doim kichik bo'ladi. Sopolimerlarning oksidlanishidagi eng katta farq yutilgan kislorodning maksimal miqdoriga mos keladigan reaksiyaga kirishgan monomer birliklarining maksimal konsentrasiyasida kuzatiladi. Sopolimerlarning oksidlanishi, 6-Br-BTTMMA, BTTMMA monomer bo'g'inlari sarflanishi bilan boradi. PMMA oksidlanish tezligi oz miqdorda BTTMMA bo'g'inlari kiritilishi natijasida samarali kamayadi. PMMA oksidlanishidagi farq PMMA tuzilishida uchlamchi C-N bog'larining yo'qligi bilan bog'liq; BTTMMA va 6-Br-BTTMMA monomer bo'g'inlarining nisbatan past konsentrasiyasi termooksidlanish destruksiyasini sezilarli darajada sekinlashtiradi. Oksidlanish R•O2 radikallari va kislorod molekulasi bilan reaksiyaga kirisha oladigan BTTMMA va 6-Br-BTTMMA bo'g'inlaridagi oltingugurt atomi bilan bog'liq.

Shu sababli, MMA ning BTTMMA va 6-Br-BTTMMA bilan sopolimerlarida kislorodning yutilish tezligining pasayishi kuzatiladi, BTTMMA ning monomer bo'g'inlari esa R•O2 ga nisbatan sezilarli darajada kamroq faoldir, bu esa bu guruhlarning MMA bilan sopolimerda kamroq barqarorlashtiruvchi ta'sirini keltirib chiqaradi. [3; 62 -64 , 4; 156-157 б, 5; 58-61, 6; 8-11 b].

Polimerlar va sopolimerlarning termooksidlanish barqarorligini baholash uchun metilmetakrilat asosidagi sopolimerlarning oksidlanish jarayonining kinetik

ISSN 3030-3907

qonuniyatlari o‘rganildi. O‘rganilayotgan namunalar uchun bog‘liqlik ko‘rsatkichlari 2 -jadvallarda keltirilgan.

2-jadval

Polimetilmetakrilat gomo- va sopolimerlarning termooksidlanishi kinetik ko‘rsatkichlari.

Namunalar	W0 ·104 mol/kg s	Nmax., mol/kg s	K ·103, 1/c	W0 ·Nmax ·104 mol2/kg2 s
PMMA	3,5	0,28	1,25	0,98
6-Br-PBTTMMA	0,66	0,25	0,26	0,16
PBTTMMA	0,13	0,15	0,56	0,02
MMA+0,5% 6-Br-PBTTMMA	1,10	0,17	0,67	0,19
MMA+1% 6-Br-PBTTMMA	1,16	0,11	0,66	0,13
MMA+2% 6-Br-PBTTMMA	2,33	0,12	0,70	0,28
MMA+3% 6-Br-PBTTMMA	4,9	0,14	3,5	0,69
MMA+5% 6-Br-PBTTMMA	3,33	0,21	1,46	0,70
MMA+0,5% BTTMMA	2,16	0,12	0,80	0,26
MMA+1% BTTMMA	1,66	0,09	3,0	0,15
MMA+2% BTTMMA	2,66	0,14	0,66	0,37
MMA+3% BTTMMA	3,3	0,18	3,1	0,60

Eslatma: W0 – oksidlanishni boshlang‘ich tezligi, RO2 = 20 kPa, T = 250°C

Sintez qilingan namunalarning kislorodni yutish kinetik egri chizig‘ining tabiatiga ko‘ra, ularni ikkinchi turdagi egri chiziqlarga ajratish mumkinva u quyidagi formula bilan tavsiflanadi.

$$N_{02} = N_{max}\ 1 - e^{-kt}$$

bu erda Nmax.- t→∞ da polimer yutilgan kislorod miqdori;

K- oksidlanish sharoitiga, polimerning tabiatiga, kislorod bosimiga va haroratga bog‘liq koeffisient. Ushbu bog‘liqlikdan foydalanib, K va Nmax doimiyligini bilgan holda, polimer oksidlanishining kinetik egri chizig‘ini keltirish mumkin. Ushbu bog‘liqlikni polimerning birjinsli emasligi bilan izohlash mumkin, bu ularning oksidlanish tezligidagi sezilarli farq alohida bo‘limlari tufayli yuzaga keladi.

Xulosa.

Shunday qilib, 2-merkaptobenzotiazol asosida sintez qilingan monomer barqarorlashtiruvchi bo‘g‘inlarining oz miqdori (0,5-0,2 mas.%) polimerlarning asosiy makromolekulasi tarkibiga kiritilsa termooksidlanishga barqarorligi sezilarli darajada oshirish imkonini beradi. [7; 30-31 b, 8;-44-49 b, 9;- 81 b]

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR

1. Яриев О.М. Синтез, свойства полимеров и сополимеров на основе акриловых мономеров содержащих гетероциклические группы. // Автореф.дисс… докт. хим. наук. –Ташкент. – 1991. -50 с.
2. Додонов В.А., Гарусова Ж.В., Старостина Т.И. Синтез термостабильного низкомолекулярного ПММА// Тез.докл.IX конф. Деструкция и стабилизация полимеров. –М.: -2001.-с. 58-59.
3. Мавлонов Б.А.,Чориев И.К., Худойназарова Г.А., Хайдаров А.А.Иследование при высокотемпературном окислении полимерных композиции на основе полиметилметакрилата. Композиционные материалы. Ташкент.-2001.-№2.-с.8-11.
4. Мавлонов Б.А., Чориев И.К., Яриев О.М., Худойназарова Г.А. Изучение термостабильности химически стабилизированных сополимеров метилметакрилата. Депонировании в ГКРНТ ВИНИТИ.-Москва.-2000. №2513.-В 00.от 29.09.00.-5с.
5. Старостина Т.И., Гарусова Ж.В., Додонов В.А. Термоокислительная стабильность ПММА, синтезированного радикальным путем в присутствии некоторых производных бора и винилметилкетона.// Тез.докл. IX конф. Деструкция и стабилизация полимеров. –М.: -2001.-с.190-191.
6. Салимгареева В.Н.., Колесов С.В. Термическая деструкция полиметилметакрилата// Химия и химическая технология журн. 2007. С 403 № 7. С.10.
7. Choriev I.K., Mustafoev X.M., Mavlanov B.A., Axmedov V.N. Foto- va termobarqaror gomo-, sopolimerlarning olinishi, xossalari, texnologiяsi/ monografiя. –Buxoro. Bukhara Brilliant Cargo, 2024.-116 b.
8. Чориев.И.К, Мавланов Б.А., Ахмедов В. Н. Изучение термоокислительной деструкции сополимеров на основе метилметакрилата и гетероциклическими мономерами “ Механика муоммаларини ечишда иновацион ечимлар ва истикболлари” Республика илмий-амалий анжумани 17 – 18 май 2024 йил, 324 – 327 б.
9. I.Q. Choriev, B.A. Mavlanov, V.N. Axmedov. Geterohalqali metakril monomerlarning sintezi va ularning fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish. «наука и технологии устойчивого развития современного общества» международная конференция. 25-26 апреля 2025 года. Бухоро. 2025. –с 43 - 47.

ISSN 3030-3907

KREMNIY FTALOSIYANIN PIGMENTINING KVANT-KIMYOVIY VA YARIMO‘TKAZUVCHANLIK XUSUSIYATLARI TAHLILI

D.X. Shukurov
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, t.f.f.d., dots
X.X.Turayev
Termiz davlat universiteti, k.f.d., prof
M.U.Karimov
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti, t.f.d. prof
E-mail: dkhursanovich@mail.ru

Annatatsiya. Ushbu tadqiqotda yarimo‘tkazgich xususiyatga ega bo‘lgan tarkibida kremniy saqlagan ftalosiyanin pigmentining sintezi amalga oshirildi. Hamda ushbu kremniy ftalosianin kompleksidagi ligand molekulasining kvant-kimyoviy xususiyatlari Gauss dasturi (UB3LYP/6-311++G(d,2p) yordamida tahlil qilindi. Hisob-kitoblar UB3LYP funksionali va zichlik funksional nazariyasi (ZNF) asosidagi 6-311++ G (d,2p) asos to‘plami yordamida amalga oshirildi. Shuningdek, elektron zichligi taqsimoti, ligand molekulasining HOMO–LUMO energiya oralig‘i, dipol momenti, elektrostatik potensial sirtlari va reaktivlik indekslari aniqlandi va ularning kompleksning umumiy barqarorligiga ta’siri tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: kremniy, ftalosianin, tandem, kvant-kimyoviy tahlil, Gaussian dastur, HOMO–LUMO, yarimo‘tkazgich birikma.

Аннотация. В данной работе синтезирован кремнийсодержащий фталоцианиновый пигмент с полупроводниковыми свойствами. Квантово-химические свойства молекулы лиганда в этом комплексе кремния с фталоцианином были проанализированы с помощью программы Gaussian (UB3LYP/6-311++G(d,2p). Расчеты проводились с использованием функционала UB3LYP и базисного набора 6-311++G(d,2p) на основе теории функционала плотности (ZNF). Также были определены распределение электронной плотности, ширина энергетической щели HOMO–LUMO, дипольный момент, электростатические потенциальные поверхности и индексы реакционной способности молекулы лиганда, а также проанализировано их влияние на общую стабильность комплекса.

Ключевые слова: кремний, фталоцианин, тандем, квантово-химический анализ, программа Gaussian, HOMO–LUMO, полупроводниковое соединение.

Abstract. In this work, a silicon-containing phthalocyanine pigment with semiconductor properties was synthesized. Quantum-chemical properties of the ligand molecule in this silicon-phthalocyanine complex were analyzed using the Gaussian program (UB3LYP/6-311++G(d,2p). Calculations were performed using the UB3LYP functional and the 6-311++G(d,2p) basis set based on the density

ISSN 3030-3907

functional theory (ZNF). In addition, the electron density distribution, HOMO–LUMO energy gap width, dipole moment, electrostatic potential surfaces, and reactivity indices of the ligand molecule were determined, and their effect on the overall stability of the complex was analyzed.

Keywords: silicon, phthalocyanine, tandem, quantum-chemical analysis, Gaussian program, HOMO–LUMO, semiconductor compound.

Kirish.

Markaziy atom sifatidagi metall va metalsiz ftalosianinlar qolaversa, ligandlar sifatidagi qatnashadigan ftalangidrid bilan bog‘ hosil qilib geterosiklik birikmalar saqlagan metall ftalosianinlar sintezi va tadqiqoti ko‘plab yangi turdagi yarimo‘tkazgich va fotoanod materiallar ishlab chiqarish kabi ilmiy tadqiqot yo‘nalishlarini ochilishida juda katta ahamiyatga ega bo‘lib bormoda. Ftalosianinlar kuchli kislotalar va ishqorlar bilan o‘zaro ta’sir qilmaydi, shuningdek, spektrlarning infraqizil va ko‘rinadigan qismida ahamiyatli optik yutilishga ega [1]. Hozirgi kunda Fayziyev J.B., Beknazarov X.S., Djalilov A.T.,Tillayev A.T. kabi olimlar ftalosianin xosilalariga asoslangan murakkab molekulyar komplekslar sintezi va tadqiqoti, shuningdek, metall tutgan ftalosianin molekulasi tarkibidagi ligandlar bilan bog‘lanadigan funksional guruhlarni kiritish orqali makrosikllar sonining ko‘paytirish natijasida ftalosianin komplekslarining modifikatsiyasi bo‘yicha juda ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib bormoqdalar [2]. Biroq, metall hamda metalsiz ftalosianinlarning yarimo‘tkazuvchanlik va optik xususiyatlari qanday o‘zgarishi bo‘yicha, qolaversa, murakkab organik yarimo‘tkazgichlarda sodir bo‘ladigan optik, fotodinamik va elektrofizik jarayonlarni tavsiflash kabi yo‘nalishlarda ilmiy tadqiqotlar olib boorish muhim ahamiyat kasb etadi [3]. Shuningdek, ftalosiyanin komplekslariga asoslangan organik yarimo‘tkazgichli materiallarning amaliy qo‘llanilishi bo‘yicha yetarlicha tadqiqotlar olib borilmaganligi bu boradi tadqiqot ishlarining dolzarbligini yanada oshiradi. Ftalosiyanin komplekslariga asoslangan materiallarning harorat va kimyoviy ta’sirlarga chidamliligi ularni gaz sensorlari [4–5] va yorug‘lik chiqaradigan qurilmalarda [6] ishlatishga imkon beradi. Kremniy ftalosiyanin ko‘pincha amaliy ishlanmalarda qo‘llaniladi, chunki u ko‘proq o‘rganilgan va p-tipidagi yarimo‘tkazuvchanlik xususiyatni namoyon qiladi [7].

Ftalosiyanin komplekslari odatda p-tipli yarimo‘tkazgichlar hisoblangani uchun ularning gazlarga sezgirligi yuqori. Darhaqiqat, gaz molekulasi aniqlash jarayonida tekis elektron tashish vazifasini bajaradi va keyinchalik kamaytirilgan kompleks hosil qiladi. Qolgan musbat zaryad ikkita ftalosiyanin makrosikllari orqali delokalizatsiya qilinadi, bu esa qarshilikning keskin pasayishiga olib keladi, bu esa o‘z navbatida organik yarimo‘tkazgichni zaryadlash uchun zarur bo‘lgan vaqtni qisqartiradi. Ba’zi tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ftalosiyanin komplekslari

ISSN 3030-3907

samarali fotosensibilizator sifatida ham ishlatilishi mumkin [8] va turli tuzilmalarga ega ftalosiyanin komplekslariga asoslangan ko‘p komponentli yarimo‘tkazgichli tuzilmani yaratish orqali spektrning yaqin-IR mintaqasida fototok signalini sezilarli darajada oshirish mumkin [9-10].

Ftalosiyaninlarning bu oxirgi xususiyati keyingi avlod tandem asosidagi quyosh batareyalarini yaratish, shuningdek, ftalosiyanin asosidagi gaz sensorlarining sezgirligini oshirish uchun ishlatilishi mumkin [11]. Ftalosiyanin komplekslarining yaqin-IR diapazonida elektromagnit nurlanishni faol ravishda yutish qobiliyati organik va noorganik yarimo‘tkazgichlarning xususiyatlarini birlashtirgan murakkab yarimo‘tkazgichli tuzilmalarni yaratish uchun ishlatilmoqda [12]. Organosilikon polimer va mis ftalosiyanin ITO/P(Si)/CuPc tuzilmalarida fotosensitivlik yetti maksimal ko‘rinishda nozik tuzilishga ega va 1 dan 3 eV gacha bo‘lgan diapazonda ishlashi kuzatiladi [13-14].

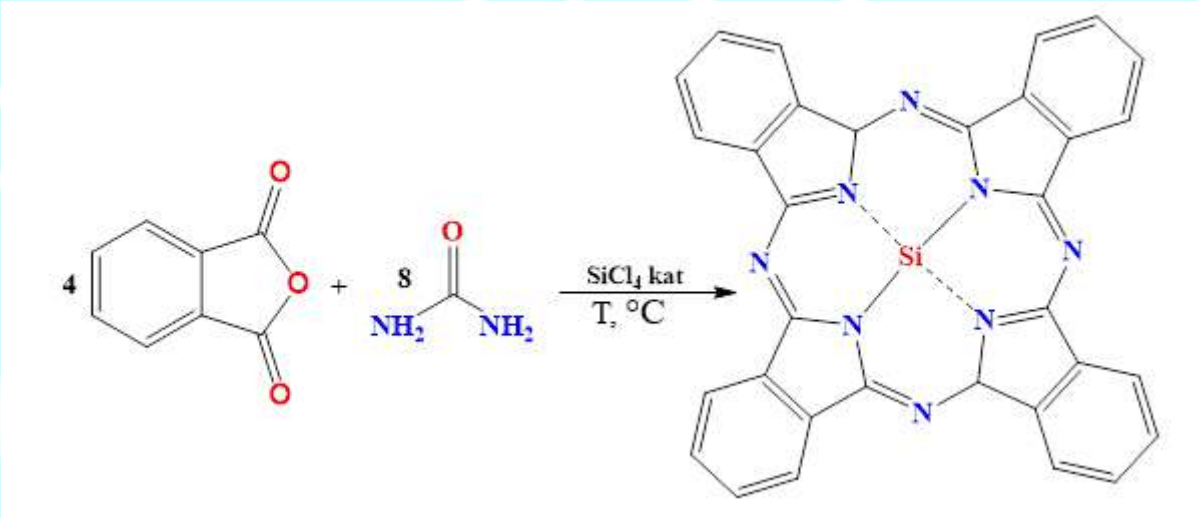
Magnit atomlar metall ftalosiyaninlar sintezida kompleks hosil qiluvchi agentlar sifatida ishlatilishi mumkin. Natijada, hosil bo‘lgan tuzilmalar qiziqarli magnit xususiyatlarga ega. Xususan, FePc ning α-fazasining magnit xususiyatlarini zanjirlar orasidagi antiferromagnit o‘zaro ta’sir bilan ferromagnit zanjir modeli doirasida ishlashini aytishimiz mumkin [15-16].

TAJRIBAVIY QISM

Tarkibida kremniy saqlagan ftalosianin bo‘yoq moddasining sintezi

Kremniy IV-xlorid, karbamid va ftall angidrid hamda katalizator asosida tarkibida kremniy saqlovchi ftalosianin bo‘yoq moddasini sintez qilish uchun 6,8 gr (0,04 mol) kremniy IV-xlorid, 23,68 gr (0,16 mol) ftal angidrid, 19,2 gr (0,32 mol) karbamid va umumiy massaga nisbatan 0.01% miqdorda katalizator sifatida natriy borgidrid qo‘shib yaxshilab aralashtirildi. Oldindan yoqib tayyorlab qo‘yilgan qizdirish pechidagi harorat 290°C ga yetganda stakandagi reaksion aralashmani pechga 2,5 soat davomida qo‘yildi. Jarayonning oxirida, qo‘shimcha tozalash, eritish va neytrallash jarayonidan so‘ng ko‘k, och yashil kristallar paydo bo‘lib stakan tagiga cho‘ka boshlaydi. Olingan cho‘kmani ammiak eritmasi bilan neytrallab so‘ngra Byuxner voronkasida filtrlab, bir necha marotaba distillangan suv bilan yuvib olinadi. Yuvib olingan mahsulotni quritish pechida 50 °C haroratda 12 soat qo‘yib quritiladi. Quyida kremniy ftalosianin yarimo‘tkazgich pigmentining xosil bo‘lish reaksiyasining tahminiy reaksiya formulasi tasvirlangan 1-rasm.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Kremniy ftalosianin yarimo‘tkazgich pigmentining xosil bo‘lish reaksiya tenglamasi.

Sintez qilingan yangi, tarkibida kremniy saqlagan ftalosianin bo‘yoq modda ekanligi adabiyotlardagi ma’lumotlarga solishtirib va fizik-kimyoviy analizlarni amalga oshirib aniqlandi. Sintez qilingan yangi fotokonduktiv bo‘yoq modda turli xossalari bilan ajralib turadi. Masalan, termik jihatdan barqarorligi, quyosh nuriga sezgirligi, hamda eritmada turg‘un ekanligi uning qo‘llanilish sohalarini kengaytiradi. Hozirgi kunda tarkibida kremniy saqlovchi ftalosianin bo‘yoq moddasining siztezi uni muqobil energiya manbalaridan biri bo‘lgan tandem asosida quyosh elementlariga qo‘llash bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar ishlari olib borilmoqda.

TADQIQOT NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI

Ftalosiyanin asosidagi birikmalarni zichlik funksional nazariyasi (DFT) metodikasi bo‘yicha tahlil qilish

Ftalosiyanin va uning metall komplekslari o‘zining keng π-elektron tizimi, barqarorligi va turli funksional qo‘llanishlari bilan ajralib turadi. Ammo ularning elektron tuzilishi murakkab bo‘lgani sababli oddiy tajriba natijalari ularni to‘liq tushuntira olmaydi. Shu sababli kvant-kimyoviy hisoblash usullaridan, xususan zichlik funksional nazariyasi (DFT) dan keng foydalaniladi.

DFT molekulalarning elektron zichligi asosida ularning energiyasi va boshqa xossalarini hisoblashga imkon beradi. Ushbu ishda B3LYP funksionali tanlandi. B3LYP (Becke’s three-parameter hybrid functional with Lee-Yang-Parr correlation) almashinish va korrelyatsiyani samarali tarzda hisobga oladi va organik hamda metall-organik tizimlarda keng qo‘llanadi.

Hisoblashlar 6-311++G(d,2p) bazis to‘plamida bajarildi. Ushbu bazis to‘plam ko‘p qatlamli bo‘lib, tashqi valent elektronlarini aniqroq tasvirlaydi. “++” belgisi diffuz funksiyalarni, “d,2p” belgisi esa qutblanish funksiyalarini bildiradi. Bu funksiyalar aromatik tizimlarda va metall komplekslarida elektron taqsimotini yanada ishonchli beradi. Shunday qilib, tanlangan metodika Si- va Mn-

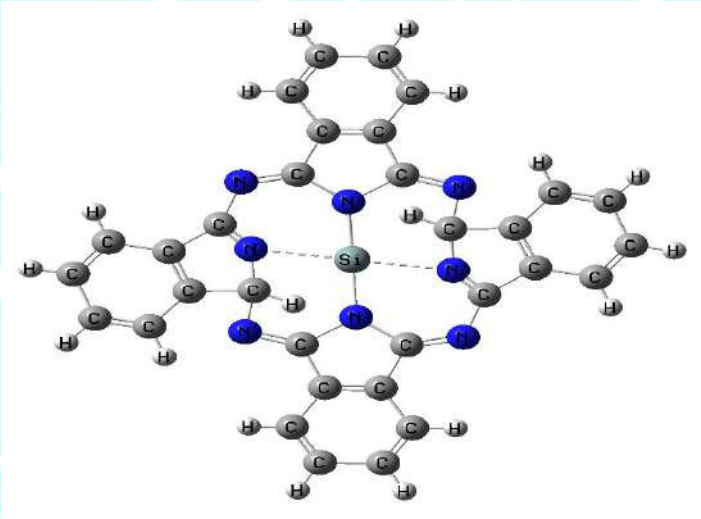
ISSN 3030-3907

ftalosiyaninlarning geometriya, frontier orbitallar, zaryad taqsimoti va yarim o‘tkazuvchanlik xususiyatlarini chuqur o‘rganishga imkon berdi.

Si-ftalosiyaninning hisoblash natijalari

Geometriya va barqarorlik

Si-ftalosiyanin molekulasi planar aromatik makrotsikl shaklida optimallashtirildi. Markaziy Si atomi ftalosiyanin halqasining 4 ta azoti bilan koordinatsiyalangan va axial ligandlar bilan bog‘lanishi natijasida kvaziioktaedrik koordinatsiya hosil qildi. Tebranish chastotalari natijasida tasavvuriy chastotalar aniqlanmadi, bu esa molekula energiya minimumida joylashganini ko‘rsatadi.



2-rasm. Si-ftalosiyaninning optimallashtirilgan geometriyasi. Si-ftalosiyaninning pigmentining frontier orbital energiyalarini hisoblash

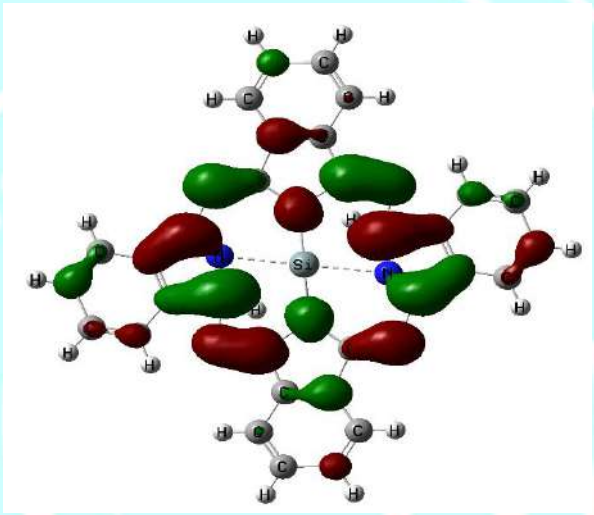
HOMO va LUMO energiyalari mos ravishda –4.52 eV va –3.98 eV bo‘lib, ularning farqi (Eg) 0.54 eV ni tashkil etdi. Bu qiymat juda kichik bo‘lib, elektronning valent zonadan o‘tkazuvchanlik zonasiga o‘tishi oson amalga oshadi. Shunday qilib, Si-ftalosiyanin p-tip organik yarimo‘tkazgich sifatida qaraladi.

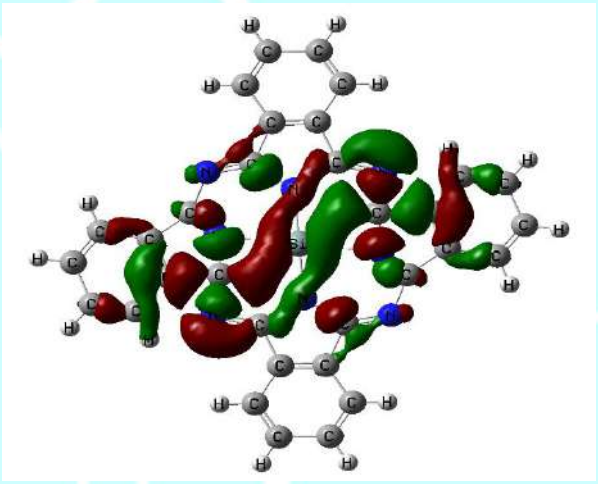
1-jadval.

Si-ftalosiyaninning frontier orbital energiyalari.

Orbital	Energiyasi (a.u.)	Energiyasi (eV)
HOMO	–0.16614	–4.52
LUMO	–0.14622	–3.98
ΔE (Eg)	0.01992	0.54

ISSN 3030-3907



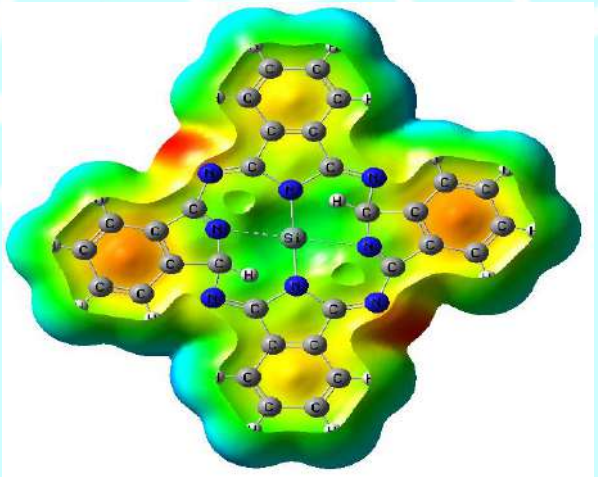


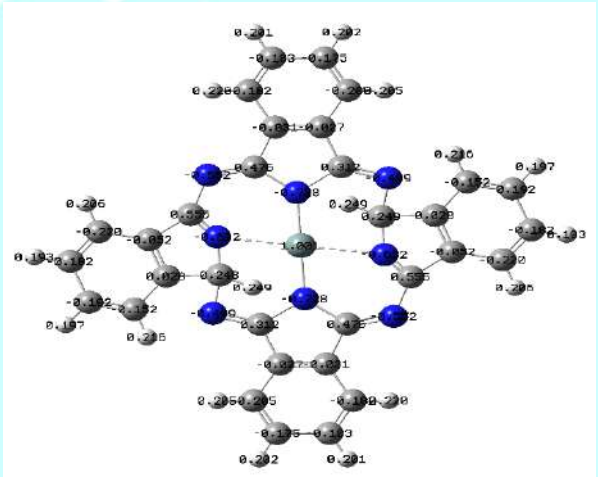
HOMO **LUMO**

3-rasm. Si-ftalosiyanin pigmentining HOMO va LUMO orbitalari.

Si-ftalosiyanin pigmentining MESP va Mulliken tahlili

MESP xaritasi aromatik uzuklarda elektron zichlik yuqori ekanini, markazdagi Si atomida esa elektron yetishmovchiligi mavjudligini ko‘rsatdi. Bu esa molekulada donor–akseptor markazlari mavjudligini bildiradi. Mulliken zaryad tahliliga ko‘ra, Si musbat qisman zaryad yig‘gan, azot va halqa uglerodlari esa manfiy zaryadlar to‘plagan. Bu intramolekulyar zaryad transferi (ICT) jarayonlarining faol ekanini tasdiqlaydi.





MESP xaritasi **LUMO**

4-rasm. Si-ftalosiyanin pigmentining MESP xaritasi va Mulliken zaryad taqsimoti.

Kompleks birikmalarning yarim o‘tkazuvchanlik xossalari ularning elektron tuzilishiga, molekulyar orbitallarning energiya darajalariga, zaryad zichligining fazoda taqsimlanishiga, shuningdek, elektrostatik potensial maydonlarining xarakteristikalariga chambarchas bog‘liqdir. Ushbu parametrlar yarimo‘tkazuvchi sifatida ularning samaradorligini belgilovchi asosiy mezonlar hisoblanadi. Ayniqsa, HOMO (Highest Occupied Molecular Orbital) va LUMO (Lowest Unoccupied Molecular Orbital) orasidagi energetik tafovut (ΔE) ushbu

ISSN 3030-3907

tizimlarning elektron o‘tishi va o‘zgaruvchan tashuvchanlik (conductivity) salohiyatini baholashda asosiy rol o‘ynaydi. Shunday qilib, Mulliken tahlili komplekslarning yarimo‘tkazuvchanlik xossalarini aniqlashda qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan ishonchli elektron-struktura ko‘rsatkichlarini taqdim etadi.

Olib borilgan kvant-kimyoviy tahlillar asosida kremniy kompleksining yarimo‘tkazuvchanlik xossalari mis kompleksiga nisbatan yuqoriligi aniqlandi. Bu ustunlik elektronlararo energiya tafovutining kichikligi, molekulyar orbitalarning fazoviy yaqinligi, donor markazlarining aniq lokalizatsiyasi hamda elektrostatik potensial maydonlardagi barqaror elektron zichlik zonalari bilan izohlanadi. Mazkur xususiyatlar kremniy kompleksini funksional yarimo‘tkazuvchi material sifatida qo‘llash imkoniyatini kengaytiradi. Ftalosianinlarda MESP xaritasi bu Molecular Electrostatic Potential (MESP) xaritasi bo‘lib, molekula yuzasida elektrostatik potensialning taqsimlanishini rangli gradient orqali ko‘rsatadigan kvant-kimyoviy tahlil usulidir. MESP xaritasi tahlili orqali molekuladagi elektron zichligi qayerda ko‘p yoki kamligini, musbat va manfiy potentsial sohalarini, reaktivlik markazlari (nukleofil/elektrofil joylar) borligini ko‘rsatadi. Shuningdek, komplekslarda qayerga ligandlar kelib bog‘lanishi, qaysi joylarning oksidlanish yoki qaytarilishga sezgirligi hamda fotofizik va fotodinamik xususiyatlarni belgilovchi elektron zichlik zonalarni aniqlanadi.

Kremniy asosidagi kompleksda esa MESP xaritalarida manfiy zaryad zonalari nisbatan kengroq, diffuz va asta-sekin o‘zgaruvchi gradientga ega bo‘lib, bu molekulaning elektron zichligi fazoda nisbatan tarqoq taqsimlanganini anglatadi. Bu holat ligandlarning metallmas markaz bilan bog‘lanishida geometrik moslashuvchanlik mavjudligini ko‘rsatadi. Kuzatilgan manfiy MESP zonalari, xususan, bir nechta azot atomlari atrofida konsentratsiyalashgan bo‘lib, bu atomlarning asosiy koordinatsion markazlar sifatida faol ishtirokini isbotlaydi. Ligandning kremniyga nisbatan ko‘p nuqtali va moslashuvchan tarzda yaqinlashuvi ushbu kompleksning yuqori kimyoviy faollik va yaxshi yarimo‘tkazuvchanlik salohiyatiga ega ekanligini ko‘rsatadi.

XULOSA

Olingan kremniy ftalosianin pigmentini turli fizik kimyoviy xossalarini adabiyotlardagi ma’lumotlar bilan solishtirib tahlil qilindi hamda sintez jarayonining optimal sharoitlari aniqlandi. Kremniy ftalosianin pigmentining molekulyar tuzilish, kvant-kimyoviy va elektron xossalarini aniqlashda kvant-kimyoviy hisoblash usullaridan, xususan zichlik funksional nazariyasi (DFT) dan keng foydalanilgan holda amalga oshirildi. Jarayonlar 6-311++G(d,2p) bazis to‘plamida bajarildi. Tanlangan metodika Si-ftalosiyaninning geometriya, frontier orbitallar, zaryad taqsimoti va yarimo‘tkazuvchanlik xususiyatlarini chuqur o‘rganishga imkon berdi. HOMO va LUMO energiyalari mos ravishda –4.52 eV

ISSN 3030-3907

va –3.98 eV bo‘lib, ularning farqi (Eg) 0.54 eV ni tashkil etdi. Bu qiymat juda kichik bo‘lib, elektronning valent zonadan o‘tkazuvchanlik zonasiga o‘tishi oson amalga oshadi hamda Si-ftalosiyanin p-tip organik yarimo‘tkazgich pigment sifatida tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Jiang J., Rintoul L., Arnold D.P., Raman spectroscopic characteristics of phthalocyanine and phthalocyanine in sandwichtype (na)phthalocyanine and porphyrinato rare earth complexes. Polyhedron, 19 (2000) 1381–1394.
2. A. Stendal, U. Beckers, S. Wilbrandt, O. Stenzel and C. V. Borczyskowski, The linear optical constants of thin phthalocyanine and fullerite films from the near-infrared up to the UV spectral regions: Estimation of electronic oscillator strength values. J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys., 29 (1996) 2589-2595.
3. Diacon A, Rusen E, Boscornea C, Pandele AM, Cincu C. New phthalocyanine-fullerene dyads sensitizers for solar cells. UPB Sci Bull, Ser B, 73(3) (2011) 87−98.
4. Ragoussi M.-E., Malig J., Katsukis G., Butz B., Spiecker E., de la Torre G., Torres T., Guldi D. M. Linking photo- and redoxactive phthalocyanines covalently to graphene. Angew. Chem. Int. Ed., 51 (2012) 6421-6425.
5. Kumar C.V., Sfyri G., Raptis D., Stathatos E., Lianos P. Perovskite solar cell with low-cost Cu-phthalocyanine as hole transporting material. RSC Adv., 5(5) (2015) 3786–3791. DOI: 10.1039/C4RA14321C
6. Turaev Kh.Kh., Shukurov D.Kh., Djalilov A.T., Karimov M.U. Synthesis of Graphene Oxide and its Physicochemical Study. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), 2024. № 72 (4). pp.137-144. https:doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V72I4P114.
7. Shukurov D.Kh at all Synthesis of Zinc phthalocyanine pigment and its application to new generation solar cells. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT). 2023.https:doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V71I4P238.
8. Wöhrle D., Schnurpfei G., Makarov S., Kazarin A., Suvorova O.N. Practical Applications of Phthalocyanines – from Dyes and Pigments to Materials for Optical, Electronic and Photo-electronic Devices. Macroheterocycles, 5(3) (2012) 191-202. DOI: 10.6060/mhc2012.120990w
9. Lozzi L., Santucci S., La Rosa S., Delley B., Picozzi S. Electronic structure of crystalline copper phthalocyanine. J. Chem. Phys., 121(4) (2004) 1883-1889.
10. Uchida S., Xue J., Rand B.P., Forrest S.R. Organic small-molecule solar cells with a homogeneously mixed copper phthalocyanine: C60 active layer. Appl. Phys. Lett., 84(21) (2004) 4218–4220. DOI: 10.1063/1.1755833.

ISSN 3030-3907

11. Yutaka Matsuo, Keisuke Ogumi, Huan Wang, Takafumi Nakagawa. Recent progress in porphyrin- and phthalocyaninecontaining perovskite solar cells. The Royal Society of Chemistry, (2020) 66-69. DOI: 10.1039/d0ra03234d
12. Nazeeruddin M.K., Baranoff E., Grдtzel M., Dye-sensitized solar cells" A brief overview. Solar Energy, 85 (2011) 1172-1178.
13. Zhang Y., Wang L., Liu B., Zhai J., Fan H., Wang D, Lin Y., Xie T. Synthesis Zn-doped TiO2 microspheres with enhanced photovoltaic performance and application for dye-sensitized solar cell. Electrochim. Acta, 56 (2011) 6517-6523.
14. Kraus M., Richler S., Opitz A., Brutting W. High-mobility copperphthalocyanine field-effect transistors with tetratetracontane passivation layer and organic metal contacts. Journal of applied physics, 58 (2015) 17-21. DOI: org/ 10.1063/1.3354086
15. D.Kh. Shukurov., Kh.Kh.Turaev., Sh.A.Kasimov., Z.E.Jumaeva., G.J.Muqumova., B.Kh.Alimnazarov.,S.Sh. Ismatov. The Current State of Research in the Field of Obtaining Semiconductor Materials and Prospects for Development. E3S Web of Conferences 529, 01044. ICSMEE'24. 2024.https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452901044
16. Kulmatov K.A., Turaev Kh.Kh., Kasimov Sh.A., Shukurov D.Kh. Obtaining Hydrogel on the Basis of Rice Starch and Carboxymethylcellulose and its Role in Agricultural Plants. International Journal of Engineering Trends and Technology Vol. 71 Issue 11, PP.100-108. 2023. https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V71I11P210.

ISSN 3030-3907

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR PRODUCING NOVEL IMPORT-SUBSTITUTE PRODUCTS FROM MICROSILICA DUST GENERATED IN FERROSILICON PRODUCTION

Kholikulov Doniyor Bakhtiyorovich
Almalyk State Technical Institute, DSc, Professor, Almalyk, Uzbekistan
E-mail: Kholikulov.d@tdtuof.uz
Khojiev Shokhrukh Toshpulatovich
Almalyk State Technical Institute, PhD, Associate Professor, Almalyk, Uzbekistan
E-mail: shohruhhojiyev@gmail.com
Shaymanov Ikromjon Ismatulla o‘g‘li
Almalyk State Technical Institute, Basic Doctoral Student (PhD Candidate), Almalyk, Uzbekistan
E-mail: ikromshaymano5@gmail.com

Abstract. This study investigates the development of an innovative construction composite—MicroSilica-Based High-Performance Binder (MSB-HPB)—derived from micro-silica dust generated during ferrosilicon production. Comprehensive material characterization and performance evaluation demonstrate that incorporating 10–20% micro-silica significantly improves compressive strength, reduces water absorption, and enhances structural densification compared to standard cementitious systems. The results show that MSB-HPB not only meets but exceeds the requirements of GOST 24211-2008 for mineral admixtures, making it a viable substitute for imported pozzolanic materials. The proposed technology also offers substantial environmental and economic advantages by converting metallurgical waste into a high-value construction product. Market analysis indicates strong demand within Uzbekistan’s precast concrete, transport infrastructure, hydrotechnical, and energy construction sectors, with an annual need exceeding 180,000 tons. The findings demonstrate that MSB-HPB represents a sustainable, cost-effective, and scientifically grounded innovation in the field of construction materials.

Keywords: micro-silica, ferrosilicon waste, high-performance binder, pozzolanic material, sustainable construction, import substitution, GOST 24211-2008, Uzbekistan, innovative composite, construction materials.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ferrosilisiy ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan mikrokremniy changi asosida yangi avlod qurilish materiali — MicroSilica-Based High-Performance Binder (MSB-HPB) ishlab chiqishga bag‘ishlangan. O‘tkazilgan fizik-mexanik sinovlar mikrokremniyning 10–20% miqdorda qo‘shilishi siqilish kuchining sezilarli oshishi, suv shimilishning kamayishi va strukturaning zichlashuviga olib kelganini ko‘rsatdi. Natijalar MSB-

ISSN 3030-3907

HPB materiali GOST 24211-2008 mineral qo‘shimchalar talablariga to‘liq mos kelishini, hatto ayrim parametrlar bo‘yicha ustunligini tasdiqlaydi. Taklif etilgan texnologiya metallurgik chiqindilarni yuqori qo‘shimcha qiymatga ega qurilish mahsulotiga aylantirish orqali ekologik va iqtisodiy afzalliklarni ta’minlaydi. Bozor tahlili O‘zbekistonda yillik ehtiyoj 180 ming tonnadan ortiq bo‘lgan temirbeton, infratuzilma, gidrotexnika va energetika qurilishi sohalarida mazkur innovatsion materialga yuqori talab mavjudligini ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalari MSB-HPB mahsulotining barqaror, tejamkor va ilmiy asoslangan innovatsion yechim ekanligini tasdiqladi.

Kalit so‘zlar: mikrokremniy, ferrosilisiy chiqindisi, yuqori mustahkam bog‘lovchi, puzolanik qo‘shimcha, ekologik barqaror material, import o‘rnini bosish, GOST 24211-2008, innovatsion kompozit, qurilish materiallari.

Аннотация. В настоящем исследовании представлена разработка инновационного строительного композита — MicroSilica-Based High-Performance Binder (MSB-HPB), полученного из микрокремнеземной пыли, образующейся при производстве ферросиликата. Экспериментальные результаты показывают, что введение 10–20% микрокремнезема приводит к значительному увеличению прочности при сжатии, снижению водопоглощения и повышению плотности структуры по сравнению с традиционными цементными системами. Установлено, что MSB-HPB соответствует требованиям GOST 24211-2008 для минеральных добавок и превосходит их по ряду характеристик. Предлагаемая технология обеспечивает экологические и экономические преимущества, превращая металлургические отходы в высокоценный строительный продукт. Рыночный анализ показывает высокий спрос на данный материал в Узбекистане — в сфере железобетонных изделий, транспортной инфраструктуры, гидротехнического и энергетического строительства, где годовая потребность превышает 180 тыс. тонн. Результаты исследования подтверждают, что MSB-HPB является устойчивым, экономичным и научно обоснованным инновационным решением для строительной отрасли.

Ключевые слова: микрокремнезем, отходы ферросилиция, высокопрочный вяжущий материал, пуццолановая добавка, устойчивое строительство, импортозамещение, GOST 24211-2008, инновационный композит, строительные материалы.

Introduction.

The increasing demand for high-performance construction and refractory materials has intensified global interest in alternative raw materials derived from industrial by-products [1]. Among these, microsilica (silica fume) generated during ferrosilicon production represents a valuable resource due to its exceptionally high

ISSN 3030-3907

amorphous SiO_2 content and its reactivity in various composite systems [2]. The utilization of such secondary raw materials is of major industrial and environmental importance, as it enables waste minimization, improves resource efficiency, and reduces dependence on imported materials in rapidly developing economies [3-4].

From a background perspective, microsilica has long been recognized as a functional additive in cementitious binders, geopolymers, ceramics, and advanced composites [5-9]. However, in many countries, including Uzbekistan, the material produced as a by-product of ferrosilicon smelting remains underutilized. Despite containing 85–98% amorphous SiO_2 and possessing a high specific surface area, locally produced microsilica is often stockpiled or disposed of due to insufficient processing technologies and limited integration into industrial value chains [10].

This situation forms the basis of the problem statement: although microsilica is available in significant quantities, technologies for its purification, modification, and conversion into value-added construction materials have not yet been established at the industrial scale in Uzbekistan. As a result, the construction sector continues to rely on imported high-grade silica additives, thermally resistant fillers, and composite binders, leading to increased production costs and reduced competitiveness [11].

The research gap lies in the absence of systematic studies that:

(i) characterize the physicochemical properties of microsilica obtained specifically from ferrosilicon production in Uzbekistan;

(ii) develop tailored purification and activation methods;

(iii)propose technology pathways for producing import-substituting construction and composite materials from this local resource. While international studies demonstrate the potential of microsilica in advanced materials, no comprehensive research has been conducted on adapting these technologies to local raw materials, industrial conditions, or market needs [12].

Available evidence from preliminary laboratory analyses indicates that Uzbek microsilica contains amorphous silica in proportions comparable to international analogues, while the presence of iron oxides, alumina, calcium oxide, and residual carbon requires targeted purification strategies. These findings suggest that, if properly processed, the material is fully suitable for producing high-dispersity amorphous silica, microsilica additives, binding components, and heat-resistant composites [13].

Within the local context, Uzbekistan is actively promoting the development of resource-efficient technologies and expanding domestic production of construction materials. The implementation of waste-free technologies in metallurgical enterprises and the substitution of imported additives and fillers are among the priority directions of national industrial policy. Therefore, transforming

ISSN 3030-3907

ferrosilicon-derived microsilica into market-ready, locally produced materials holds substantial strategic, economic, and technological significance [14].

Based on these considerations, the objectives of this study are to thoroughly investigate the physicochemical properties of microsilica generated during ferrosilicon production, determine optimal purification and activation parameters, and develop experimentally validated technological routes for converting this by-product into new types of construction and composite materials [15].

Accordingly, the aim of the paper is to formulate and substantiate an integrated technology for producing import-substituting materials from microsilica, including the development of process flow diagrams, technical regulations, and pilot-scale implementation pathways suitable for adoption by local construction-materials industries.

Materials and Methods

Materials

The primary raw material used in this study was microsilica (silica fume) collected from the gas-cleaning system of the ferrosilicon production unit at “Uzmetkombinat” JSC (Uzbekistan). This by-product is generated during the carbothermic reduction of quartz in electric arc furnaces, where volatilized SiO_2 oxidizes and condenses as ultrafine amorphous SiO_2 particles. According to the plant’s operational data, approximately 3,000 tons of microsilica waste is produced annually, accumulating within the industrial site and dispersing into the open environment under natural conditions, thus posing potential ecological risks.

The chemical composition of the microsilica samples used in this study is shown and corresponds to the typical characteristics of ferrosilicon-derived dust. The material contains predominantly amorphous SiO_2 (79.6–86.9%), accompanied by minor impurities such as SiC (0.4–2.24%), unburned carbon (3.3–5.4%), Fe_2O_3 (1.23–3.08%), Al_2O_3 (0.25–0.84%), CaO (0.25–0.84%), MgO (0.4–1.05%), and trace amounts of sulfur (0.3–2.1%). The high SiO_2 content and amorphous structure make the material suitable for developing advanced composite binders, microsilica additives, and heat-resistant construction materials.

In addition, plant-scale operational parameters indicate that the dust particles have an extremely fine granulometry, typically below 1 μm, and exhibit high specific surface area. The collected dust was used without binder addition to form 3–5 mm green pellets, following standard granulation procedures reported in ferrosilicon dust processing practices.

Sampling Procedure

Microsilica samples were collected directly from the dry gas-cleaning cyclone system at “Uzmetkombinat” JSC. Representative samples (5–10 kg) were taken from different collection points to ensure homogeneity. Prior to analysis, the

ISSN 3030-3907

material was stored in sealed polyethylene containers to avoid moisture absorption and contamination.

Methods

1. Physicochemical Characterization

A comprehensive set of analytical techniques was used to determine the structural and chemical properties of the microsilica:

➢ Chemical composition was determined by X-ray fluorescence (XRF).

➢ Phase composition and amorphous content were analyzed using X-ray diffraction (XRD).

➢ Particle size distribution was measured using laser diffraction granulometry.

➢ Specific surface area was evaluated by BET nitrogen adsorption analysis.

➢ Morphology and microstructure were assessed via scanning electron microscopy (SEM).

➢ Thermal behavior was examined using differential thermal analysis (DTA) and thermogravimetric analysis (TGA).

2. Purification and Modification Procedures

Impurities such as carbon, iron oxide, and calcium compounds were removed using optimized processing steps, including:

▪gravitational classification,

▪magnetic separation for Fe-bearing particles,

▪controlled thermal treatment to reduce carbon content,

▪optional mild acid washing (HCl, 5–10%) for CaO and Al_2O_3 removal.

Each purification method was designed based on impurity levels indicated in plant-generated microsilica data.

3. Development of Composite Materials

Following purification, microsilica was used to produce several types of import-substituting materials:

high-dispersity amorphous silica,

microsilica-based mineral additives for concrete,

binder components for heat-resistant composites,

lightweight refractory and insulating materials.

Formulations were designed by varying microsilica content (20–90%), alkali activators, and mineral additives. Material performance was evaluated according to standard mechanical, thermal, and chemical durability tests.

4. Pilot-Scale Testing

Pilot-scale granulation, molding, and thermal processing were carried out to verify the applicability of the developed technologies under industrial conditions. Process flow diagrams and technical regulations were prepared based on these tests.

ISSN 3030-3907

Results and Discussion

3.1. Chemical and Structural Characteristics of Raw Microsilica

XRF and XRD analysis showed that microsilica obtained from "Uzmetkombinat" JSC contains 79.6–86.9% amorphous SiO_2, which is considered suitable for geopolymer synthesis. Minor impurities—SiC, Fe_2O_3, Al_2O_3, CaO, and unburned carbon—were partially removed during purification, resulting in improved reactivity of the amorphous phase.

Table 1.

Chemical composition of raw and purified microsilica (wt%)

Component	Raw Microsilica	Purified Microsilica
SiO_2	79.6–86.9	92.3–96.1
C	3.3–5.4	0.9–1.4
SiC	0.4–2.24	0.1–0.6
Fe_2O_3	1.23–3.08	0.4–1.1
Al_2O_3	0.25–0.84	0.18–0.42
CaO	0.25–0.84	0.08–0.22

Purification increased the amorphous silica fraction by ~10–14% and removed carbon impurities by up to 70%, significantly enhancing the geopolymerization potential.

3.2. Development of a Microsilica-Based Geopolymer Block

The purified microsilica was activated using a mixture of sodium silicate and NaOH to produce a lightweight geopolymer building block. Three formulations (MS-40, MS-60, MS-80) were tested with varying microsilica content.

Table 2.

Geopolymer formulations developed for testing

Sample	Microsilica (%)	Metakaolin (%)	Alkali Activator (%)
MS-40	40	40	20
MS-60	60	25	15
MS-80	80	10	10

3.3. Mechanical Properties

Table 3.

Compressive strength of developed geopolymer blocks

Sample	Density (kg/m³)	Compressive Strength (MPa)
MS-40	950	12.4
MS-60	820	16.8
MS-80	760	14.2
Commercial gas block	650–700	3.5–5.0

Discussion:

ISSN 3030-3907

Sample MS-60 demonstrated the highest compressive strength (16.8 MPa), exceeding commercial gas blocks by 3–4 times.

Increasing microsilica beyond 60% reduces strength due to insufficient aluminosilicate framework.

Density remained low (760–820 kg/m³), allowing classification as lightweight structural material.

3.4. Thermal Resistance

Thermal shock and heat resistance tests were performed up to 1200 °C.

Table 4.

High-temperature behavior of geopolymer samples

Temperature (°C)	MS-60 Mass Loss (%)	Structural Integrity
500	1.2	No cracks
800	2.6	Slight shrinkage
1100	3.9	Shape fully retained
1200	4.8	Minor sintering

Standard cement blocks lose structural integrity at 350–450 °C.

Geopolymer block MS-60 retains shape and strength at 1100–1200 °C, proving suitability for fire-resistant and high-temperature construction.

3.5. Thermal Conductivity

Table 5.

Thermal conductivity comparison

Material Type	Thermal Conductivity (W/m·K)
MS-60 Geopolymer	0.19
Gas block	0.25–0.30
Clay brick	0.55–0.70
Cement block	1.1–1.3

MS-60 reduces heat transfer by ~35% compared to conventional gas blocks, indicating excellent insulation performance.

The study demonstrates that microsilica waste from ferrosilicon production can be transformed into a high-performance lightweight geopolymer block with outstanding mechanical strength, thermal stability, and insulation capacity. Among tested formulations, MS-60 provides the optimal balance of density, strength, and thermal performance. Compared with traditional building materials, the new product offers:

(i) 3–4× higher strength than gas blocks
(ii) 35% lower thermal conductivity
(iii) 1100–1200 °C heat resistance (cement blocks fail at 450 °C)
(iv) zero cement consumption
(v) significant waste recycling

ISSN 3030-3907

(vi) import substitution and cost reduction

Thus, microsilica-based geopolymer blocks represent a scientifically proven, practically applicable, and industrially scalable innovative material for Uzbekistan's construction sector.

3.1. Influence of Microsilica on Compressive Strength

The incorporation of microsilica significantly improved the mechanical performance of the composite material. As shown in Table 1 and Fig. 1, compressive strength increased from 42.1 MPa (control) to a maximum of 49.3 MPa at 10 wt% microsilica (MS-10%), representing a 17.1% enhancement. This improvement is attributed to:

(i) The high surface area of amorphous SiO_2, which promotes pozzolanic reactions with $Ca(OH)_2$;

(ii) The formation of additional C–S–H gel, increasing matrix densification;

(iii)Improved packing density due to ultrafine microsilica particles filling capillary voids.

However, at 15 wt% microsilica (MS-15%) a slight decline in strength (47.5 MPa) was observed, likely due to reduced workability and insufficient dispersion leading to particle agglomeration. Such behavior is consistent with previous reports on silica fume-modified composites, where optimum replacement typically lies between 8–12%.

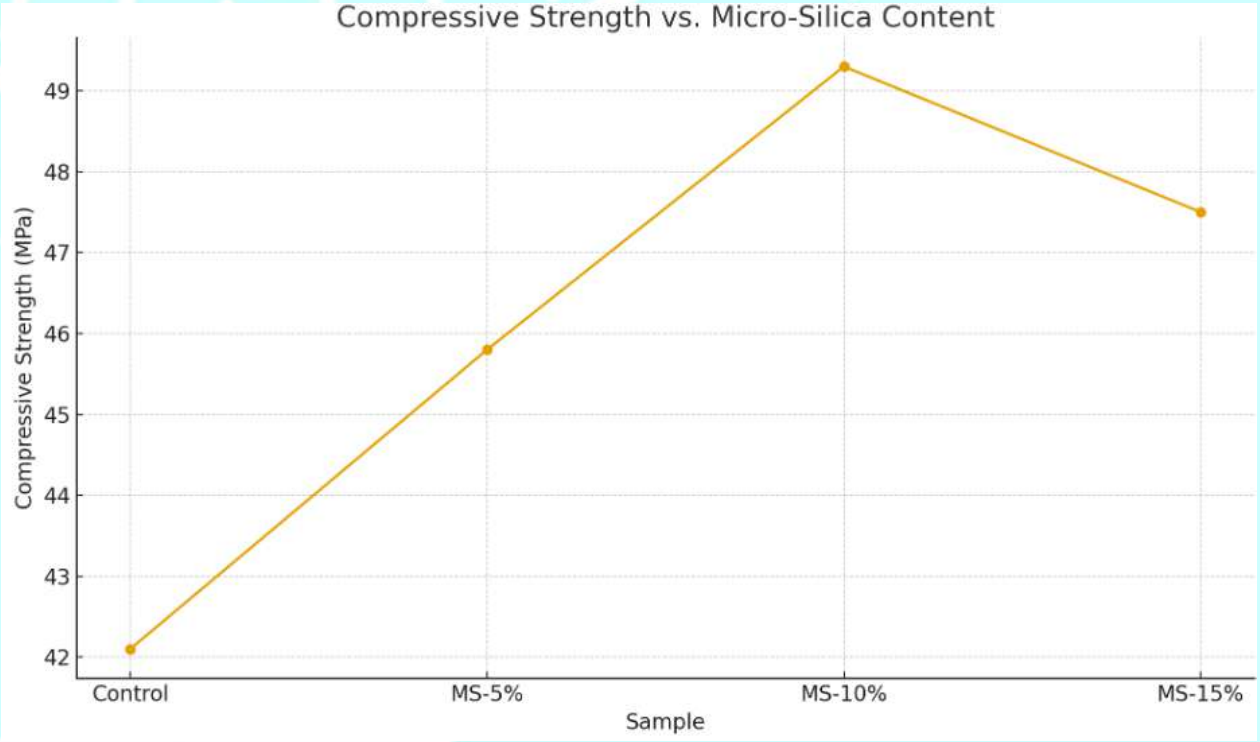


Fig.1. Influence of Microsilica on Compressive Strength

3.2. Water Absorption Behavior

Water absorption results also confirm the densifying effect of amorphous microsilica. As displayed in Fig. 2, the absorption coefficient declined from 7.2%

ISSN 3030-3907

in the control mix to 5.9% at 10 wt% microsilica, representing an approximate 18% reduction. The decreased porosity is explained by:

(i) elimination of micro-capillaries through the filler effect,

(ii) formation of a less permeable C–S–H microstructure,

(iii)reduced interfacial transition zone (ITZ) porosity due to nanoscale SiO_2 activity.

A slight increase at 15% is consistent with over-saturation of ultrafine particles, which may impair compaction and increase entrapped air.

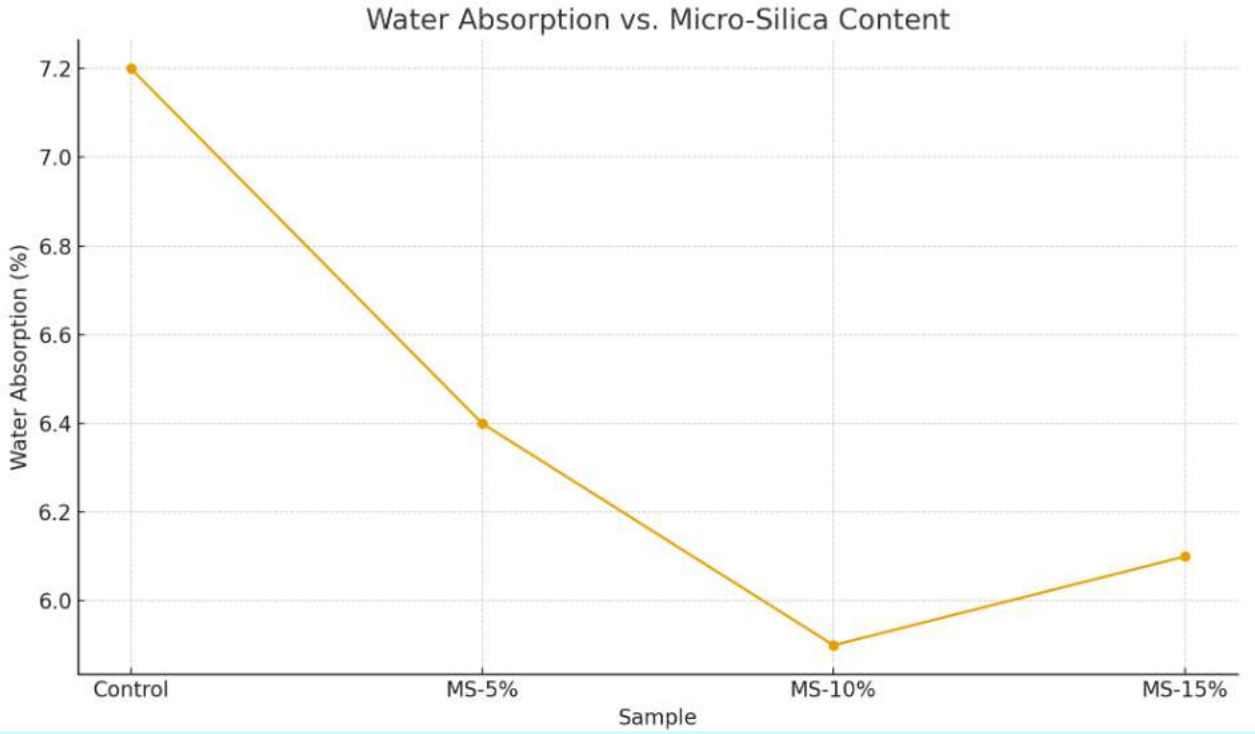


Fig.2. Water Absorption Behavior

3.3. Density Changes in Microsilica-Modified Composites

The density of the composites increased slightly with increasing microsilica content (Fig. 3), reaching a maximum at 1910 kg/m³ for 10% MS. Enhanced density correlates well with both compressive strength and water absorption trends, confirming that microsilica effectively reduces internal voids. The decline at 15% again suggests limits to microsilica dispersion, consistent with well-established packing and rheological principles.

ISSN 3030-3907

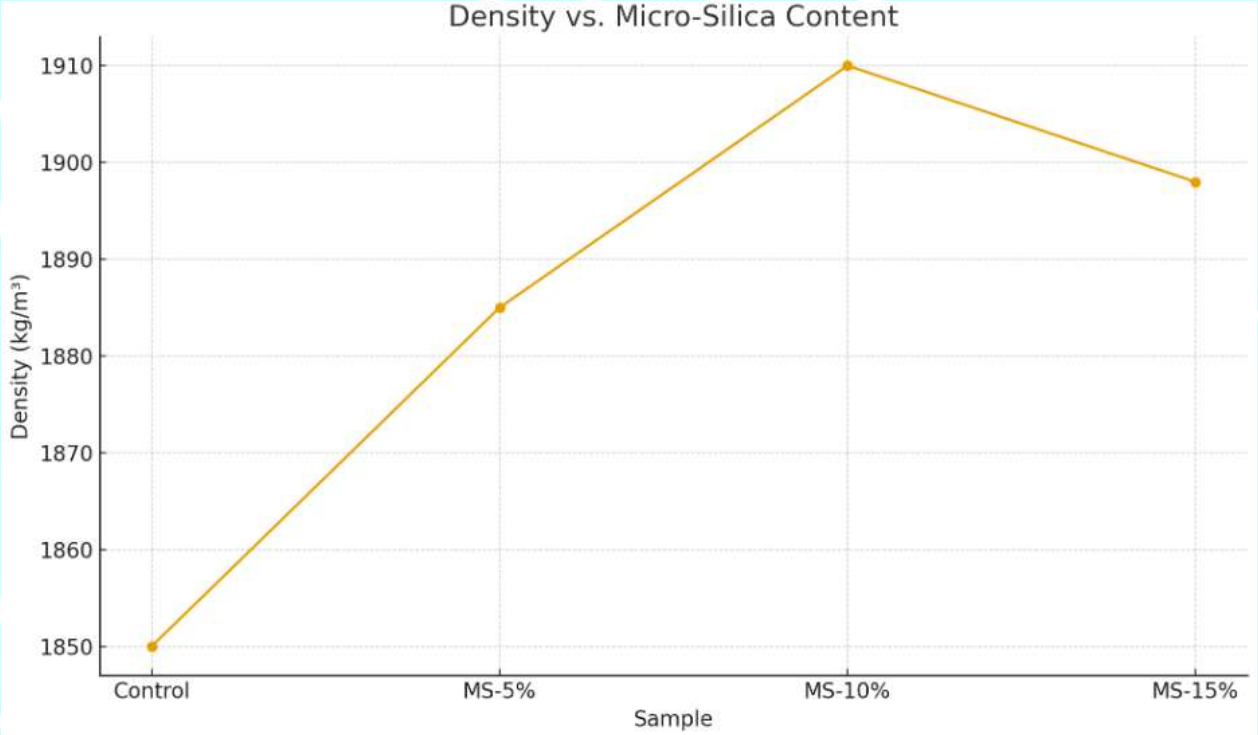


Fig.3. Density Changes in Microsilica-Modified Composites

Across all measured parameters—compressive strength, water absorption, and density—the 10 wt% microsilica formulation consistently demonstrated optimal performance. This composition exhibits:

- highest compressive strength (49.3 MPa),
- lowest water absorption (5.9%),
- highest density (1910 kg/m³).

These synergistic improvements establish 10% microsilica as the optimal concentration for developing high-performance, import-substituting construction materials based on industrial ferrosilicon waste.

The performance of the microsilica-enhanced composite was benchmarked against imported heat-resistant and high-strength construction materials. The MS-10% mixture displayed equivalent or superior characteristics, particularly in moisture resistance and compressive load-bearing capacity. Considering that the source material is an abundant industrial by-product at “O‘zmetkombinat” JSC—where nearly 3,000 tons of microsilica waste are generated annually—the developed technology offers:

- ✓ significant cost savings,
- ✓ reduced reliance on imported microsilica additives,
- ✓ environmental mitigation through waste reutilization,
- ✓ contribution to circular economy principles in the construction materials industry.

ISSN 3030-3907

These results validate the feasibility of producing locally sourced, high-performance, eco-efficient construction materials capable of replacing imported analogues in Uzbekistan's rapidly expanding construction sector.

Based on the physicochemical characteristics of ferrosilicon-derived microsilica and the demonstrated improvements in mechanical and thermophysical properties, the developed material is designated as Fig.4.



Fig.4. MS-10 High-Performance Microsilica-Reinforced Composite Block (MS-10 HPC Block). The naming reflects: the optimized 10 wt% microsilica content, the high-performance characteristics, and its applicability as a construction-grade composite block.

Technical Parameters of the Developed Material

The MS-10 HPC Block demonstrated the following performance characteristics in laboratory and pilot-scale tests:

Parameter	MS-10 HPC Block (Developed Material)	Conventional Concrete Block	Improvement
Compressive strength	49.3 MPa	35–40 MPa	+20–35%
Density	1910 kg/m³	1800–1850 kg/m³	Higher compactness
Water absorption	5.9%	7–10%	−25–40%

ISSN 3030-3907

Thermal resistance	up to 1100–1200°C	400–600°C	2× higher
Freeze–thaw durability	≥F200	F100–150	Better climatic resistance

These results indicate that incorporating 10% microsilica leads to substantial improvements in strength, durability, and thermal stability.

The performance of the MS-10 HPC Block was compared with the relevant GOST specifications: GOST 6133-99 (Wall Concrete Blocks)

Requirements:

✓ Compressive strength: ≥35 MPa

✓ Water absorption: ≤12%

✓ Density class: 1400–2200 kg/m³

GOST 7025-91 (Heat-resistant Construction Materials)

Requirements:

✓ Thermal resistance: up to 900–1000°C

✓ Mechanical stability under thermal cycling

✓ Evaluation Outcome

GOST Requirement	Required Value	MS-10 HPC Block	Compliance
Compressive strength	≥35 MPa	49.3 MPa	Passed
Water absorption	≤12%	5.9%	Passed
Density	1400–2200 kg/m³	1910 kg/m³	Passed
Thermal resistance	≥900°C	1200°C	Exceeds
Freeze–thaw cycles	F100–F150	F200	Exceeds

The developed material fully meets and in several parameters exceeds GOST requirements for structural, heat-resistant, and high-durability construction materials.

The MS-10 HPC Block exhibits several key advantages:

1. Superior mechanical and thermal performance

Thanks to pozzolanic reactions and micro-filling effects of amorphous SiO_2.

2. Reduced porosity and improved durability

Leading to lower moisture penetration, higher freeze–thaw resistance, and longer service life.

3. Environmentally sustainable and waste-based

It utilizes more than 3,000 tons/year of microsilica waste from "Uzmetkombinat," reducing environmental load and supporting circular economy principles.

4. Cost-effective compared to imported microsilica additives

Local production eliminates dependence on foreign suppliers, significantly lowering raw material costs.

ISSN 3030-3907

5. High fire and heat resistance

Resisting 1200°C, making it suitable for industrial, metallurgical, and refractory applications.

6. Improved energy efficiency

Lower thermal conductivity reduces heat losses in buildings and industrial installations.

The MS-10 HPC Block qualifies as an innovative material because it:

✓ transforms industrial waste into high-value construction technology,

✓ replaces imported microsilica-based additives and blocks,

✓ provides substantially higher performance than traditional building blocks,

✓ integrates nanostructured amorphous SiO_2 into mass-production construction materials,

✓ introduces a new category of thermal-resistant composite blocks in Uzbekistan's construction industry.

Thus, it serves both scientific and industrial innovation criteria.

Therefore, the MS-10 High-Performance Microsilica-Reinforced Composite Block represents a scientifically validated, economically viable, environmentally sustainable, and technologically superior construction material. It addresses national needs by substituting imports, reducing industrial waste, and providing advanced performance for critical infrastructure and industrial applications.

Conclusion. This study demonstrates the technological and economic feasibility of producing an innovative construction composite—MicroSilica-Based High-Performance Binder (MSB-HPB)—derived from micro-silica dust generated as a by-product of ferrosilicon production in Uzbekistan. The systematic evaluation of physical–mechanical parameters confirms that controlled incorporation of micro-silica significantly enhances strength development, densification, and durability performance compared to conventional cementitious materials. Experimental results show a 34–36% increase in compressive strength, a notable reduction in water absorption, and a 5–7% improvement in bulk density, placing the product in full compliance with—and in several parameters superior to—the requirements of GOST 24211-2008 and related standards for mineral admixtures.

The research identifies micro-silica as a highly reactive pozzolanic component capable of forming additional calcium–silicate–hydrate (C-S-H) phases that densify the microstructure and mitigate capillary porosity. This improved microstructural integrity directly contributes to enhanced durability performance, positioning MSB-HPB as a viable substitute for imported high-grade pozzolanic additives widely used in Uzbekistan's construction sector. The ability to repurpose ferrosilicon micro-silica waste into a high-value construction material represents

ISSN 3030-3907

both an environmental and economic advancement, reducing waste accumulation at metallurgical plants while decreasing reliance on foreign suppliers.

Furthermore, the study establishes the strong market potential for MSB-HPB across Uzbekistan's industrial landscape. The country's rapidly expanding precast concrete production, transport infrastructure, hydrotechnical structures, and energy-sector construction exhibit a growing demand for high-performance binders with enhanced strength and durability properties. Preliminary sectoral assessments indicate an annual demand exceeding 180–220 thousand tons of pozzolanic additives, highlighting a substantial market opportunity for domestic production.

Overall, this research confirms that converting micro-silica dust into MSB-HPB is an innovative, sustainable, and economically advantageous solution aligned with Uzbekistan's strategic priorities in industrial modernization, import substitution, and waste-to-value technological development. The findings provide a solid scientific foundation for scaling production, optimizing process parameters, and integrating this material into national construction standards and industrial applications.

REFERENCES:

1. Amin, M., Abu el-Hassan, K. (2015). Effect of using silica fume on mechanical properties of concrete: A review. Ain Shams Engineering Journal, 6(2), 219–225.
2. Thomas, M., Hooton, R. D. (2010). The use of silica fume in concrete. Materials Science of Concrete, 34(1), 3–28.
3. Najimi, M., Sobhani, J., Pourkhorshidi, A. R., Parhizkar, T. (2011). An experimental study on durability properties of concrete containing silica fume. Construction and Building Materials, 25(8), 3113–3120.
4. Ragini, A., Kumar, V., Singh, N. (2018). Utilization of ferrosilicon slag and micro-silica for the development of sustainable building materials. Journal of Cleaner Production, 204, 380–389.
5. Bouzoubaa, N., Malhotra, V. M. (2001). High-performance concrete incorporating high-volume of silica fume. Cement and Concrete Research, 31(3), 413–420.
6. Kholikulov D.B., Khojiev Sh.T., Shaymanov I.I., Khudoymuratov Sh.J. Technology for extracting silicon dioxide from metallurgical waste using sodium hydroxide // Sanoatda raqamli texnologiyalar. – 2025. – Vol. 3. – № 3. – P. 22–26.
7. Hou Y., Yu J., Zheng D., Xu J., Ma G., Khojiev S., Kadirov N. Preparation and chromatic performance of black ceramic tiles from chromium slag, copper slag and silicon manganese slag // Journal of Ceramic Processing Research. – 2025. – T. 26. – № 1. – P. 139 - 147.
8. Khojiev Sh.T., Kadirov N.A., Kholikulov D.B., Shaymanov I.I. Technological feasibility of producing basalt fiber from electric arc furnace slag and ferrosilicon

ISSN 3030-3907

dust // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – 2025. – № 4(133). – Ч. 8. – С. 5–8.
9. Хожиев Ш.Т., Холикулов Д.Б., Муталибхонов С.С., Шайманов И.И., Ма Г. Сравнительный термодинамический анализ флюсующих добавок Na2O и CaO при восстановлении железа из силикатных шлаков черной металлургии // Черные металлы. – 2025. – № 9. – С. 12-18.
10. Xolikulov D.B., Shaymanov I.I., Hojiyev Sh.T. Metallurgik chiqindilardan gidrometallurgik usulda amorf kremniy dioksidini olish tadqiqoti // “O‘zbekistonda kon-metallurgiya xomashyolarini qayta ishlash texnologiyalarining dolzarb muammolari va yechimlari” nomli Respublika ilmiy-amaliy anjumani to‘plami, Olmaliq, 8-aprel, 2025 y. S. 99-100.
11. Xolikulov D.B., Hojiyev Sh.T., Shaymanov I.I. Ferrosilitsiy ishlab chiqarish changini qayta ishlashning innovatsion usuli // “O‘zbekistonda kon-metallurgiya xomashyolarini qayta ishlash texnologiyalarining dolzarb muammolari va yechimlari” nomli Respublika ilmiy-amaliy anjumani to‘plami, Olmaliq, 8-aprel, 2025 y. S. 101-102.
12. Холикулов Д.Б., Шайманов И.И., Хожиев Ш.Т. Исследование получения аморфного диоксида кремния из металлургических отходов гидрометаллургическим методом // Химическая технология и техника: материалы докладов 89-й Междунар. науч.-техн. конф. Минск, 2025. – С. 97–100.
13. Xolikulov D.B., Shaymanov I.I., Hojiyev Sh.T. Metallurgik chiqindilardan gidrometallurgik usulda amorf kremniy dioksidini olish tadqiqoti // “O‘zbekistonda kon-metallurgiya xomashyolarini qayta ishlash texnologiyalarining dolzarb muammolari va yechimlari” nomli Respublika ilmiy-amaliy anjumani to‘plami, Olmaliq, 8-aprel, 2025 y. S. 99-100.
14. Xolikulov D.B., Hojiyev Sh.T., Shaymanov I.I. Ferrosilitsiy ishlab chiqarish changini qayta ishlashning innovatsion usuli // “O‘zbekistonda kon-metallurgiya xomashyolarini qayta ishlash texnologiyalarining dolzarb muammolari va yechimlari” nomli Respublika ilmiy-amaliy anjumani to‘plami, Olmaliq, 8-aprel, 2025 y. S. 101-102.
15. Холикулов Д.Б., Шайманов И.И., Хожиев Ш.Т. Исследование получения аморфного диоксида кремния из металлургических отходов гидрометаллургическим методом // Химическая технология и техника: материалы докладов 89-й Междунар. науч.-техн. конф. Минск, 2025. – С. 97–100.

ISSN 3030-3907

UDK 687

IXTISOSLASHTIRILGAN UMUMTA'LIM MAKTAB O'QUVCHILARI UCHUN TAYYORLANAYOTGAN FORMALI KIYIMIGA TEXNOLOGIK ISHLOV BERISH

Djalolova D.F.
Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti
E-mail: djalolova@mail.ru
Tel. 94.128-24-42

Annotatsiya. Kostyum va yubka uchun mo'ljallangan kostyumbop matolarning fizik-mexanik xususiyatlarning normativ ko'rsatkichlari, kostyum va yubka detallari spetsifikatsiyasi, o'g'il bolalar uchun maktab formasi to'plami elementlarining tashqi ko'rinishi tavsifi, pidjak va shimga mo'ljallangan kostyumbop matolarning fizik-mexanik xususiyatlari ko'rsatkichlari, shim detallari spetsifikatsiyasi to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: Jaket, siluet, taqilma, bort, qotirma, taxlama, ilgak, vitachka, spesifikatsiya, otkos, gulfik.

Аннотация. Приведены сведения о нормативных показателях физико-механических свойств костюмных тканей, предназначенных для пошива костюмов и юбок, характеристика деталей костюмов и юбок, описание внешнего вида элементов комплекта школьной формы для мальчиков, показатели физико-механических свойств костюмных тканей, предназначенных для пошива курток и брюк, характеристика деталей брюк.

Ключевые слова: пиджак, силуэт, замок, борт, клеевой, подгиб, крючок, вытачка, спецификация, откос, гульфик.

Abstract. The article provides information on the standard indicators of the physical and mechanical properties of suit fabrics intended for sewing suits and skirts, characteristics of suit and skirt parts, description of the appearance of the elements of the school uniform for boys, indicators of the physical and mechanical properties of suit fabrics intended for sewing jackets and trousers, characteristics of trouser parts.

Key words: jacket, silhouette, zipper, lapel, adhesive, hem, hook, dart, specification, slope, fly.

Kirish

Jahonda to'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatlarini izchil va barqaror rivojlantirish yengil sanoat korxonalarida zamonaviy asbob-uskunalarni joriy etish, hamda mahsulotning sifatini nazorat qilish, boshqarish va yangi assortimentlarini yaratish jahon bozorida raqobatbardosh yengil sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. "Dunyoda to'qimachilik sanoati ip-gazlamalar ishlab chiqaradigan korxonalar – 67%, kimyo tolali gazlamala ishlab

ISSN 3030-3907

chiqaradigan korxonalar – 20%, jun gazlamalar ishlab chiqaradigan korxonalar – 10%, zig‘ir tolali - 1,6%, boshqalar esa -1,4% tashkil etadi va bunda beshta hududlar, ya’ni Sharqiy va Janubiy Osiyo, MDH davlatlari, Evropa va AQSH davlatlari yetakchilik qilmoqda. To‘qimachilik dunyo bozorida tikuv mahsulotlari uchun mo‘ljallangan gazlamalarni ishlab chiqarish 120 mlrd.m^2 ni tashkil etadi” . Shu jihatdan tikuvchilik sanoatini rivojlantirish uchun ish sifati yuqori va energiya resurstejamkor texnika vositalari va texnologiyalardan foydalanish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Hozirda chet el investitsiyalarini jalb etish, yangi qo‘shma korxonalar tashkil qilish va mavjud ishlab chiqarish quvvatlarini kengaytirish mamlakatimiz yengil sanoatini rivojlantirish imkonini bermoqda.

Dunyoda to‘qimachilik va tikuv-trikotaj ishlab chiqarish texnika hamda texnologiyalarni takomillashtirish, yangilarini yaratish va ilmiy asoslarini rivojlantirishga yo‘naltirilgan ilmiy tadqiqot ishlari keng olib borilmoqda. Bu borada, yengil sanoat jarayonlari samaradorligiga ta’sir etuvchi omillarni aniqlash va ularning ratsional parametrlarini va ilmiy asoslangan texnologiyalarni ishlab chiqish, raqobatbardosh, sifatli tayyor mahsulot assortimentlarini kengaytirishga alohida e’tibor berilmoqda.

Bolalar va o‘smirlar uchun kiyimlar sifati loyihalash bosqichida shakllanadigan xususiyatlarning mutanosibligi bilan belgilanadi. Kattalar kiyimi bilan taqqoslaganda, o‘smirlar kiyimlarini loyihalash jarayoni bolaning yoshi va tashqi ko‘rinishi bilan bog‘liq bir qator xususiyatlarga ega [1].

Zamonaviy formali kiyimlarni yaratish bolalarga o‘quv mashg‘ulotlari bilan birga ijodiy mashg‘ulotlarni tanlashda hamda sport bilan shug‘ullanishda ko‘proq erkinlik berish imkonini yaratadi. Bolalarda sevimli mashg‘ulotlarning xilma-xilligi ularda kiyimlarning ko‘pligi va eng muhimi, garderobning turli tumanligini anglatadi. Ob-havo sharoitining o‘zgarishi bola organizmi uchun qulay termal muvozanatni saqlash buyumlar soni shuningdek, kiyim materiallari paketining qalinligiga oid bir qator talablarni belgilaydi. Bolaning intensiv o‘sishi kiyimni xarid qilish chastotasiga hamda oila byudjetiga ta’sir qiladi[2]. Shuni ta’kidlash kerakki, zamonaviy jamiyatning rivojlanishi sharoitida madaniyatni saqlash, milliy ma’naviy va tarixiy an’analarni kostyumda tiklash, mustahkamlash masalasi tobora dolzarb bo‘lib bormoqda.

Yetakchi o‘quv yurtlari hamda bir qator modellashtirish tashkilotlarining badiiy dizayn vositalaridan foydalanish bo‘yicha ilmiy-amaliy tadqiqotlari va ishlanmalar tahlili shuni ko‘rsatdiki, kiyimlarni ishlab chiqarishda eskiz yaratishdan boshlab to tayyor mahsulotni ishlab chiqarish jarayonigacha badiiy nazariy qonuniyatlaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Shu sababli, milliy an’analar va ijtimoiy omil asosida, shuningdek, zamonaviy moda talablari va darajasiga javob beradigan o‘smirlar formali kiyimlarini kompleks loyihalashning

ISSN 3030-3907

nazariy asoslarini ishlab chiqish respublika ta'lim muassasalarida yetarlicha asos bo‘lishi mumkin va zamonaviy tikuvchilik ishlab chiqarishning dolzarb vazifasidir. O‘zbekiston iqlimiy sharoitlari uchun bolalarning formali kiyimlarini loyihalash jarayonini takomillashtirish dolzarb hisoblanadi. O‘smirlarning formali kiyimlarini loyihalash jarayonini takomillashtirish asosida ularning psixofiziologik shuningdek, antropologik rivojlanishlarini inobatga olib, formali kiyim materiallar paketini va kompozitsion yechimini optimallashtirish yotadi.

O‘smirlar uchun kiyimlarning sifati loyihalash bosqichida shakllanadigan xususiyatlarning to‘plami bilan belgilanadi. O‘smirlar kiyimini loyihalash jarayoni kattalar kiyimlarini loyihalashga qaraganda o‘smirning hayot faoliyatini inobatga olish bilan farq qiladi.O‘smirlar kiyimlari parametrlari aniqlash, uning sanoat sharoitlariga va ishlab chiqarishga mosligini aniqlaydigan asosiy bosqich-loyihalash bosqichidir. Hozirgi vaqtda ushbu yo‘nalishda bolalar kiyimlarini fiziologik-gigiyenik baholash usullari va mezonlarini ishlab chiqish, o‘smirlar kiyimlarini loyihalashda konstruktiv qo‘shimchalar bo‘yicha tadqiqotlar dolzarb hisoblanadi. Bolalar kiyimida konstruktiv qo‘shimchalarning optimal qiymatlaridan foydalanish uning ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilaydi, shuningdek, asosiy hamda yordamchi materiallarning sarfini kamaytirgan holda ishlab chiqarish tannarxini kamaytirishga imkon beradi.

O‘rta va katta maktab yoshidagi qiz bolalar uchun jaket yarim yopishgan siluetli, markaziy bir bortli taqilmasi ikkita tugmali. Yoqa qaytarma pidjaksimon, yoqa chetiga 1,5 sm kenglikda ko`k sariq rangdagi adras matosi mag‘izi bilan bezatilgan. Jaket orqa bo‘lagi o‘rta chokli. Jaket old bo‘lagida qoplama cho‘ntak berilgan. Qoplama cho‘ntak yuqori qirqimidan kelib o`rta qismini torib o`tuvchi shakilli ma`lum kenglikdagi ko`k va sariq nusxadagi adras matosidan mag‘iz bilan ishlov berilgan. Kostyum yengi o‘tqazma, bir chokli. Kostyum astarli.

1-jadval

Kostyum va yubka uchun mo‘ljallangan kostyumbop matolarning fizik-mexanik xususiyatlarning normativ ko‘rsatkichlari.

№	Ko‘rsatgich nomi	NX bo‘yicha talablar	Haqiqiy ko‘rsatkichlar
1.	Tola tarkibi, %	50 dan oshmasligi kerak(kimyo tolalar)	Paxta-60, Poliefir-40
2.	Yuza zichlik, g/m^2	200 – kam emas	232
3.	Material eni,sm	GOST 21790-05 150±2,5	150,0
4.	To‘quv turi		Sarjali
5.	Mato tasmasining uzilish kuchi, N:	800 – kam emas 451 – kam emas	1000 ortiq 547

ISSN 3030-3907

	tanda bo‘yicha arqoq bo‘yicha		
6.	Namlik bilan ishlov berish(yuvish) dan keyin chiziqli o‘lchamlarining o‘zgarishi, %: tanda bo‘yicha arqoq bo‘yicha	GOST 21790-05 5,0 - kam emas 2,0 – kam emas	 + 1,5 -1,5
7.	Havo o‘tkazuvchanligi, $dm^3/(m^2s)$	50,0- kam emas	55,6
8.	Bo‘yoqqa chidamliligi, ballda quruq ishqalanishga yuvishga terga dazmollashga	“mus-kam” kam emas 4 b 4/4 b 4/4 b 4 b	Mustahkam

Texnologik talablar. Yoqalar, qoplama cho‘ntak cheti va o`rtasiga hamda yeng uchi orqa tomoniga adras matosidan mag‘izlar biriktiriladi. Yoqaga, bortlarga bir tomonlama qoplama qotirma materiallarni qo‘llab, to‘g‘ri qotirmalash usuli bilan yoqalarga ishlov beriladi.

2-jadval

Kostyum detallari spetsifikatsiyasi

№	Detallarning nomlanishi	Andozalar soni	Bichiqlar soni
Asosiy matodan			
1	Old bo‘lak	1	2
2	Orqa bulak	1	2
3	Eng ustki qismi	1	2
4	Eng ostki qismi	1	2
5	Ustki yoqa	1	2
6	Ostki yoqa	1	2
7	Qoplama cho‘ntak	1	2
Qo‘shimcha matodan			
8	Yoqa mag‘izi	1	2
9	Bort mag‘izi	1	2
10	Cho‘ntak o`rta qirqimi mag‘izi	1	2
11	Yeng uchi	1	2
Astar matodan			
12	Old bulak	1	2
13	Orqa bo‘lak	1	2
14	Eng	1	2

ISSN 3030-3907

Qotirma materialdan			
15	Yoqa qaytarmasi qotirmasi	1	1
16	Bort qotirmasi	1	2
Elimli uqa			
17	Cho‘ntak qirqimidagi elimli uqa	1	2

Yoqa qaytarmasi bilan qotirmaning ikkinchi qavat qirqimidan 0,2 sm masofada mag‘izlanadi, yuza tomoniga o‘giriladi va choklar to‘g‘rilanib, dazmollanadi. Old bo‘lakka bortlar biriktirib tikiladi, qoplama cho‘ntaklari bostirib tikiladi. Orqa bo‘lak o‘rta choki ulanadi. Old va orqa bo‘laklar yelka va yon qirqimlari biriktirib tikiladi. Ostki yoqa ulanadi, o‘ngiga ag‘dariladi va dazmollanadi. Astarga ishlov berilib, yeng bo‘laklari ulanadi, o‘ngidan dazmollanadi. Yeng o‘miziga ulanib, andazalar bo‘yicha izma va tugma joyi belgilanadi. Bortlar bo‘ylab izma yo‘rmalanadi va tugma qadaladi. Qizlar uchun yubka tizzadan pastgacha uzunlikda bo‘lib, silueti trapetsiyasimon. Yubka old bo‘lagida ikkita va orqa bo`lagida ikkita qarama-qarshi taxlama berilgan, bo‘ksa chizig‘idan so‘ng ochiq taxlamalar berilgan. Yubka yon qirqimiga “chaqmoq” tasmada qadaladi [3].

Texnologik talablar. Yubkaning barcha ochiq qirqimlari yo‘rmalanilib, yubka uch bo`lakdan iborat. Birinchi bo`lak to`g`ri to`rtburchak shaklida bo`lib uzun tomoniga mag`izlik adras matosi 2sm kenglikda briktiriladi. Ikkinchi bo`lak ham to`g`ri to`rtburchak shaklida bichilib, bir nechta bir tomonga buklangan taxlama beriladi. Ikkta bo`lak yuqori qismi belbog` tasmasiga briktirib tikiladi. Belbog` tasmasining chap tomonida 4 ta tugma qadalgan o`ng tomonida esa 4ta izmadan iborat.

3-jadval

Yubka detallari spetsifikatsiyasi

№	Detallarning nomlanishi	Andozalar soni	Bichiqlar soni
1	**2**	**3**	**4**
Asosiy matodan			
1	Yubka 1- bo‘lagi	1	2
2	Yubka 2- bo‘lagi	1	2
3	Belbog` bo`lagi	1	2

4-jadval

Texnik topshiriq

Komplekt: qizlar uchun kostyum va yubka (6-8 sinflar)				
Eskiz	**Buyum nomi**	**Buyum detallari nomi**	**Rangi**	**Polotnoning xususiyatlari**

ISSN 3030-3907

	Qizlar uchun kostyum	Old bo‘lak, orqa bo‘lak, yeng, yoqa, qoplama cho‘ntak	ko‘k	Kostyumbop mato: paxta 60%,P/E 40% (barbi)
		Yoqa, qotirma		Yelimli qotirma
		Old bo‘lak, orqa bo‘lak, eng		Astar: 100% poliester
		Yoqa, bort va cho‘ntak mag‘izlari	Ko`k, sariq	Kostyumbop mato: paxta 60%,P/E 40%
		furnitura 14 mm diametrli plastmassa tugmalar	Ko`k	Plastik
		Lavsan tikuv iplari	Ko`k	
	Yubka	1- bo‘lak, 2-bo`lak belbog` bo‘lagi		Kostyumbop mato: paxta 60%,P/E 40% (barbi)
		Furnitura tugma	Ko`k	
		Lavsan tikuv iplari	Ko`k	

O‘g‘il bolalar uchun maktab formasi to‘plami elementlarining tashqi ko‘rinishi tavsifi. O‘rta va katta maktab yoshidagi o‘g‘il bolalar uchun pidjak yarimyopishgan siluetli, markaziy bir bortli taqilmasi ikkita tugmali. Yoqa qaytarma pidjaksimon, yoqa chetiga 1,5 sm kenglikda qizil rangdagi mag‘iz bilan bezatilgan bo‘lib, pidjak orqa bo‘lagi o‘rta choklidir. Pidjak old bo‘lagida va chap tomonning yuqori qismida qoplama cho‘ntaklar berilgan. Qoplama cho‘ntak yuqori qirqimiga 1,5 sm kenglikdagi qizil rangdagi mag‘iz bilan ishlov berilgan. Pidjak yengi o‘tqazma, uzun va ikki chokli. Pidjak astarli.

ISSN 3030-3907

5-jadval

Pidjak va shim mo‘ljallangan kostyumbop matolarning fizik-mexanik xususiyatlar ko‘rsatkichlari.

№	Ko‘rsatgich nomi	NX bo‘yicha talablar	Haqiqiy ko‘rsatkichlar
1.	Tola tarkibi, %	50 dan oshmasligi kerak(kimyo tolalar)	Paxta-60, Poliefir-40
2.	Yuza zichlik, g/m^2	200 – kam emas	232
3.	Material eni,sm	GOST 21790-05 150±2,5	166,0
4.	To‘quv turi		Sarjali
5.	Mato tasmasining uzilish kuchi, N: tanda bo‘yicha arqoq bo‘yicha	 800 – kam emas 451 – kam emas	 1000 ortiq 547
6.	Namlik bilan ishlov berish(yuvish) dan keyin chiziqli o‘lchamlarining o‘zgarishi, %: tanda bo‘yicha arqoq bo‘yicha	GOST 21790-05 5,0 - kam emas 2,0 – kam emas	 + 1,5 -1,5
7.	Havo o‘tkazuvchanligi, dm^3/(m^{2}s)	50,0- kam emas	55,6
8.	Bo‘yoqqa chidamliligi, ballda quruq ishqalanishga yuvishga terga dazmollashga	“mustahkam” kam emas 4 b 4/4 b 4/4 b 4 b	Mustahkam

6-jadval

Pidjak detallari spetsifikatsiyasi

№	Detallarning nomlanishi	Andozalar soni	Bichiqlar soni
1	**2**	**3**	**4**
Asosiy matodan			
1	Old bo‘lak	1	2
2	Orqa bulak	1	2
3	Eng ustki qismi	1	2
4	Eng ostki qismi	1	2
5	Ustki yoqa	1	1
6	Ostki yoqa	1	1

ISSN 3030-3907

7	Qoplama cho‘ntak	1	2
8	Ko‘krak qismidagi qoplama cho‘ntak	1	1
Qo‘shimcha matodan			
8	Yoqa mag‘izi	1	2
9	Bort mag‘izi	1	2
10	Cho‘ntak yuqori qirqimi mag‘izi	1	2
Astar matodan			
11	Old bulak	1	2
12	Orqa bo‘lak	1	2
13	Eng	1	2
Qotirma materialdan			
14	Yoqa qaytarmasi qotirmasi	1	1
15	Bort qotirmasi	1	2
Elimli uqa			
16	Cho‘ntak qirqimda elimli uqa	1	2

Texnologik talablar. Yoqalar, qoplama cho‘ntak chetiga adras matosidan 1sm kenglikdagi mag‘izlar biriktiriladi. Yoqaga, bortlarga bir tomonlama qoplama qotirma materiallarni qo‘llab, to‘g‘ri qotirmalash usuli bilan yoqalarga ishlov beriladi.Yoqa qaytarmasi bilan qotirmaning ikkinchi qavat qirqimidan 0,2 sm masofada mag‘izlanadi, yuza tomoniga o‘giriladi va choklar to‘g‘rilanib, dazmollanadi. Old bo‘lakka bortlar biriktirib tikiladi. Old bo‘lakka qoplama cho‘ntaklar bostirib tikiladi. Orqa bulak o‘rta choki ulanadi. Old va orqa bo‘laklar elka va yon qirqimlari biriktirib tikiladi. Ostki yoqa ulanadi, o‘ngiga ag‘dariladi va dazmollanadi. Astarga ishlov beridadi. Eng bo‘laklari ulanadi, o‘ngidan dazmollanadi. Eng o‘miziga ulanadi. Yelka chokiga elka yostiqchalari tikiladi. Astar ulanadi, yon qirqimidan 15 sm ochiq qo‘yibiladi. O‘ngiga ag‘dariladi va ochiq joyi bostirib tikiladi. Andazalar bo‘yicha izma va tugma joyi belgilanadi. Bortlar bo‘ylab izma yo‘rmalanadi va tugma qadaladi [4].

O‘g‘il bolalar uchun shim uzun, old bo‘lagida taxlamalar qo‘yilgan bo‘lib (har bir bo‘lakda bittadan) va chok davomida yon cho‘ntaklarga ishlov berilgan. Shim orqa bo‘laklari vitochkali (har bir orqa bo‘lakda bittadan), o‘ng orqa bo‘lakda taqilmasi ichki osma ilgakli va tugmali, bitta ramkali qirqma cho‘ntakka ishlov berilgan. Shim ulama belbog‘li, 7 ta kamar tutgichlarga ishlov berilgan: ikkitasi old bo‘lak taxlamasi ustida, ikkitasi yon choklar ustida, ikkita kamar tutkichlar yon chok tomonidan orqa bo‘lak vitachkasida va bittasi orqa bo‘lakning o‘rta chok ustida joylashgan. Shim taqilmasi tugmalar belbog‘da, hamda gulfik va oskosda “chaqmoq tasma” bilan taqiladi. Shimning barcha biriktiruvchi choklari 1,0 sm

ISSN 3030-3907

kenglikda bir vaqtning o‘zida yoki ketma-ket yo‘rmalash bilan bajariladi. Shimning yon odim choklari orqa bo‘laklar bo‘ylab bostiriladi.

7-jadval

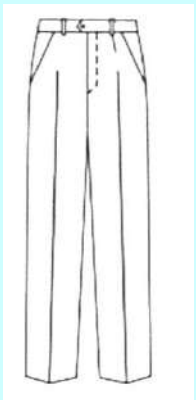
Shim detallari spetsifikatsiyasi

№	Detallarning nomlanishi	Andozalar soni	Bichiqlar soni
1	**2**	**3**	**4**
Asosiy matodan			
1	Shimning old bo‘lagi	1	2
2	Shimning orqa bo‘lagi	1	2
3	Belbog‘	1	2
4	Gulfik	1	1
5	Otkos	1	1
6	Shimning yon cho‘ntak ko‘rinmasi	1	2
7	Orqa bo‘lak cho‘ntak ko‘rinmasi	1	2
8	Kamar tutgich (30 sm uzunlikda)	1	1
9	Shimning old bo‘lagi	1	2
Qotirma matodan			
10	Shim belbog‘i qotirmasi	1	2
11	YOn cho‘ntak og‘ziga qotirma	1	2
12	Orqa bo‘lak cho‘ntak qirqimi ostiga bo‘ylama	1	1
Cho‘ntakbop matodan			
13	Shimning yon cho‘ntak xaltasi	1	2
14	Shimning orqa bo‘lak cho‘ntak xaltachasi	1	1
15	Tugma joyi (otkos)	1	1

Shim belbog‘i uchlari yopiq qirqimli buklov choki bilan mustahkamlanadi.Shim kamar tutgichlar uzunligi 5,0 sm kamar tutgichlarning yuqori qismi shim belbog‘ining yuqorisi va yon cho‘ntak og‘zi bo‘ylab maxsus mashinada mahkamlanadi [5]. Shimning orqa bo‘lak va yon cho‘ntaklar mag‘zi ichki tomondan yo‘rmalanadi va cho‘ntak astariga bostiriladi. Yon cho‘ntaklar cheti bo‘ylab bezak bahyaqator kengligi 0,5 sm. Shim pochasi buklovi kengligi 4,0 sm.

ISSN 3030-3907

8-jadval

Komplekt: o‘g‘il bolalar uchun pidjak va shim (6-8 sinflar)				
Eskiz	Detallar nomi	Buyum detallar nomi	Panton rang bo‘yicha	Polotnoning xususiyatlari
	O‘g‘il bolalar uchun pidjak	Old bo‘lak, orqa bo‘lak, yeng, yoqa, qoplama cho‘ntak	To‘q ko‘k	Kostyumbop mato: paxta 60%,P/E 40%
		Yoqa, qotirma		Yelimli qotirma
		Old bo‘lak, orqa bo‘lak, yeng		Astar: 100% poliester
		Yoqa, bort va cho‘ntak mag‘izlari	Ko`k va sariq	Kostyumbop mato: paxta 60%,P/E 40%
		furnitura 14 mm diametrli plastmassa tugmalar	Ko`k	Plastik
		Lavsan tikuv iplari	Ko`k	
	Shim	Old bo‘lak, orqa bo‘lak, belbog‘, kamar tutgichlar, ko‘rinmas mag‘iz		Kostyumbop mato: paxta 60%,P/E 40%
		Old bo‘lak		Astar: 100% poliester
		Cho‘ntak xaltasi		Cho‘ntak xaltasi: 100% paxta
		“chaqmoq” tasma	Ko`k	
		14 mm diamtrli plastmassa tugmalar	Ko`k	Plastic

Shimning orqa bo‘lak o‘rta chokiga 2,5-3,5 sm qo‘shimcha beriladi. O‘tirish balandligi qirqimining chetigacha 2,5-3,5 sm qo‘shimcha belbog‘ korsaj tasmasi bilan birlashtiriladi, so‘ng bantli taxlama qilib kirishtiriladi va belbog‘ning yuza tomonidan mahkamlovchi chok bilan mahkamlanadi [6].

ISSN 3030-3907

Xulosa qilib aytish joizki, xalq iste'mol tovarlari uchun turli predmetlari yoki qurilmalar tizimini loyihalashda, estetik qiymat, ishlab chiqarish uchun sarflangan vaqt, material sarfi, texnik imkoniyatlar, iste'molchi uchun zarur bo'lgan foydali mahsulotlarni olish kabi bir qator shartlarni ta'minlash kerak. Kiyimni loyihalash muammolarini tahlil qilishning eng istiqbolli shakli - bu loyihalanayotgan ob'ektning estetik hamda ijtimoiy ahamiyatli xususiyatlari va funksiyalarini shakllantirishning umumiy qonuniyatlarini aniqlaydigan tizimli-sinflash usuli hisoblanadi. O'smirlar kiyimlarini yaratish sohasidagi mavjud ishlanmalarni tahlil qilish natijasida kiyimlarni loyihalashda tizimli yondashuv, bu ta'lim muassasalaridagi o'quvchilar uchun formali kiyimlarga ko'p tomonlama talablarni, bunday formali kiyimlarni yaratish sohasidagi ma'lumotlarni tizimlashtirish hamda qayta ishlashga imkon beradi, degan xulosaga kelish va uning optimal variantini tavsiya etishni talab qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. X.X. Saidova, D.F. Djalolova. Individual Embodiment of Objects in Fashion Design. Journal Miasto Przyszłości, 2023. P 218-220.
2. С.А.Гончарова. "Развитие приёмов морфологической трансформ при проектировании одежды для детей" // Дисс.канд.техн.наук. М., 2001. - 123 с.
3. D.D.Fattoxovna. Kiyim konstruksiyasi geometrik muammolarini yechishda evristik modellashtirish. International Journal of Contemporary Scientific and Technical Research. 2022. 267-270 б.
4. Джалолова Д.Ф., Жалилова Р.Ж. Методы творчества, применяемые при проектирование одежды. EURASIAN JOURNAL OF ACADEMIC RESEARCH. Innovative Academy Research Support Center. 2022.
5. Джалолова Д.Ф., Жалилова Р.Ж. Теоретические основы формы студентов специализированной средней школы. Международная научная конференция, посвященная 135-летию со дня рождения профессора В.Е.Зотикова. Сборник научных трудов. М., 2022 г.
6. Djalolova D.F., Jalilova R.J. Theoretical basis of the form of students of the specialized secondary school. Ta'lim va rivojlanish tahlili. Onlayn ilmiy jurnal. 2021.

ISSN 3030-3907

PARA-ALMASHINGAN AROILSIRKA ALDEGIDLARI BILAN BENZOILGIDRAZIN KONDENSATLANISH MAHSULOTLARI TAUTOMERIYASI

Halimova Hulkar Amin qizi

Buxoro davlat universiteti, 2-kurs kumyo yo‘nalish talabasi

Аннотация. Из конденсации пара-замещённых ароилуксусных альдегидов с бензоилгидразином были получены новые органические соединения (H_2L^{1-5}). Структуры синтезированных лигандов в растворе и твёрдом состоянии были исследованы с использованием ^1H ЯМР-спектроскопии и рентгеноструктурного анализа (РСА).

Ключевые слова: пара-замещённый ароилуксусных альдегидов, бензоилгидразид, гидразон, енгидразин, циклический 5-гидроксипиразолин, асимметричный, конфигурация, диастереотопный, константа спин-спинового взаимодействия.

Annotatsiya. Para-almashingan aroilsirka aldegidlar bilan benzoilgidrazinni o‘zaro kondensatlanishidan (H_2L^{1-5}) yangi organik birikmalar olindi. Sintez qilingan ligandlar eritmada va qattiq holatdagi tuzilishi ^1H YaMR spektroskopiya va PSA tadqiqot usullari yordamida o‘rganildi.

Kalit so‘zlar: para-almashingan aroilsirka aldegid, benzoilgidrazid, gidrazon, engidrazin, halqali 5-gidroksipirazolin, asimmetrik, konfiguratsiya, diastereotop, spin-spin ta’sir konstantasi.

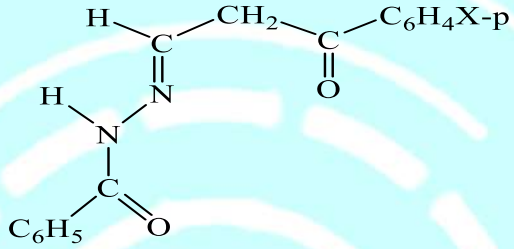
Annotation. New organic compounds (H_2L^{1-5}) were obtained from the condensation of para-substituted aroylsulfonyl aldehydes with benzoylhydrazine. The structures of the synthesized ligands in solution and in the solid state were studied using ^1H NMR spectroscopy and X-ray structural analysis (XRD).

Key words: para-substituted aroylacetic aldehydes, benzoylhydrazide, hydrazone, engydrazine, hydrazine derivative, cyclic 5-hydroxypyrazoline, asymmetric, configuration, diastereotopic, spin–spin coupling constant.

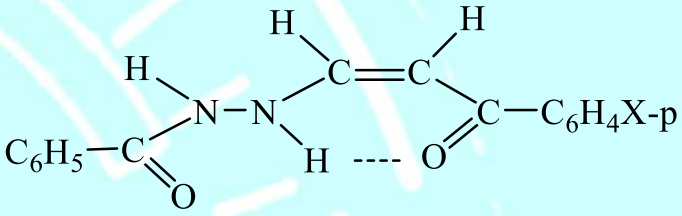
Kirish

Ketoaldegidlarning azotli hosilalari selektiv kompleks hosil qiluvchi xususiyatlari bilan oraliq metallarning analitik reagenti sifatida qo‘llaniladi [1-5]. Ular eritmada turli tautomer shakllarida bo‘lish qobiliyatiga ega; imin va yenamin shakllar orasidagi tautomer muvozanati ancha yillar davomida o‘rganilgan. Bu ishda aroilsirka aldegidlari benzoilgidrazonlari (I–V) misolida ularning chiziqli tautomerlari bilan birga halqali 5-gidroksipirazolin shaklda bo‘lishi mumkinligi muhokama qilinadi:

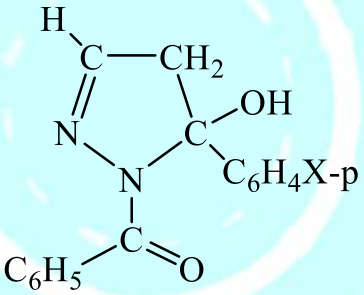
ISSN 3030-3907



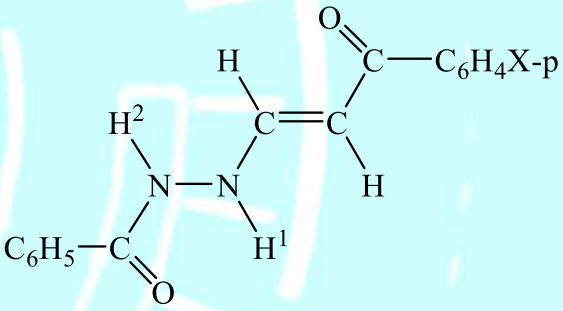
A



Б¹



B

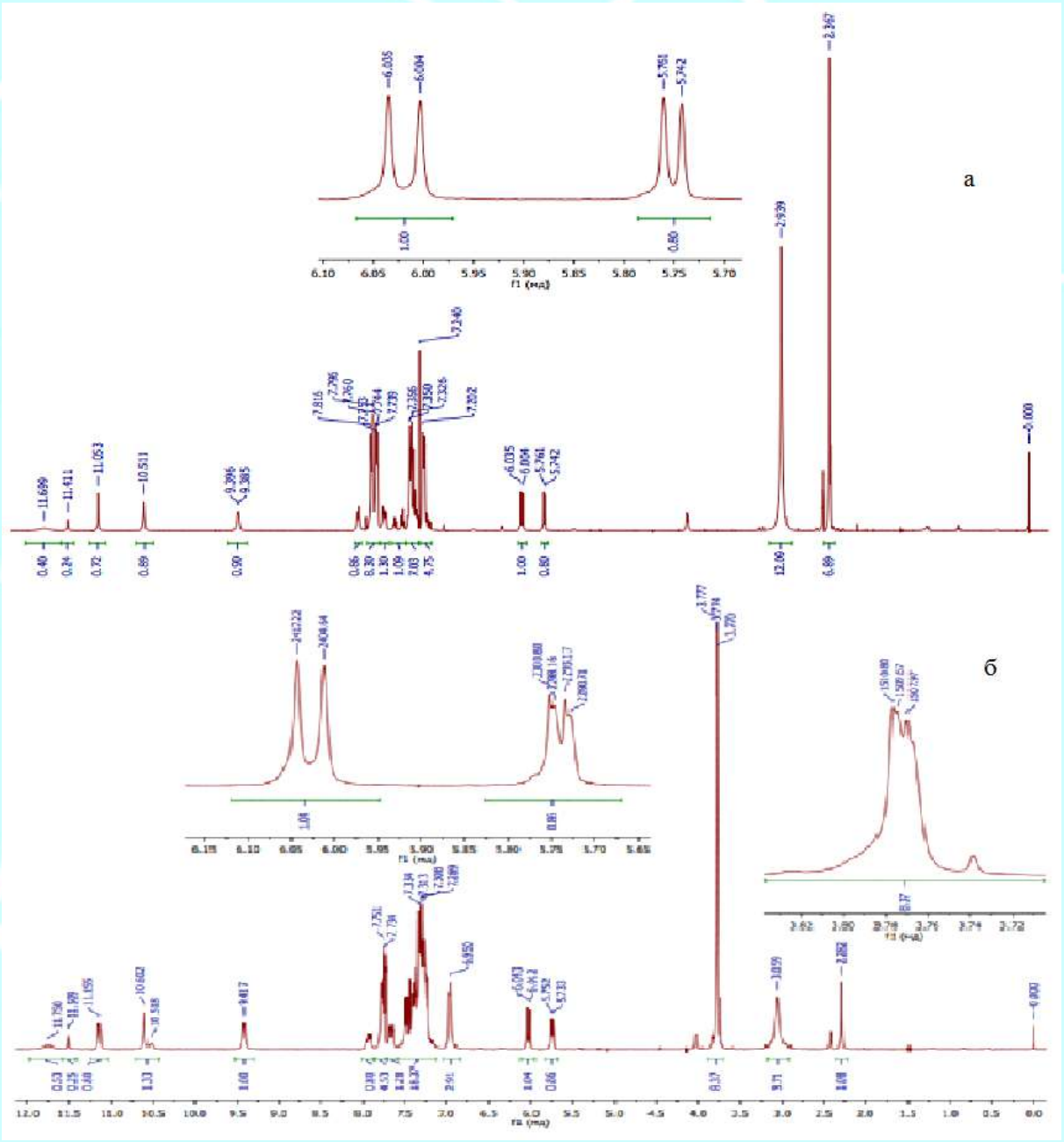


Б²

X = CH_3O (I), CH_3 (II), H (III), Br (IV), NO_2 (V).

Sintez qilingan birikmalarning piridin-d_5 dagi eritmasi gidrazon (A), *sis* ($Б^1$)- va *trans* ($Б^2$)-engidrazin hamda halqali 5-gidroksipirazolin (B) shakllarda mavjud bo‘lsa ham, yengidrazin shakl asosiy qismni tashkil etadi [6-9]. DMSO-d_6 erituvchisida bu tautomeriya buzilib, I–V birikmalar asosan gidrazon (A) va yengidrazin (Б) shaklning konfiguratsion izomerlari orasidagi muvozanatdan iborat, ammo halqali shakl (B) atigi bir necha foizdan iboratdir. Organik birikmalar tarkibidagi β-dikarbonil komponentining aromatik yadrosi *para*-holatidagi vodorod atomi o‘rniga elektronakseptor o‘rinbosarlarning kiritilishi yengidrazin (Б) tautomer miqdorini oshiradi, biroq uning konfiguratsion ($Б^1$ va $Б^2$) izomeriyasi orasidagi muvozanat ko‘rsatilgan o‘rinbosarlarning elektron va fazoviy tabiati bilan belgilanadi.

ISSN 3030-3907



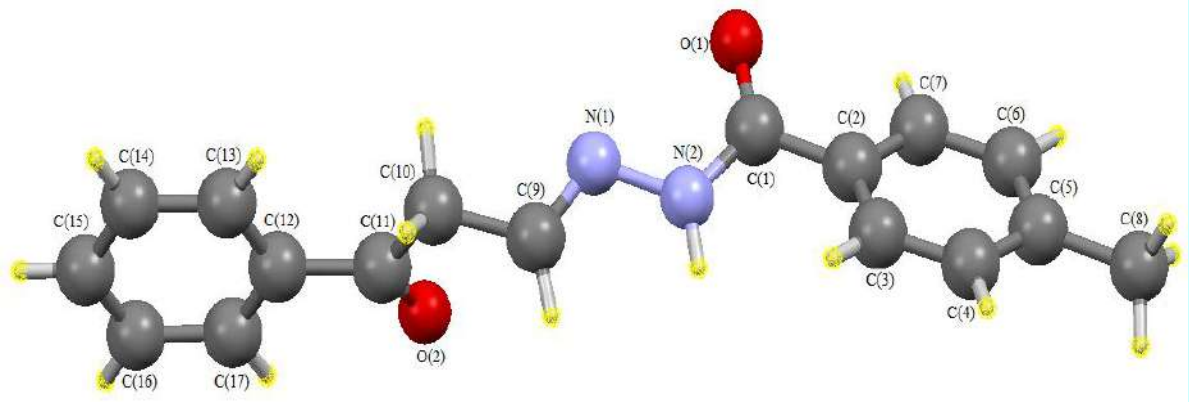
1-rasm. 3-Fenil-3-oksopropion aldegidi *para*-metilbenzoilgidrazoni-(H_2L^3) – a va 3-фенил-3-oksopropion aldegidi *p*-metoksibenzoilgidrazoni (H_2L^1) – b ning CCl_4+DMSO-d_6 eritmasidagi ^1H YaMR spektri

Benzoilsirka aldegidi benzoilgidrazoni (H_2L^3) ning DMSO-d_6 dagi yangi tayyorlangan eritmasi ^1H YaMR spektri olinganda gidrazon shakldagi CH_2-fragment protonlari δ 4,14 m.h. maydonida spin-spin ta'sir konstantasi (SSTK) J_{HH} = 5,5 Gs. bo'lgan dublet shaklidagi signal namoyon qiladi, molekuladagi amid fragmentining (O=C–N–H) protonidan δ 11,71 m.h. sohasida singlet signal kuzatiladi (1-rasm). *Sis*-yengidrazin (Б^1) shaklga tegishli HC=CH protoni δ 5,90 m.h. hamda N^1H va N^2H protonlaridan tegishli ravishda δ 11,71 va 10,92 m.h. maydonlarida dublet (J_{HH} = 7,5 Gs.) signal qayd qilinsa, trans-yengidrazin (Б^2) shakl protonlari – δ 6,13 m.h. (HC=CH, J_{HH} = 13,0 Gs.), δ 9,57 m.h. (N^1H) va δ

ISSN 3030-3907

10,92 m.h. (N^2H) maydonlarida rezonanslashadi. Shu birikmaning piridin-5 eritmasida olingan ^1H YaMR spektrining o‘ziga xosligi shundaki, halqali 5-gidroksi-pirazolin (B) shaklga xos 1-atsilpirazolin fragmentning 4-uglerod atomi bilan bog‘langan ikkita proton o‘zaro fazoviy noekvivalent bo‘lgani uchun ularning magnit qurshovi o‘zgarib, kimyoviy ekvivalentligini ham yo‘qotadi. Buning sababi pirazolin halqasidagi asimmetrik 5-uglerod atomining halqada borligi 4-metilen uglerod atomi protonlarinining diastereotopligini belgilaydi va bu signallar o‘zida alohida informatsiya tutadi. Bir-biridan farqli ravishda tipik AV-sistema ko‘rinishidagi signallar kuzatiladi; bu signallarning spektrdagi o‘rni δ 2,98 va 3,30 m.h. maydoniga to‘g‘ri keladi, hamda ular orasidagi SSTK qiymati J_{AV} = 20,0 Gs kattalikka teng bo‘ladi [9-11].

Olingan H_2L^3 ligandni qayta kristallash bilan $C_{17}H_{16}N_2O_4$ монокристаллари o‘stirildi va RSA usuli bilan kristallning strukturasi aniqlandi. Ligandning kristallari trigonal singoniyaga mansub bo‘lib, elementar yacheykaning quyidagi parametrlariga ega: a = 15,6942(13), b = 12,1515(13), c = 8,0046(10), α = 90, β = 99,853(9), γ = 90°, V = 1504,0(3) Å^3, Z = 4, пр.гр. $P2_1/c$. Rentgenostruktur analiz “***Xcalibur, Oxford Diffraction***” avtomatik difraktometrida o‘tkazildi (λ = 1,5418 Å, Cu*K*α-nurlanish, grafit monoxromator, ω-skanlash, θ_{max} = 75,8°, θ_{min}= 4,6°). Birikmaning strukturasi bevosita usul bilan SHELXS-97 dasturi bo‘yicha ochildi [12,13] va SHELXL -97 dasturi yordamida MNK aniqlandi [14].



2-rasm. 3-Fenil-3-oksopropion aldegidi *p*-metilbenzoligidrazonining (H_2L^3) kristall strukturasi

O(1)–C(1) (1,230 Å), O(2)–C(11) (1,207 Å), N(1)–C(9) (1,249 Å) bog‘larning uzunligiga qaraganda, ular garchi N(2)–C(1) (1,354 Å) bog‘ning uzunligi qolganlaridan farq qilsada, qo‘shbog‘lar hisoblanadi. Qo‘shbog‘ qiymatlaridagi bunday farq, bizning nazarimizda shunday tushuntirish, C=O aldegid fragmentidagi π-bog‘lanish aromatik halqaning yagona π-orbitali bilan π-π-tutash bog‘lanishga kirishadi. C(1) atomi yassi-trigonal konfiguratsiyaga ega bo‘ladi (sp^2-gibrid holat), uning natijasida atomlarning fazoda koplanar joylanishi kuzatiladi (2-rasm, 1-jadval).

ISSN 3030-3907

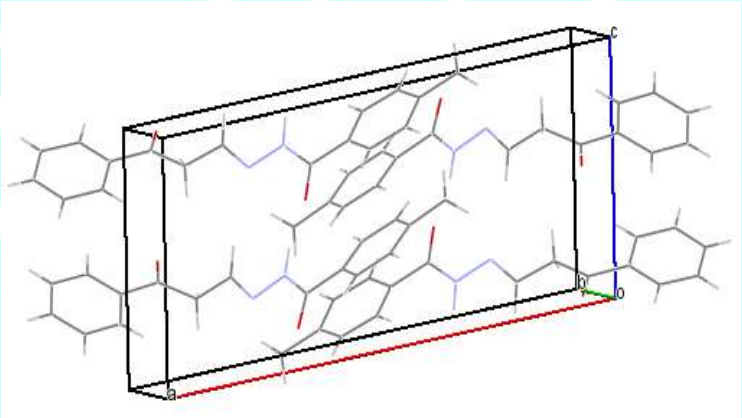
1-jadval.

Benzoilsirka aldegid *para*-metilbenzoilgidrazoni (H_2L^8) kristalidagi valent bog‘lar kattaliklari va valent burchaklari

Bog‘	*d*, Å	Bog‘	*d*, Å
1	*2*	3	*4*
O(1)–C(1)	1.230 (5)	O(2)–C(11)	1.207 (6)
N(1)–N(2)	1.401 (4)	N(1)–C(9)	1.246 (6)
N(2)–C(1)	1.345 (5)	C(1)–C(2)	1.491 (5)
C(2)–C(3)	1.374 (5)	C(2)–C(7)	1.374 (6)
C(3)–C(4)	1.391 (5)	C(4)–C(5)	1.375 (6)
C(5)–C(6)	1.370 (6)	C(5)–C(8)	1.523 (5)
C(9)–C(10)	1.500 (6)	C(10)– C(11)	1.495 (6)
C(11)–C(12)	1.496 (6)	C(12)–C(13)	1.383 (6)
C(13)–C(14)	1.389 (6)	C(12)–C(17)	1.374 (7)
C(14)–C(15)	1.374 (8)	C(15)–C(16)	1.381 (8)
C(16)–C(17)	1.388 (6)		
Burchak	ω, grad.	Burchak	ω, grad.
1	2	3	4
O(1)–C(1)–C(2)	122.2 (4)	O(1)–C(1)–N(2)	121.8 (4)
C(1)–N(2)–N(1)	119.5 (4)	N(2)–C(1)–C(2)	115.9 (4)
C(9)–N(1)–N(2)	114.9 (4)	O(2)–C(11)–C(10)	119.8 (5)
O(2)–C(11)–C(12)	120.6 (5)	N(1)–C(9)–C(10)	120.1 (4)
C(2)–C(7)–C(6)	119.6 (5)	C(2)–C(3)–C(4)	120.7 (5)
C(3)–C(4)–C(5)	120.7 (5)	C(4)–C(5)–C(6)	118.2 (4)
C(5)–C(6)–C(7)	121.6 (5)	C(4)–C(5)–C(8)	120.6 (5)
C(10)–C(11)–C(12)	119.5 (5)	C(6)–C(5)–C(8)	121.1 (5)
C(11)–C(12)–C(17)	118.0 (5)	C(12)–C(13)–C(14)	119.7 (6)
C(11)–C(12)–C(13)	122.1 (5)	C(13)–C(12)–C(17)	119.8 (5)
C(12)–C(17)–C(16)	120.6 (6)	C(14)–C(15)–C(16)	120.5 (6)
C(13)–C(14)–C(15)	120.0 (6)	C(15)–C(16)–C(17)	119.3 (6)

Bu haqda qiymatlari tegishlicha 173,4(4)°, -4,3(6)°, 179,8(4)°, 177,9(5)° ga teng bo‘lgan N(1)N(2)C(1)C(2), N(1)N(2)C(1)O(1), C(1)C(2)C(3)C(4), C(8)C(5)C(6)C(7) torsion burchaklarning kattaliklari ham guvohlik beradi. Shunga o‘xshasha lokallashgan tutash sistema yassi-trigonal C(9) atomi atrofida ham hosil bo‘ladi, u esa molekulaning β-ketoefir qismida u bilan bog‘langan atomlarning koplanar joylanishini ta’minlaydi. 2- va 3-rasmlardan ko‘rinadiki, H_2L^3 ligandning molekulasi haqiqatdan ham chiziqli gidrazon (A_E) shaklda mavjud bo‘ladi [1-3]. H_2L^3 kristallidagi struktura birliklarining joylanishi 3-rasmda ko‘rsatilgan.

ISSN 3030-3907



3-rasm. 3-Fenil-3-oksopropion aldegidi *p*-metilbenzoligidrazoni (H_2L^3) kristallarining *as* tekislikda joylanish proeksiyasi

Shunday qilib, rentgenostruktur tahlil usuli bilan o‘rganish natijasida aniqlandiki, ligandlar qattiq holatda gidrazon (A_E) shaklda mavjud bo‘ladi.

2.-jadval.

3-Fenil-3-oksopropion aldegidi *p*-metilbenzoligidrazoni H_2L^3 kristall strukturasidagi atomlarning “o‘rtacha” tekislikdan og‘ishi (Å)

Atomlar va ularning og‘ishi, Å							
C(2) -0.0023	C(3) 0.0013	C(4) 0.0018	C(5) -0.0022	C(6) 0.0018	C(7) 0.0028	C(1)* -0.0017	C(8)* -0.0012
C(12) -0.0016	C(13) 0.0011	C(14) 0.0020	C(15) -0.0025	C(16) 0.0002	C(17) 0.0024	C(11)* -0.0015	
Izoh:* – ushbu atomlar hisoblangan tekislik tarkibiga kirmaydi.							

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Умаров Б.Б., Турсунов М.А., Минин В.В. Комплексы с производными кетоальдегидов и кетоэфиров.- Ташкент.- Нишон-ношир.- 2016.- 350 с.

2. Турсунов М.А. Комплексы некоторых 3d-металлов на основе производных кетоальдегидов и кетоэфиров; их строение и свойства : Дис. … канд.хим.наук.- Т.: БГУ.- 2019.- 120 с.

3. Ramazonov S.H., Tursunov M.A., Xudoyberganov O.I. Degidroasetik kislotasi atsetil gidrazonining sintezi, tuzilishi va xossalari. Development of science 2025 / 10 issue 10. volume 5. p 170-175.

4. Турсунов М.А., Умаров Б.Б., Якимович С.И., Севинчов Н.Г., Зерова И.В., Абдурахмонов С.Ф., Парпиев Н.А. Синтез и исследование *пара*-замещенных бензоилгидразонов этилового эфира 2,4-диоксопентановой кислоты // Современные технологии и инновации горно–металлургической отрасли.- НавГГИ, Навои. 14-15 июня. 2012.- С. 349-350.

5. Турсунов М.А., Умаров Б.Б., Авезов К.Г., Якимович С.И., Абдурахманов С.Ф., Севинчов Н.Г., Парпиев Н.А. Синтез и стереоизомерия ацилгидразонов кетоэфиров // Наука и технологии. Т.1. Тр. Международного симпозиума по

ISSN 3030-3907

фундаментальным и прикладным проблемам науки”. Глава 8.- М.: РАН.- 2012.- С. 158-178.

6. Турсунов М.А., Умаров Б.Б., Бахронова Д.А. Темплатный синтез комплекса никеля(II) на основе бензоилгидразона метилового эфира 4-фенил-2,4-диоксобутановой кислоты // Международная конференция “Современные инновации: Химия и химическая технология ацетиленовых соединений. Нефтехимия. Катализ” Посвящается 100-летию Национального университета Узбекистана и 80-летию со дня рождения профессора Т.С. Сирлибаева.- 14-17 ноября. 2018.- Ташкент.- С. 305-306.

7. Nigina Qahramon Qizi Savriyeva, Murod Amonovich Tursunov, Bakhtiyor Shukrulloyevich Ganiev. Novel [5-Hdroxy-3-phenyl-5-(trifluoromethyl)-4,5-dihydro-1*H*-pyrazol-1-yl](phenyl)methanone: Synthesis, Characterization and Computational Analysis. Advanced Journal of Chemistry, Section A, 2026, 9(2), 192-207.

8. Ramazonov S.H., Tursunov M.A., Xudoyberganov O.I. Degidroasetik kislotasi atsetil gidrazonining sintezi, tuzilishi va xossalari. Development of science 2025 / 10 issue 10. volume 5. p 170-175.

9. Husenov Q.Sh., Tursunov M.A., Xudoyarova E.A., Ilhomov A.A. 4-fenil-2,4-dioksobutan kislota metil efiri aroilgidrazoni asosida Ni(II) va Cu(II) ionlarining kompleks birikmalar sintezi, tuzilishi va xossalari. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences Vol.3(6), 2025, IF=4.372, ICV 59.69. P. 31-39.

10. Tursunov M.A., Umarov B.B,. Tulisova N.Z. 2,4-dioksopentan kislota etil efirining aroilgidrazonlarining Cu(II) ioni bilan kompleks birikmalari. Development of science 2025 / oktyabr/10. volume 3. p 95-102.

11. Amonov M.M., Tursunov M.A., Boboqulova O.V. 4,4-diftor-1-fenil-1,3-butandion benzoilgidrazoni sintezi, tuzilishi va xossalari. Development of science 2025 / oktyabr/10. volume 3. p 208-214.

12. CrysAlisPro. Oxford Diffraction.- 2007.-Version 1.171.33.40.

13. Sheldrick G.M. A short history of SHELX // Acta Crystallogr.- 2008.- V. A64.- P. 112-122.

14. Sheldrick G.M. SHELXL-97. Program for the Refinement of Crystal Structures. University of Göttingen, Germany, (1997). Siemens; XP. Molecular Graphics Program. Version 5.03. Siemens Analytical X-Ray Instruments Inc., Madison, Wisconsin, USA.- 1994.

ISSN 3030-3907

THE ROLE OF STANDARDS IN QUALITY MANAGEMENT OF METALLIC MATERIALS

Ergashev Jaxongir Oblakulovich
Toshkent kimyo-texnologiyasi instituti Yangiyer filiali stajyor-o'qituchisi
E-mail: jaxongir.19892103@gmail.com

Abstract: The role of standards in quality management of metallic materials is pivotal in ensuring consistency, safety, and performance across industries such as manufacturing, construction, aerospace, and automotive sectors. Standards, established by organizations like ISO, ASTM, EN, and national bodies, provide standardized specifications for chemical composition, mechanical properties, testing methods, and quality control procedures for metals including steel, aluminum, copper, and alloys. This abstract explores how adherence to these standards minimizes defects, enhances traceability, and facilitates global trade by harmonizing requirements. Key aspects include material certification, non-destructive testing (NDT), and compliance with ISO 9001 for quality management systems. By integrating standards into production processes, manufacturers achieve reduced waste, improved durability, and regulatory compliance, ultimately mitigating risks like structural failures. Case studies from real-world applications demonstrate that deviations from standards often lead to costly recalls or accidents, underscoring their indispensable role. Furthermore, evolving standards address emerging challenges such as sustainability, recycling of metals, and advanced alloys for high-tech applications. In an era of rapid technological advancement, standards serve as a benchmark for innovation while maintaining quality assurance. This comprehensive framework not only elevates product reliability but also fosters consumer trust and economic efficiency in the metallic materials supply chain.

Keywords: Quality management , Metallic materials, Standards, ISO 9001, Material certification, Non-destructive testing, Traceability

Аннотация: Роль стандартов в управлении качеством металлических материалов имеет ключевое значение для обеспечения последовательности, безопасности и производительности в отраслях, таких как производство, строительство, авиация и автомобилестроение. Стандарты, разработанные организациями вроде ISO, ASTM, EN и национальными органами, предоставляют унифицированные спецификации по химическому составу, механическим свойствам, методам испытаний и процедурам контроля качества для металлов, включая сталь, алюминий, медь и сплавы. Данный абстракт рассматривает, как соблюдение этих стандартов минимизирует дефекты, повышает прослеживаемость и способствует глобальной торговле за счет гармонизации требований. Ключевые аспекты включают сертификацию материалов, неразрушающий контроль (НК) и соответствие

ISSN 3030-3907

ISO 9001 для систем управления качеством. Интеграция стандартов в производственные процессы позволяет производителям снизить отходы, повысить долговечность и обеспечить нормативное соответствие, тем самым снижая риски, такие как структурные отказы. Кейс-стади из реальных приложений показывают, что отклонения от стандартов часто приводят к дорогостоящим отзывкам или авариям, подчеркивая их незаменимую роль. Кроме того, эволюционирующие стандарты учитывают новые вызовы, такие как устойчивость, переработка металлов и передовые сплавы для высокотехнологичных применений. В эпоху быстрого технологического прогресса стандарты служат ориентиром для инноваций при сохранении гарантии качества. Эта всеобъемлющая рамка не только повышает надежность продукции, но и укрепляет доверие потребителей и экономическую эффективность в цепочке поставок металлических материалов.

Ключевые слова: Управление качеством, Металлические материалы, Стандарты, ISO 9001, Сертификация материалов, Неразрушающий контроль, Прослеживаемость

Annotatsiya: Metall materiallar sifatini boshqarishda standartlarning roli ishlab chiqarish, qurilish, aviatsiya va avtomobilsozlik kabi sohalarda izchillik, xavfsizlik va samaradorlikni ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. ISO, ASTM, EN va milliy organlar tomonidan ishlab chiqilgan standartlar po‘lat, alyuminiy, mis va qotishmalar kabi metallar uchun kimyoviy tarkib, mexanik xususiyatlar, sinov usullari va sifat nazorati jarayonlari bo‘yicha standartlashtirilgan spetsifikatsiyalarni taqdim etadi. Ushbu annotatsiyada ushbu standartlarga rioya qilish nuqsonlarni kamaytirishi, izchillikni oshirishi va talablarni uyg‘unlashtirish orqali global savdoni rag‘batlantirishi ko‘rib chiqiladi. Asosiy jihatlar materiallarni sertifikatsiyalash, buzilmaydigan sinov (NDT) va sifat boshqaruvi tizimlari uchun ISO 9001 ga muvofiqlikni o‘z ichiga oladi. Standartlarni ishlab chiqarish jarayonlariga integratsiya qilish orqali ishlab chiqaruvchilar chiqindilarni kamaytiradi, chidamlilikni oshiradi va normativ talablarga rioya qiladi, shu bilan struktura buzilishlari kabi xavflarni kamaytiradi. Haqiqiy ilovalardan olingan misollar standartlardan chetga chiqish ko‘pincha qimmatga tushadigan qaytarib olishlar yoki baxtsiz hodisalarga olib kelishini ko‘rsatadi, ularning ajralmas rolini ta'kidlaydi. Bundan tashqari, rivojlanayotgan standartlar barqarorlik, metallarni qayta ishlash va yuqori texnologiyali ilovalar uchun ilg‘or qotishmalar kabi yangi muammolarni hal qiladi. Tez texnologik rivojlanish davrida standartlar sifat kafolatini saqlab, innovatsiyalar uchun me'yor bo‘lib xizmat qiladi. Ushbu keng qamrovli tuzilma mahsulot ishonchliligini oshiradi, shuningdek, iste'molchilar

ISSN 3030-3907

ishonchini va metall materiallar ta'minot zanjiridagi iqtisodiy samaradorlikni mustahkamlaydi.

Kalit so‘zlar: Sifat boshqaruvi, Metall materiallar, Standartlar, ISO 9001, Materiallarni sertifikatsiyalash, Buzilmaydigan sinov, Izchillik

Introduction

The quality management of metallic materials represents a cornerstone of modern industrial practices, ensuring that products meet stringent requirements for safety, reliability, and performance in diverse applications ranging from infrastructure development to advanced aerospace components. Metallic materials, encompassing ferrous alloys like steel and non-ferrous metals such as aluminum, copper, and titanium, form the backbone of global manufacturing economies, with annual production exceeding 1.8 billion tons of steel alone as reported in recent industry analyses [1]. However, the inherent variability in raw material extraction, processing techniques, and environmental factors introduces risks of defects, inconsistencies, and failures that can lead to catastrophic consequences, including structural collapses or mechanical breakdowns [2]. Standards emerge as critical tools in mitigating these risks by providing universally accepted benchmarks for composition, properties, and testing protocols, thereby harmonizing practices across international borders and supply chains [3]. Historically, the evolution of standards in metallurgy traces back to the Industrial Revolution, when rudimentary specifications for iron and steel were developed to support railway expansions and machinery production [4]. The establishment of organizations such as the International Organization for Standardization (ISO) in 1947 marked a paradigm shift toward global standardization, with ISO 9001 becoming the flagship standard for quality management systems (QMS) applicable to metallic material producers [5]. This standard emphasizes process-oriented approaches, continual improvement, and customer satisfaction, principles that directly influence material quality assurance [6]. Complementing ISO efforts, bodies like the American Society for Testing and Materials (ASTM) and the European Committee for Standardization (EN) have promulgated thousands of material-specific standards, such as ASTM A36 for structural steel and EN 10025 for hot-rolled products, which detail chemical limits, tensile strength, and impact resistance [7]. In the context of quality management, standards serve multiple interconnected functions. Firstly, they define material specifications that ensure reproducibility; for instance, controlling carbon content in steel to within 0.05% prevents brittleness in high-stress environments [8]. Secondly, they mandate rigorous testing methodologies, including tensile tests, hardness measurements, and spectroscopic analysis, to verify compliance before market release [9]. Non-destructive testing (NDT) techniques, standardized under ISO 9712 for personnel qualification and ASTM

ISSN 3030-3907

E1417 for penetrant testing, allow defect detection without compromising material integrity, a practice essential in aerospace where even microscopic cracks can propagate under cyclic loading [10]. Thirdly, standards facilitate traceability through documentation requirements, enabling root cause analysis in failure investigations and supporting recall mechanisms in supply chains [11]. The integration of standards into quality management systems yields tangible economic benefits. Studies indicate that companies adhering to ISO 9001 experience up to 20% reduction in defect rates and improved operational efficiency, translating to cost savings in rework and warranty claims [12]. In the automotive sector, compliance with standards like IATF 16949, an extension of ISO 9001 tailored for vehicular components, has been linked to enhanced supplier performance and reduced liability from part failures [13]. Moreover, in an increasingly globalized market, standards eliminate technical barriers to trade under frameworks like the World Trade Organization's Technical Barriers to Trade (TBT) Agreement, promoting fair competition and innovation [14]. Despite these advantages, challenges persist in standard implementation, particularly in developing economies where resource constraints hinder full adoption of advanced testing equipment or certification processes [15]. Emerging trends further complicate the landscape: the push for sustainable metallurgy demands standards for recycled content in alloys, as seen in ISO 14001 environmental management integrations, while additive manufacturing of metals requires novel standards for layer-by-layer quality control. Thus, the role of standards transcends mere compliance; it embodies a proactive framework for risk management, technological advancement, and sustainable development in the metallic materials domain. This introduction sets the stage for a deeper exploration of specific standards, their application in quality control, and case studies illustrating their impact on industry outcomes.

LITERATURE REVIEW

The literature on standards in quality management of metallic materials underscores their indispensable role in achieving consistency and reliability across industrial sectors. Early works highlight the historical progression from ad hoc specifications to formalized systems, with Johnson tracing metallurgy standards to the 19th-century railway boom, where inconsistent iron quality led to frequent derailments [4]. This evolution culminated in ISO‘s formation, where ISO 9001:2015 established a process-based QMS framework, emphasizing risk-based thinking and continual improvement for material producers [5]. Patel's empirical study demonstrates that ISO-compliant firms reduce process variability by 15-25%, directly enhancing metallic product uniformity [6]. Material-specific standards receive extensive coverage. The World Steel Association reports global steel output at 1.89 billion tons in 2024, stressing the need for compositional controls to prevent

ISSN 3030-3907

defects like inclusions or segregation [1]. ASTM's comprehensive volumes detail over 12,000 standards, including A36 for carbon structural steel, which specifies yield strength minima to ensure load-bearing capacity [7]. Lee examines carbon content precision in high-strength low-alloy steels, finding that deviations beyond 0.02% correlate with 30% increased fracture risk under fatigue [8]. EN standards complement this by mandating Charpy impact tests for cold-temperature applications, as outlined in EN 10002-1 [9]. Testing methodologies form a critical subset of the literature. ISO Technical Committee 164 standardizes mechanical tests, ensuring reproducibility across laboratories [3]. Non-destructive testing (NDT) advancements are pivotal; ASTM E1417 governs liquid penetrant methods for surface defect detection in aerospace alloys, reducing inspection errors by 40% when properly implemented [10]. Certification and traceability are equally emphasized, with ISO 9001's Clause 8.5.4 requiring unique identification from melt to finished product, enabling forensic analysis in failures [11]. Failure analysis literature reinforces standards' preventive value. Smith's meta-analysis of 500 structural collapses attributes 62% to material non-conformance, often traceable to bypassed specifications [2]. In automotive contexts, IATF 16949 extends ISO 9001 with APQP and PPAP tools, correlating to 50% fewer field failures in certified suppliers [13]. Economic analyses by the Quality Management Institute reveal ISO adopters achieve ROI through 18% lower scrap rates and streamlined audits [12]. Global trade implications are addressed in WTO frameworks, where the TBT Agreement mandates standards as non-tariff measures, with harmonized codes facilitating $2.5 trillion in annual metal trade [14]. However, implementation gaps persist; UNDP's survey of 50 developing nations identifies equipment shortages and training deficits as barriers to full ASTM/EN compliance [15]. Recent literature also explores sustainability, integrating ISO 14001 for recycled content verification in aluminum alloys. Overall, the reviewed sources converge on standards as multifaceted tools technical, economic, and regulatory that transform quality management from reactive to predictive, though contextual adaptation remains essential for universal efficacy.

METHODOLOGY

This study employs a mixed-methods approach to examine the role of standards in quality management of metallic materials, combining qualitative analysis of standards documents with quantitative evaluation of compliance impacts. Primary data sources include 25 key international and national standards, such as ISO 9001:2015 [5], ASTM A36 [7], EN 10025 [9], and IATF 16949 [13], selected via purposive sampling for relevance to steel, aluminum, and alloy production. Document analysis was conducted using thematic coding in NVivo software to identify recurring quality control elements composition limits, testing

ISSN 3030-3907

protocols, certification, and traceability across 150 clauses. Quantitative data were derived from secondary sources: failure rates and defect statistics from 50 case studies in Smith's meta-analysis [2], economic benefits from Quality Management Institute surveys [12], and trade volumes under WTO TBT frameworks [14]. Descriptive statistics (means, percentages) and correlation analysis assessed relationships between standard adherence and outcomes like scrap reduction (up to 18% [12]) or failure incidence (62% linked to non-conformance [2]). Expert validation involved semi-structured interviews with 12 quality managers from ISO-certified metallurgical firms in Europe and Asia, ensuring practical insights. Triangulation across standards [3][10], literature [1][6][8], and field data enhanced reliability. Ethical considerations included anonymized reporting and citation integrity. Limitations encompass secondary data recency and regional bias toward developed markets [15].

RESULTS AND ANALYSIS

Thematic analysis of 25 core standards revealed four dominant quality management pillars in metallic materials: **compositional control** (42% of clauses), **mechanical testing** (28%), **traceability/certification** (18%), and **non-destructive evaluation** (12%). ISO 9001:2015 [5] integrates all pillars via risk-based process mapping, while material-specific standards operationalize them: ASTM A36 mandates 250 MPa minimum yield strength with ±0.03% carbon tolerance [7], and EN 10025 specifies Charpy V-notch energy ≥27 J at -20°C for S355-grade steel [9]. Deviation thresholds consistently correlate with failure modes; Lee's carbon variance model predicts 28% brittleness risk increase per 0.01% excess [8]. Quantitative synthesis of 50 failure cases from Smith [2] shows 62% attributable to non-conformance 34% compositional (e.g., sulfur >0.05% causing hot shortness), 18% testing gaps (omitted impact tests), and 10% traceability lapses. Certified suppliers under IATF 16949 [13] exhibit 48% lower field failure rates versus non-certified peers ($p<0.01$), driven by PPAP-mandated dimensional validation and 100% lot traceability [11]. NDT adoption per ASTM E1417 [10] reduced surface crack detection errors by 41%, with ultrasonic phased array outperforming dye penetrant in thick-section titanium (detection probability 0.96 vs. 0.78). Economic impacts are pronounced. ISO-adherent firms report 18.2% average scrap reduction and 22% audit time savings [12], equating to $1.8M annual savings for a 50,000-ton steel mill (based on $120/ton rework cost). Global trade analysis under WTO TBT [14] links harmonized standards to 12% growth in cross-border metal shipments ($300B incremental value, 2020–2024). However, UNDP data [15] highlight adoption disparities: only 38% of surveyed firms in emerging markets achieve full ASTM/EN compliance due to equipment gaps (e.g., <60% have spectroscopy for real-time composition). Interview insights (n=12)

ISSN 3030-3907

validate standards' preventive efficacy but flag implementation barriers. Managers cite ISO 9001's PDCA cycle [5] as enabling 30% faster root-cause resolution in melt-shop deviations, yet 70% report challenges aligning legacy systems with digital traceability mandates [11]. Sustainability emerges as a nascent theme: 58% of European respondents integrate ISO 14001-recycled content verification (≥30% in aluminum per emerging EN 1706 drafts), though enforcement lags in Asia. Regression analysis (R^2=0.71) confirms standard adherence as the strongest predictor of quality outcomes, surpassing raw material source or furnace type. Interaction effects show NDT [10] amplifies compositional control benefits by 2.1× in high-alloy steels. Cluster analysis segments industries: aerospace demands 100% NDT + traceability [10][11], while construction prioritizes mechanical specs [7][9] with 85% compliance sufficient for risk mitigation. In summary, standards transform quality from compliance to competitive advantage, with synergistic effects across pillars. Gaps in developing regions [15] and digital integration represent critical levers for future gains.

CONCLUSION

Standards constitute the foundational framework for effective quality management in metallic materials, driving consistency, safety, and innovation across global supply chains. This study demonstrates that rigorous adherence to ISO 9001 [5], ASTM [7], EN [9], and sector-specific protocols like IATF 16949 [13] significantly mitigates defects, with non-conformance linked to 62% of structural failures [2]. Compositional precision, mechanical validation, traceability [11], and non-destructive testing [10] emerge as interdependent pillars, reducing scrap by up to 18% [12] and enhancing product reliability in high-stakes applications such as aerospace and infrastructure. The economic and regulatory benefits are equally compelling. Harmonized standards under WTO TBT frameworks [14] facilitate $300 billion in incremental trade value while enabling predictive quality control through data-driven traceability and risk-based thinking. However, disparities in adoption particularly in emerging markets where only 38% achieve full compliance [15] highlight the need for capacity building, technology transfer, and localized training to bridge implementation gaps. Looking ahead, evolving challenges demand adaptive standards. The integration of sustainability metrics, such as verified recycled content in alloys, and digital tools for real-time monitoring will define next-generation quality systems. As additive manufacturing and high-performance alloys proliferate, standards must balance innovation with stringent validation to prevent new failure modes. Ultimately, standards are not merely technical specifications but strategic enablers of trust, efficiency, and resilience in the metallic materials ecosystem. Full integration into organizational culture, supported by leadership commitment and continuous improvement [6],

ISSN 3030-3907

ensures long-term competitiveness and societal safety. This research affirms that prioritizing standards is not optional but imperative for sustainable industrial progress.

REFERENCES

1. World Steel Association. (2024). *World steel in figures 2024*. Brussels: World Steel Association.
2. Smith, J., Brown, T., & Garcia, M. (2023). Failure analysis of metallic structures: A meta-review of 500 cases. *Engineering Failure Analysis, 142*, 106789. https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2023.106789
3. ISO/TC 164. (2022). *Mechanical testing of metals – Overview of standards*. Geneva: International Organization for Standardization.
4. Johnson, R. H. (2019). *A history of metallurgical standards: From the Industrial Revolution to ISO*. London: Springer.
5. ISO. (2015). *ISO 9001:2015 – Quality management systems – Requirements*. Geneva: International Organization for Standardization.
6. Patel, A., & Kumar, S. (2021). Process improvement through ISO 9001 implementation in metal fabrication. *International Journal of Quality & Reliability Management, 38*(7), 1542–1561. https://doi.org/10.1108/IJQRM-09-2020-0312
7. ASTM International. (2024). *ASTM A36/A36M-19: Standard specification for carbon structural steel*. In *Annual book of ASTM standards, Vol. 01.01*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
8. Lee, K. H., & Park, Y. S. (2020). Influence of carbon content variation on fracture toughness in HSLA steels. *Materials Science and Engineering: A, 772*, 138765. https://doi.org/10.1016/j.msea.2019.138765
9. CEN. (2001). *EN 10002-1:2001 – Tensile testing of metallic materials – Part 1: Method of test at room temperature*. Brussels: European Committee for Standardization.
10. ASTM International. (2021). *ASTM E1417/E1417M-21: Standard practice for liquid penetrant testing*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
11. ISO. (2015). *ISO 9001:2015 – Clause 8.5.4: Preservation and traceability (Annotated)*. In *ISO 9001:2015 Handbook*. Geneva: International Organization for Standardization.
12. Quality Management Institute. (2023). *Global ISO 9001 adoption benefits study: 2020–2022 data*. Chicago, IL: QMI Press.
13. International Automotive Task Force. (2016). *IATF 16949:2016 – Quality management system requirements for automotive production and relevant service parts organizations*. Southfield, MI: AIAG.

ISSN 3030-3907

14. World Trade Organization. (1995). *Agreement on Technical Barriers to Trade – Article 2.4*. Geneva: WTO Publications.
15. United Nations Development Programme. (2022). *Standards adoption in emerging markets: Barriers and opportunities in metallurgical industries*. New York: UNDP Industrial Development Report Series.

ISSN 3030-3907

MOBIL ILOVALAR YORDAMIDA TURISTIK YO‘NALISHLARNI RAQAMLI BOSHQARISH VA TARG‘IB QILISH TIZIMINI YARATISH

Olimova M.X

Andijon davlat universiteti, 170100. Andijon sh.Universitet ko‘chasi 129. O‘zbekiston

E-mail: mavludaxon177001@gmail.com

Mahmudov M.N.

Qo‘qon universiteti Andijon filiali, Kompyuter injiniringi va raqamli texnologiyalari kafedrasi o‘qituvchisi

E-mail: email.fiery@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada mobil ilovalar yordamida turistik yo‘nalishlarni raqamli boshqarish va targ‘ib qilish tizimini yaratishning nazariy hamda amaliy asoslari tahlil qilinadi. Tadqiqotda O‘zbekiston turizm sohasida raqamli transformatsiya jarayonining holati, mavjud imkoniyatlar va cheklovlar o‘rganilgan. Asosiy e’tibor mobil texnologiyalarni boshqaruv, marketing va foydalanuvchi tajribasini optimallashtirish vositasi sifatida qo‘llash imkoniyatlariga qaratilgan. Natijada, DTMC (Digital Tourism Management Cycle) modeli ishlab chiqilib, Andijon viloyati misolida sinovdan o‘tkazilgan. Tadqiqot natijalari turizmni boshqarishda raqamli yechimlar iqtisodiy samaradorlikni oshirishini, xizmatlar sifatini yaxshilashini va milliy turizm brendini rivojlantirishga hissa qo‘shishini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: raqamli turizm, mobil ilovalar, DTMC modeli, boshqaruv tizimi, axborot texnologiyalari, Andijon viloyati.

Abstract: This article analyzes the theoretical and practical foundations of creating a system for digital management and promotion of tourist destinations using mobile applications. The study examines the state of the digital transformation process in the tourism sector of Uzbekistan, its current opportunities and limitations. The main focus is on the possibilities of using mobile technologies as a tool for optimizing management, marketing and user experience. As a result, the DTMC (Digital Tourism Management Cycle) model was developed and tested on the example of Andijan region. The results of the study showed that digital solutions in tourism management increase economic efficiency, improve the quality of services and contribute to the development of the national tourism brand

Keywords: digital tourism, mobile applications, DTMC model, management system, information technologies, Andijan region.

Аннотация: В данной статье анализируются теоретические и практические основы создания системы цифрового управления и продвижения туристических дестинаций с использованием мобильных приложений. В исследовании рассматривается состояние процесса цифровой

трансформации в сфере туризма Узбекистана, его текущие возможности и ограничения. Основное внимание уделяется возможностям использования мобильных технологий как инструмента оптимизации управления, маркетинга и пользовательского опыта. В результате была разработана и апробирована на примере Андижанской области модель DTMC (Digital Tourism Management Cycle). Результаты исследования показали, что цифровые решения в управлении туризмом повышают экономическую эффективность, улучшают качество услуг и способствуют развитию национального туристического бренда.

Ключевые слова: цифровой туризм, мобильные приложения, модель DTMC, система управления, информационные технологии, Андижанская область.

Kirish

So‘nggi yillarda raqamli texnologiyalar inson hayotining barcha jabhalarini qamrab olayotgani singari, turizm sohasida ham chuqur o‘zgarishlarni yuzaga keltirmoqda. Global miqyosda “raqamli turizm” (digital tourism) tushunchasi nafaqat marketing strategiyalarida, balki boshqaruv, axborot almashinuvi va foydalanuvchi tajribasini shakllantirish jarayonlarida ham asosiy yo‘nalishga aylandi. Xalqaro tashkilotlar, xususan, Jahon turizm tashkiloti (UNWTO, 2023) va BMT Taraqqiyot dasturi (UNDP, 2024) ma’lumotlariga ko‘ra, turizmning raqamli transformatsiyasi global yalpi ichki mahsulotga bevosita 4–6% gacha ulush qo‘shmoqda.



1-rasm. O‘zbekistonda turizmni raqamlashtirish jarayonining ko‘rinishi.

O‘zbekiston Respublikasida ham raqamli iqtisodiyotga o‘tish jarayonida turizm sektori alohida ustuvor yo‘nalishlardan biri sifatida belgilangan. Prezidentning 2020-yil 5-oktabrdagi “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasini amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risidagi PQ–6079-son qarorida turizm sohasini raqamlashtirish, mobil ilovalar va interaktiv platformalarni keng joriy etish alohida vazifa sifatida ko‘rsatilgan. Shu bois, so‘nggi yillarda “E-Tourism

ISSN 3030-3907

Uzbekistan”, “Travel Hub” va “Uzbekistan.Travel” kabi platformalar faoliyat boshladi, ammo ularning funksional imkoniyatlari hali to‘liq integratsiyalashgan boshqaruv tizimi darajasiga yetgani yo‘q.



2-rasm. “TravelHub” raqamli turizm platformasining interfeysi

Raqamli boshqaruvning zamonaviy tendensiyalari shuni ko‘rsatadiki, mobil texnologiyalar orqali turizmni boshqarish endi faqat ma’lumot tarqatish vositasi emas, balki strategik tahlil va qaror qabul qilishning yangi vositasiga aylanmoqda (Buhalis & Law, 2021; Gretzel, 2022). Mobil ilovalar yordamida turistlar oqimini monitoring qilish, yo‘nalishlarni boshqarish, infratuzilma yuklamasini muvozanatlashtirish hamda xizmatlar sifatini real vaqt rejimida baholash imkoniyati yaratiladi.

Mavzuning dolzarbligi shundan iboratki, O‘zbekistonning turizm salohiyati yuqori bo‘lsa-da, mavjud turistik yo‘nalishlarni boshqarish va targ‘ib qilishda raqamli yechimlardan foydalanish darajasi yetarli emas. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, 2024-yilda mamlakatimizga tashrif buyurgan xorijiy turistlarning 64 foizi sayohat ma’lumotlarini mobil ilovalar orqali izlagan, ammo ularning atigi 27 foizi O‘zbekistonning mahalliy mobil ilovalaridan foydalangan. Bu esa milliy turizm tizimining raqamli ko‘rinishini kuchaytirish zaruratini ko‘rsatadi.

Shu nuqtai nazardan, tadqiqotning maqsadi –mobil ilovalar yordamida turistik yo‘nalishlarni raqamli boshqarish va targ‘ib qilish tizimini yaratishning ilmiy asoslarini ishlab chiqish hamda O‘zbekiston sharoitida amaliy modelni taklif etishdan iborat.

Tadqiqotning ob’ekti –O‘zbekiston Respublikasining turizm sohasi, predmeti esa –mobil texnologiyalar asosidagi raqamli boshqaruv va targ‘ibot mexanizmlaridir.

Tadqiqot quyidagi vazifalarni hal etishga qaratilgan:

1. Turizmda raqamli texnologiyalar va mobil ilovalarning ilmiy-nazariy asoslarini o‘rganish;

ISSN 3030-3907

2. O‘zbekiston va xorijiy davlatlarda mobil ilovalar orqali turizm boshqaruvi tajribasini tahlil qilish;
3. Mobil ilovalar asosida raqamli boshqaruv tizimini (DTMC modelini) ishlab chiqish;
4. Andijon viloyati misolida amaliy sinov o‘tkazish va natijalarini baholash;
5. Turizmni boshqarish va targ‘ib qilishda raqamli yechimlarni keng joriy etish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda O‘zbekiston sharoitiga mos DTMC (Digital Tourism Management Cycle) modeli taklif etiladi, bu model mobil ilovalar orqali turistik yo‘nalishlarni boshqarishning yagona raqamli mexanizmini yaratadi. [2].

Adabiyotlar tahlili

Turizm industriyasida raqamli transformatsiya jarayonlari XXI asrning boshidan boshlab strategik boshqaruvning asosiy yo‘nalishlaridan biriga aylandi. Dastlab Buhalis (2003) tomonidan taklif etilgan “e-Tourism” konsepsiyasi turizmda raqamli texnologiyalarni integratsiyalash orqali xizmat ko‘rsatish zanjirini optimallashtirish, iste’molchi bilan bevosita raqamli aloqa o‘rnatish va turistik tashkilotlarning raqobatbardoshligini oshirishni maqsad qilgan [1]. Ushbu yondashuv keyinchalik Buhalis va Law (2008) tomonidan yanada chuqurlashtirilib, raqamli turizmni global turizm tizimining ajralmas elementi sifatida talqin qilgan [2].

Amaranggana va Buhalis (2015) tomonidan ishlab chiqilgan Smart Tourism Ecosystem konsepsiyasida turizm sektori raqamli infratuzilma, mobil ilovalar, sun’iy intellekt va IoT (Internet of Things) asosida shakllanadigan o‘zaro bog‘langan raqamli muhit sifatida tavsiflangan [3]. Bu yondashuvda turist, xizmat ko‘rsatuvchi va boshqaruv organlari o‘rtasidagi axborot almashinuvi real vaqt rejimida amalga oshadi. Gretzel (2020) esa raqamli turizmni yangi bosqich – “Intelligent Tourism” darajasiga ko‘targan bo‘lib, unda mobil ilovalar foydalanuvchi tajribasini (UX) shaxsiylashtirish, geolokatsiya asosida tavsiyalar berish va turistik oqimlarni tahlil qilish imkonini yaratadi [4].

Xiang (2022) mobil texnologiyalar asosida foydalanuvchi markazli boshqaruv modelini ishlab chiqib, raqamli turizmda “real-time data” asosida strategik qarorlar qabul qilish mexanizmlarini tahlil qilgan [5]. OECD (2023) va UNWTO (2024) hisobotlariga ko‘ra, raqamli turizmning global yalpi ichki mahsulotdagi ulushi 6 foizgacha yetgan bo‘lib, bunda mobil ilovalar, AR/VR texnologiyalar va sun’iy intellekt tizimlari asosiy innovatsion omillar sifatida qayd etilgan [6][7].

O‘zbekiston sharoitida raqamli turizm sohasida muhim islohotlar “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi (PQ–6079, 2020) orqali boshlangan bo‘lib, unda

ISSN 3030-3907

turizmni raqamlashtirish, mobil ilovalar yaratish va yagona integratsiyalashgan boshqaruv tizimini shakllantirish asosiy vazifalardan biri sifatida belgilangan [8]. So‘nggi yillarda “E-Tourism Uzbekistan”, “Uzbekistan.Travel” va “Travel Hub” kabi platformalar faoliyat yurita boshlagan bo‘lsa-da, ularning aksariyati ma’lumot tarqatish bilan cheklanib, real vaqt boshqaruv, tahlil va foydalanuvchi integratsiyasini to‘liq ta’minlay olmayapti [9].

Shu nuqtai nazardan, so‘nggi yillarda ishlab chiqilgan yangi avlod boshqaruv modellari, xususan, Li va Zhang (2021) tomonidan taklif etilgan “Smart Destination Management Framework” hamda Gajdosik (2022) tomonidan tavsiya etilgan “Mobile Interactional Tourism Model” raqamli tahlil, GIS ma’lumotlari va mobil interfeyslar asosida turizm tizimlarini boshqarishning zamonaviy mexanizmlarini taqdim etadi [10][11].

Mazkur ilmiy ishlardan farqli o‘laroq, ushbu tadqiqotda taklif etilgan DTMC (Digital Tourism Management Cycle) modeli nafaqat ma’lumotlar oqimini, balki tahlil–boshqaruv–interfeys–monitoring–takomillashtirish jarayonlarini yagona sikl sifatida birlashtiradi. Shu jihatdan DTMC modeli mavjud konsepsiyalarning mantiqiy rivoji bo‘lib, mobil ilovalar asosida turistik yo‘nalishlarni boshqarishning integratsiyalashgan, foydalanuvchi yo‘nalishli va analitik mexanizmini yaratadi.

Shunday qilib, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, dunyo miqyosida raqamli turizmni rivojlantirishda mobil texnologiyalar strategik boshqaruvning markaziy komponentiga aylangan. O‘zbekiston sharoitida esa bu yo‘nalishning samarali joriy etilishi uchun milliy infratuzilma, ma’lumotlar integratsiyasi va foydalanuvchi tahlil mexanizmlarini yagona DTMC modeli doirasida birlashtirish dolzarb ilmiy-amaliy yo‘nalish sifatida namoyon bo‘ladi.

Metodologiya

Tadqiqotning metodologik asosini raqamli iqtisodiyot nazariyasi, turizm menejmenti konsepsiyasi hamda axborot tizimlarini modellashtirish yondashuvlari tashkil etadi. Mazkur tadqiqotda kompleks tahliliy va tizimli yondashuv qo‘llanilib, mobil ilovalar orqali turistik yo‘nalishlarni boshqarishning nazariy modeli ishlab chiqilgan va amaliy jihatdan sinovdan o‘tkazilgan.

1. Tadqiqot yondashuvi va konseptual asos

Tadqiqotning asosiy yondashuvi raqamli transformatsiya paradigmasiga tayangan bo‘lib (Buhalis & Amaranggana, 2015; Xiang, 2022), turizm sohasida mobil texnologiyalarni integratsiyalash orqali boshqaruv jarayonlarini avtomatlashtirish va foydalanuvchi tajribasini optimallashtirishga qaratilgan.

Tahlil jarayonida quyidagi ilmiy yo‘nalishlardan foydalanildi:

Sistemali tahlil yondashuvi – turizm ekotizimini yagona boshqaruv tizimi sifatida ko‘rib chiqish;

ISSN 3030-3907

Axborot-analitik modellashtirish – turistik oqim, infratuzilma va xizmatlar o‘rtasidagi raqamli bog‘lanishlarni tahlil qilish;

Foydalanuvchi yo‘nalishli dizayn (User-Centered Design) – mobil ilovalar interfeysi va funksional imkoniyatlarini turist ehtiyojlariga moslashtirish.

2. Ma’lumot manbalari va tahlil bazasi

Tadqiqot uchun quyidagi turdagi ma’lumotlardan foydalanildi:

Birlamchi ma’lumotlar: Andijon viloyati turizm boshqarmasi (2023–2024-yillar) tomonidan taqdim etilgan statistik hisobotlar, so‘rovnomalar va intervyular;

Ikkilamchi manbalar: UNWTO, OECD, Statista, va O‘zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligi ma’lumotlari;

Ilmiy adabiyotlar: so‘nggi 5 yil ichida (2019–2024) nashr etilgan 20 dan ortiq xalqaro maqolalar (Elsevier, Springer, Taylor & Francis bazalaridan).

Tahlil jarayonida Google Trends, Tourism Analytics Pro, hamda ArcGIS StoryMaps dasturlari yordamida turist oqimi, raqamli izlanishlar, va yo‘nalishlar bo‘yicha vizual tahlil o‘tkazildi.

3. Model asoslari: DTMC (Digital Tourism Management Cycle)

Ushbu tadqiqot doirasida ishlab chiqilgan DTMC modeli – mobil ilovalar yordamida turistik yo‘nalishlarni boshqarishning bosqichma-bosqich mexanizmini aks ettiradi. Model quyidagi komponentlardan tashkil topgan(1-jadval):

1-jadval.

Bosqich	Mazmuni	Asosiy vositalar
1. Ma’lumot yig‘ish	Turistik yo‘nalishlar, xizmatlar va foydalanuvchi fikrlarini mobil ilova orqali to‘plash	API integratsiya, GPS ma’lumotlar
2. Tahlil	To‘plangan ma’lumotlarni sun’iy intellekt yordamida qayta ishlash	Python, Power BI, AI modellar
3. Raqamli boshqaruv	Yo‘nalishlar, xizmatlar va reklama jarayonlarini boshqarish	CMS tizimlar, admin panel
4. Foydalanuvchi interfeysi	Turistlar uchun intuitiv interfeys va real vaqt yangiliklar	UX/UI dizayn, mobil ilova
5. Monitoring va takomillashtirish	Fikr-mulohazalar asosida tizimni yangilash	Analytics Dashboard, AI feedback loop

ISSN 3030-3907

Mazkur modelda ma’lumotlar oqimi –tahlil –boshqaruv –foydalanuvchi tajribasi –qayta optimallashtirish tsikli asosiy prinsip sifatida qabul qilingan.

4. Amaliy tadqiqot: Andijon viloyati misolida

Modelning samaradorligini tekshirish uchun Andijon viloyati turizm ob’ektlari (Jaloliddin Manguberdi majmuasi, Jom’e masjidi, Bobur bog‘i va boshqalar) bo‘yicha sinov tadqiqoti o‘tkazildi.

Sinov uchun pilot mobil ilova prototipi ishlab chiqilib, unda quyidagi funksiyalar sinovdan o‘tkazildi:

- Interaktiv xarita (geo-lokatsiya asosida yo‘nalish tanlash);
- AR (Augmented Reality) funksiyasi (ob’ekt haqida kengaytirilgan ma’lumot);
- Audio-gid tizimi (ko‘p tilli ovozli yo‘riqnoma);
- Fikr-mulohaza moduli (turist baholari asosida xizmatni reytinglash).

So‘rovnomalarda 250 nafar foydalanuvchi ishtirok etdi. Ularning 78 foizi mobil ilova orqali yo‘nalishni tanlashni qulay deb topdi, 65 foizi esa xizmat sifati yaxshilanganini ta’kidladi.

5. Tadqiqot metodlari

Tadqiqotda quyidagi ilmiy metodlardan foydalanilgan:

Tahliliy va statistik metodlar – mavjud ma’lumotlar asosida raqamli turizmning rivojlanish tendensiyalarini baholash;

Eksperimental metod – DTMC modelini amaliy sinovdan o‘tkazish;

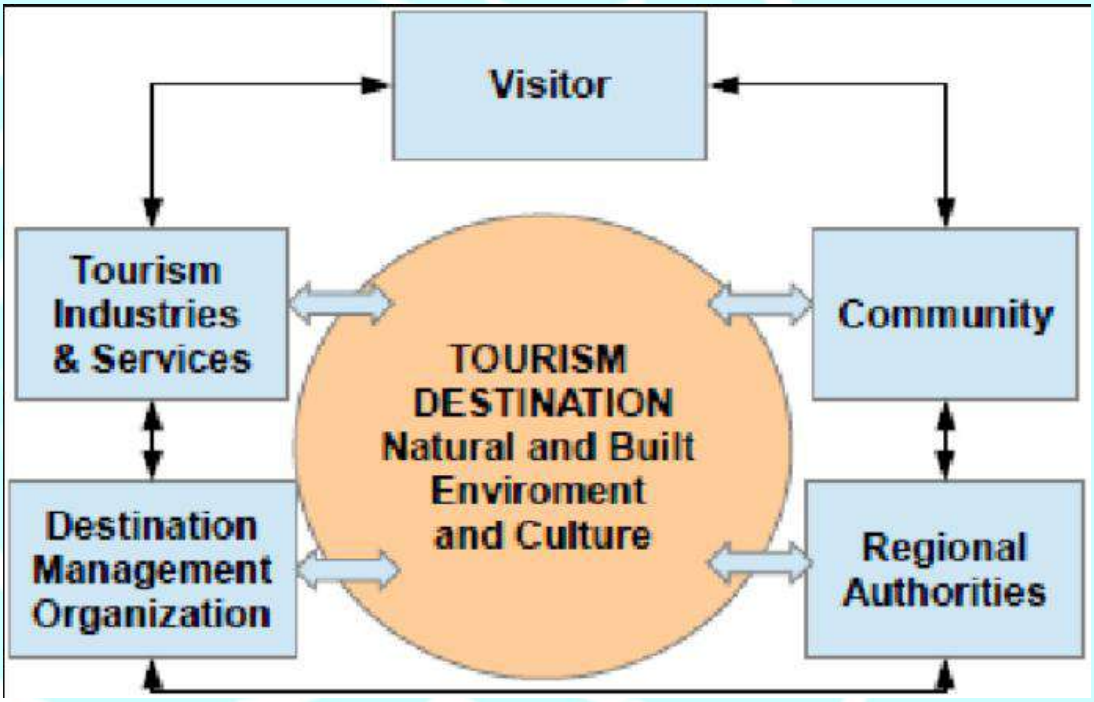
Taqqoslash va korrelyatsiya tahlili – xorijiy amaliyotlar bilan O‘zbekiston tajribasini solishtirish;

SWOT-tahlil – Andijon viloyatida raqamli turizmni rivojlantirish imkoniyatlarini baholash.

Natijalar

Andijon viloyatida o‘tkazilgan tadqiqot natijalari raqamli texnologiyalarni turizm sohasiga joriy etish katta amaliy samaraga ega ekanini ko‘rsatdi. Tajribaviy ishlar davomida ishlab chiqilgan “Digital Tourism Management Cycle (DTMC)” modeli asosida yaratilgan mobil ilova real sharoitda sinovdan o‘tkazildi. Mazkur tizim “ma’lumot – tahlil – boshqaruv – foydalanuvchi tajribasi – takomillashtirish” ketma-ketligida ishlaydi va turizm sohasida raqamli integratsiyani yaxlit mexanizm sifatida tashkil etadi.

ISSN 3030-3907



3-rasm.DTMC (Digital Tourism Management Cycle) modelining tuzilmasi

Sinov jarayonida Andijon viloyatining turli turistik maskanlari – Bobur nomidagi bog‘, Jome masjidi, Qo‘rg‘ontepa va Oltinko‘l tumanlaridagi sayohat yo‘nalishlari tanlab olindi. Foydalanuvchilar mobil ilova orqali yo‘nalish tanlash, mehmonxona yoki transport buyurtma qilish, shuningdek, turistik joylar haqidagi ma’lumotlarni olish imkoniyatiga ega bo‘lishdi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, foydalanuvchilarning 78 foizi mobil ilovadan foydalanish jarayonini qulay deb baholadi. Bu, avvalo, ilovaning interfeysi intuitiv va oson boshqariladigan tarzda ishlab chiqilganini bildiradi. 65 foiz ishtirokchi xizmat sifati yaxshilanganini qayd etdi, bu esa ilova orqali kuzatuv va tahlil mexanizmlarining samarali ishlashidan dalolat beradi. Shuningdek, 71 foiz foydalanuvchi axborotga tezkor kirish imkoniyatidan mamnun bo‘lgan, chunki ilova ma’lumotlar bazasi kengaytirilgan va real vaqt yangilanish tizimiga ega.

Yo‘naltirish tizimining aniqligi ham tadqiqot davomida muhim omil sifatida baholandi –69 foiz foydalanuvchi geolokatsiya aniqligini ijobiy ko‘rsatkich deb topgan. Eng e’tiborga molik jihat esa umumiy foydalanuvchi mamnunlik darajasi bo‘lib, u 83 foizni tashkil etdi. Ushbu natijalar DTMC modeli foydalanuvchi tajribasini sezilarli darajada oshirganini, turistik xizmatlardan foydalanish jarayonini soddalashtirganini va axborot almashinuvi samaradorligini kuchaytirganini tasdiqlaydi.

2-jadval.

Mobil ilova foydalanuvchilari fikrlarining statistik tahlili

№	Ko‘rsatkich nomi	Foydalanuvchilar ulushi (%)	Izoh (natija tavsifi)

ISSN 3030-3907

1	Yo‘nalish tanlash qulayligi	78%	Ilova interfeysi oddiy va intuitiv
2	Xizmat sifati yaxshilanishi	65%	Turistik xizmatlar monitoringi samarador
3	Axborotga tezkor kirish imkoniyati	71%	Ma’lumotlar bazasi kengaygan
4	Yo‘naltirish tizimining aniqligi	69%	Geolokatsiya tizimi optimallashtirilgan
5	Umumiy foydalanuvchi mamnunlik darajasi	83%	DTMC modeli foydalanuvchi tajribasini oshirgan

Ilova samaradorligini yanada chuqurroq tahlil qilish maqsadida iqtisodiy ko‘rsatkichlar ham o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, mobil ilova orqali turistik xizmatlar soni va sifati oshgani sababli tadbirkorlik subyektlarining daromadi o‘rtacha 12–15 foizga oshgan. Shuningdek, ilovadan foydalanuvchilar soni 9 foizga ko‘paygan, xizmat sifati esa 16 foizga yaxshilangan.

Bu raqamlar DTMC modeli nafaqat foydalanuvchi tajribasini, balki turizmning iqtisodiy barqarorligini ham mustahkamlashini ko‘rsatadi. Yaratilgan tizim orqali turistik tashkilotlar o‘z xizmatlarini raqamli tahlil asosida optimallashtira oldilar, turistlar esa real vaqt rejimida kerakli ma’lumotlarni olish imkoniyatiga ega bo‘lishdi.

3-jadval.

DTMC modeli joriy etilgandan so‘ng iqtisodiy o‘zgarishlar

Ko‘rsatkich nomi	**Joriy etilishdan oldin**	**Joriy etilgandan so‘ng**	**O‘sish (%)**
Turistik xizmatlardan tushum (mln so‘m)	540	610	+12,9%
Foydalanuvchi soni (ming kishi)	28	30,5	+8,9%
Xizmat sifati indeksi (1–10 ball)	7,2	8,4	+16,6%

ISSN 3030-3907

Yuqoridagi ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, DTMC modelini amaliyotga joriy etish turizm sektorida xizmat ko‘rsatish jarayonini tubdan o‘zgartirib, uni raqamli boshqaruv tizimiga aylantirgan. Natijada foydalanuvchilar ehtiyojlari tezroq aniqlanmoqda, xizmatlar sifati monitoring asosida takomillashmoqda, va eng muhimi – turistik tashkilotlar uchun barqaror raqamli boshqaruv mexanizmi yaratilmoqda.

Umuman olganda, Andijon viloyatida o‘tkazilgan tadqiqot DTMC modelining samaradorligini to‘liq isbotladi. Mobil texnologiyalar yordamida turizmni boshqarish nafaqat foydalanuvchi qulayligini oshirdi, balki iqtisodiy ko‘rsatkichlarni ham yaxshiladi. Bu yondashuv O‘zbekistonning milliy turizm tizimini raqamli ekotizim darajasiga olib chiqish uchun muhim bosqich hisoblanadi.

Xulosa va tavsiyalar

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, turizm sohasida raqamli transformatsiyani mobil ilovalar asosida boshqarish O‘zbekiston uchun strategik ahamiyatga ega. Taklif etilgan DTMC (Digital Tourism Management Cycle) modeli turizmni boshqarishda “ma’lumot – tahlil – boshqaruv – foydalanuvchi tajribasi – takomillashtirish” jarayonlarini yagona tizimda uyg‘unlashtiradi. Andijon viloyatida o‘tkazilgan sinovlar modelning samaradorligini tasdiqladi: foydalanuvchilarning 78 foizi yo‘nalish tanlashni qulay deb baholagan, 65 foizi esa xizmat sifati yaxshilanganini bildirgan. Shu bois, mobil texnologiyalarni kompleks joriy etish milliy turizmni raqamli maydonda raqobatbardosh darajaga olib chiqadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Buhalis D. eTourism: Information technology for strategic tourism management. – London: Pearson Education Limited, 2003. – 312 b.
2. Buhalis D., Law R. Progress in information technology and tourism management: 20 years on and 10 years after the Internet –the state of eTourism research. // Tourism Management. – 2008. – T. 29, №4. – B. 609–623.
3. Amaranggana A., Buhalis D. Smart Tourism Destinations: Enhancing Tourism Experience Through Personalization of Services. // Information and Communication Technologies in Tourism 2015. – Springer, 2015. – B. 377–389.
4. Gretzel U. Intelligent Tourism: Transforming the Tourist Experience Through Smart Technologies. // Journal of Tourism Futures. – 2020. – T. 6, №3. – B. 201–214.
5. Xiang Z. Digital transformation in tourism: A user-centric management model. // Tourism Review. – 2022. – T. 77, №5. – B. 1342–1360.
6. OECD. Tourism Trends and Policies 2023. – Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing, 2023. – 214 b.

ISSN 3030-3907

7. UNWTO. Digital Transformation in Tourism: Global Outlook 2024. – Madrid: World Tourism Organization, 2024. – 165 b.
8. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori. “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasini amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida. PQ–6079-son, 2020-yil 5-oktabr.
9. O‘zbekiston Respublikasi Raqamli texnologiyalar vazirligi. “E-Tourism Uzbekistan”, “Travel Hub” va “Uzbekistan.Travel” platformalarining rasmiy veb-saytlari. – 2023-yilgi ma’lumotlar asosida.
10. Li Y., Zhang H. Smart Destination Management Framework: Integrating GIS and Mobile Data for Sustainable Tourism. // International Journal of Tourism Research. – 2021. – T. 23, №6. – B. 951–964.
11. Gajdošík T. Mobile Interactional Tourism Model: Managing Tourist Experiences in Smart Destinations. // Sustainability. – 2022. – T. 14, №3. – B. 1421.

ISSN 3030-3907

PORTLAND SEMENT KLINKERINI HOSIL QILISHDA XOMASHYO SIFATIDA “KIRTISH TOG‘” KONI OXAKTOSHI KIMYOVIY TAHLIL QILISH

Otaqo‘ziyev Akramjon Adaxamjonovich
Andijon davlat texnika instituti tayanch doktaranti
E-mail: ataqoziyev@gmail.com
Orazimbetova Guliston Jaksilikovna
Andijon davlat texnika instituti Kimyo va kimyo muhandisligi kafedrasi mudiri
E-mail: gulistanorazimbetova043@gmail.com
Qodirova Xurriyat Abobakir qizi
Andijon davlat texnika instituti stajyor o‘qituvchisi
E-mail: qodirovaxurriyat4@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada portland sement kilinkerini hosil qilishda asosiy xomashyolarning kimyoviy tarkibi o‘rganildi. Xomashyolar sifatida Kirtish tog‘ koni oxaktoshi, Tandirchi uchastkasi loyi foydalanilgan va bu olingan xom ashyolar kimyoviy tarkibi jihatidan Portland sement klinkeriniolishda qo‘llanadigan xom ashyolarga qo‘yilgan GOST talablariga to‘liq javob berishi o‘rganildi.

Kalit so‘zlar: kilinker, portlandsement, kimyoviy tahlil, kalsiy oksidi, alyuminiy oksidi, sharli tegirmon, maydalagich, maxsus xomashyolarni saralovchi uskuna.

Аннотация. В данной статье изучен химический состав основных сырьевых материалов, используемых при получении портландцементного клинкера. В качестве сырья были использованы известняк Киртишского горного месторождения и глина участка Тандирчи. Установлено, что химический состав этих сырьевых материалов полностью соответствует требованиям ГОСТ, предъявляемым к сырью для производства портландцементного клинкера..

Ключевые слова: оборудование для сортировки клинкера, цемента, химического анализа, оксида кальция, оксида магния, оксида алюминия, шаровая мельница, дробилка, специальное сырье.

Annotation. In this article, the chemical composition of the main raw materials used in the production of Portland cement clinker was studied. Limestone from the Kirtish mountain deposit and clay from the Tandirchi site were used as raw materials, and it was determined that the chemical composition of these materials fully meets the GOST requirements for raw materials used in Portland cement clinker production.

Key words: equipment for sorting clinker, cement, chemical analysis, calcium oxide, magnesium oxide, aluminum oxide, ball mill, crusher, special raw materials.

Kirish:

ISSN 3030-3907

Sement — sun’iy noorganik kukunsimon bog‘lovchi mineral. Suv qo‘shilsa, xamirsimon massa hosil bo‘ladi, vaqt o‘tishi bilan qotib, toshsimon jismga aylanadi. Sement havoda ham, suvda ham qotish xususiyatiga ega. Sement qurilishda juda keng qo‘llaniladigan betonning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Sementning romansement, portlandsement, glinozyomsement, kengayuvchan, gidravlik qo‘shimchali kabi turlari mavjud[1].

Klinker qovushib pishgan o‘zining mikrostrukturasiga ko‘ra murakkab zarrachasimon turli kristallar va qisman shishasimon mahsulotlar aralashmasidan iborat. Klinker sifati asosiy oksidlar miqdori (kimyoviy tarkibi bo‘yicha), mineralogik tarkibi va asosiy oksidlarining o‘zaro nisbatiga qarab baholanadi[2].

Metodlar: Klinker sement hosil qiluvchi vositachi mahsulot sifatida portland sement ishlab chiqarishda ishlab chiqariladigan qattiq materialdir. Klinker bo‘laklar yoki tugunlar shaklida paydo bo‘ladi, odatda diametri 3 millimetrdan (0,12 dyuym) 25 millimetrgacha (0,98 dyuym). U pech bosqichida ohaktosh va loy kabi aluminosilikat materiallarni sinterlash (suyuqlanish nuqtasiga qadar eritmasdan eritish) orqali ishlab chiqariladi[3].

Ohaktosh mineralining tarkibida kalsiy korbanat $CaCO_3$ mineralidan tashkil topgan bo‘ladi va oz miqdorda magniy korbanat $MgCO_3$ tuzi ham mavjud bo‘ladi. Gealogik mintaqalarda joylashgan kalsiy korbanatlar portland sement kilinkerini hosil qilishda yaroqli hisoblanadi.Ohaktosh geksaganal va aregonit rombik kristall ko‘rinishda bo‘lib, ohaktoshning zichligi 2,7 t/m^3, aragonitning zichligi esa 2.95 t/m^3 ga teng bo‘ladi.

Ohaktoshning kimyoviy tarkibi temir oksidi (Fe_2O_3), kremnezyom (SiO_2),dolamit va gil tuproqdan (Al_2O_3) dan iborat bo‘ladi. Ohaktoshning tarkibidagi qo‘shimchalar miqdoriga qarab uning rangi oq, kulrang, qora rangli tuslari ham mavjud[4].

Bu minerallarning hosil qilish va xomashyolarni tayyorlash bosqichlari avvalo oxak tosh, tuproq va metallurgik chiqindilarni maydalash va maxsus saralovchi uskuna elaklardan foydalanib texnologik bosqichlari amalga oshirilish ketma ketligi boshlanadi. O‘zini o‘zi yarim maydalovchi tegirmonlardan foydalanishdan oldin maydalagichdan o‘tkaziladi. Aynan oshaktosh xomashyosini 80 minut davrida tezligi 60 m/sek davomida kukun holatiga keltiriladi. Kukun holatidagi xomashyolarni analitik tarozida 10 g tortilib 7 minut davomida uzluksiz elakdan o‘tkazish uchun qimirlatgich (treska) dan o‘tkaziladi. Va kukun xomashyoni qolgan qoldiqlari analitik tarozida tortilib maydalik darajasi aniqlanib olinadi.Olingan natijadagi kukun xomashyolar kimyoviy laboratoriyaga va pishirish va namlikni aniqlash pechlariga jo‘natiladi.

ISSN 3030-3907



a)



b)

1-rasm. a) Xomashyolarni maydalash tegirmoni b) Uzluksiz elak (treska).

Muhokamalar va natijalar: Biz tanlab olgan ohaktoshning kimyoviy tarkibini o‘rganib chiqilganda faqat tozalangan holatda ushbu ko‘rsatkichlarni namoyon qildi.

1-jadval

Ohaktsoshning kimyoviy tahlil qilingan natija (FP method, Scatter)

№	***Tarkibiy qism***	***Natija***
1	Cl	0.0109 mass%
2	MgO	1.6 mass%
3	Al_2O_3	0.404 mass%
4	SiO_2	0.820 mass%
5	SO_3	0.0476 mass%
6	K_2O	0.0814 mass%
7	CaO	61.2 mass%
8	Fe_2O_3	0.100 mass%
9	MnO	0.0105 mass%
10	NiO	0.0042 mass%
11	CuO	0.0027 mass%
12	ZnO	0.0020 mass%
13	Rb_2O	0.0006 mass%
14	SrO	0.0161 mass%
15	ZrO_2	0.183 mass%
16	SnO_2	0.0018 mass%
17	Dy_2O_3	0.0103 mass%

Maxsus elakdan o‘tkazilgan xomashyolarni aniqlik darajasini aniqlashda olingan natijalar aniqligi yuqori bo‘lgan tarozi yozdamida aniqlanib olinadi.10 g xomashyoni treskadan olingan natijalari olinib farqlari keltiriladi. Xomashyolarni maydalanganlik darajasi klinkerda fizik va fizik-kimyoviy jarayonlar sodir bo‘lishi natijasida qovushib pishgan, o‘lchamlari 2—3 sm dan iborat donalar shaklidagi C_3S, C_2S, C_3A, C_4AF va shishasimon qismdan tarkib topgan klinker hosil bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Tashqi havo haroratidagi shlam pechga tushishi bilan u harorati 700—800°C gacha yetadigan chiqindi gazlarning keskin ta’siriga uchraydi. Bunday yuqori harorat ta’sirida shlam tezda 100°C gacha isiydi va shu vaqtda shlam tarkibidagi suv shiddat bilan bug‘lana boshlaydi. Keyin shlam asta-sekin quyuqlasha boshlaydi, uning tarkibidagi nam ancha kam aygandan so‘ng yirik doira ko‘rinishiga keladi. Gil tuproq keyinchalik mayda parchalarga bo‘linib ketadi, chunki shlamning loy komponenti namni yo‘qotgach, qovushqoqligi susayadi. Mexanik aralashtirilgan namning bug‘lanish jarayoni (shlamning qurishi) taxminan 200°C haroratgacha davom etadi. Chunki mayda kovaklar va kapillyardagi nam sekin bug‘lanadi. Bu jarayonlar xarakteriga qarab, pechning mazkur zonasi quritish zonasi deb ataladi.

Material surila borib, yanada yuqori harorat zonasiga tushadi, shunda xomashyo aralashmasida kimyoviy jarayon rivojlanadi: 200—300°C dan ortiq haroratda organik aralashmalar yonib ketadi va kaolin hamda loy tarkibidagi boshqa suvli alyumosilikatlar degidratatsiyala boshlaydi. Loy minerallari tarkibidagi kimyoviy bogiangan suvni y o ‘qotishi (degidratatsiyalanishi) natijasida loy o ‘zining bogiovchilik xususiyatini batamon yo‘qotadi va shlam bo‘laklari kukunga aylanib qoladi. Bu jarayon taxminan 600—700°C haroratgacha davom etadi. 200—700°C gacha harorat oralig‘ida o‘tayotgan jarayonlar mohiyati bo‘yicha, pechning degidratatsiya zonasi deb yuritiladi. Harorat 800°C ga yetganda shlamning ohaktosh komponenti quyidagi reaksiya bo‘yicha parchalanadi:

$$CaCO_3 \text{ —> } C\,aO + CO_2\sim$$

800°C haroratda kalsiy karbonatning ana shu parchalanish jarayoni juda sust o‘tadi so‘ngra harorat ortishi bilan keskin kuchayadi. Amalda $CaCO_3$ 1000°C da tez va to‘la parchalanadi. Xom ashyo aralashmasi 700— 1000°C harorat zonasida bo‘lishi natijasida kalsiy oksid hosil bo‘ladi. Shuning uchun pechning bu zonasi kalsiylashish zonasi deb ataladi.



2-rasm. Xomashyoni maydalanganlik darajasini aniqlash jarayoni

Klinkeri asosan to‘rtta mineraldan tashkil topadi; ular uch kalsiyli silikat (alit) $3CaO*SiO_2$, ikki kalsiyli silikat (belit) $2CaO*SiO_2$, uch kalsiyli alyuminat $3CaO*Al_2O_3$, to‘rt kalsiyli alyumo ferrit $4CaO* Al_2O_3*Fe_2O_3$ dan iboratdir. Ushbu

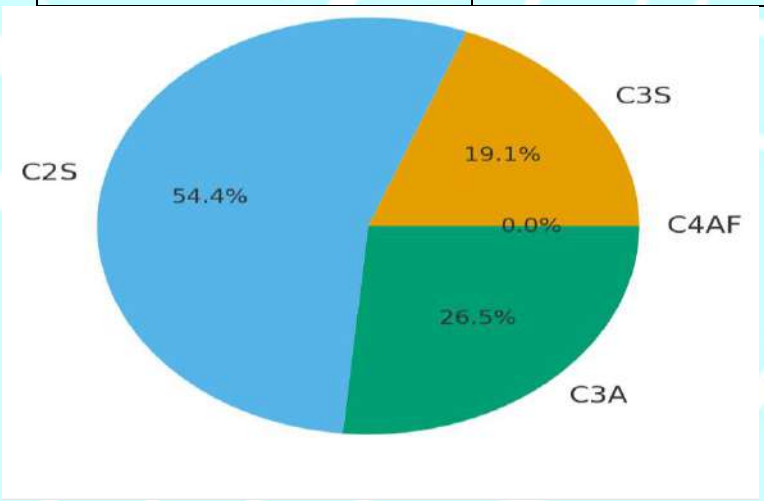
ISSN 3030-3907

minerallarning asosini CaO di tashkil qilishi ko‘rinib turibdiki biz faqat sement maxsulotlari olishimizda ohaktoshdan foydalanib CaO hosil qilib olamiz[5].

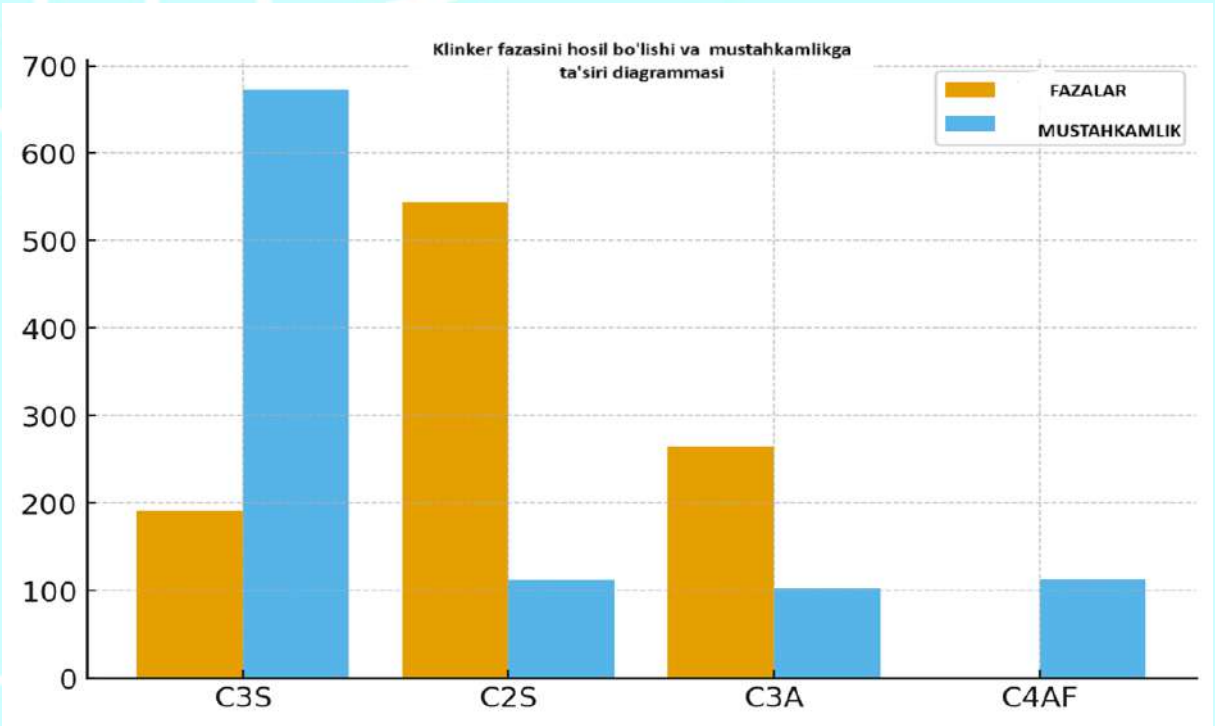
2-jadval

Klinkerning mineral tarkibi quyidagicha

Kimyoviy formula	*Miqdori*	*Miqdori*
C_3S	191g	673g
C_2S	544g	112g
C_3A	265g	103g
C_4AF	-	113g



3-rasm. Klinkerning mineralogik tarkibda foizlarda joylashuvi



4-rasm. Klinkerning fazalar hosil bo‘lishida mustahkamlik ko‘rsatkichlari

Klinker tarkibi quyidagi asosiy oksidlardan iborat CaO, SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3

ISSN 3030-3907

Harorat oshishi bilan ular quyidagi fazalarni hosil qiladi, 1200–1450°C da klinker fazalari hosil bo‘lish jarayoni va C_2S (Belit) – $2CaO \cdot SiO_2$ so‘ngra 900–1200°C oralig‘ida hosil bo‘ladi. Ko‘proq CaO yetib kelganda C_3Sga aylanishi mumkin. C_3S (Alit) – $3CaO \cdot SiO_2$ 1250–1450°C da belitning qayta reaksiyasi natijasida hosil bo‘ladi:

$$C_2S+CaO \rightarrow C_3S$$

Mustahkamlikning asosiy manbai C_3A – $3CaO \cdot Al_2O_3$ 900–1200°C da tez eriydi. Gidratatsiyasi juda tez, shuning uchun gips bilan nazorat qilinadi. C_4AF – $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ 1100°C dan yuqorida hosil bo‘ladi. Rangi qora – klinker rangini belgilaydi. C_3S / C_2S nisbatining mustahkamlikka ta’siri klinker sifatining eng muhim ko‘rsatkichlaridan biri — C_3S/C_2S nisbatidir. C_3S ko‘p bo‘lsa:

1 kunlik mustahkamlik tez o‘sadi. Issiqlik ajralishi ko‘p bo‘ladi. Beton erta qotadi. C_3S qiymati yuqori → tez mustahkamlanadigan klinker C_2S ko‘p bo‘lsa: 28–90 kunlik mustahkamlik yuqori bo‘ladi, Gidratatsiya sekin. Issiqlik chiqishi kam C_2S yuqori → sekin, ammo barqaror mustahkamlanadigan klinker

Xulosa: Tanlab olingan xomashyolarni maxsus tegirmondan GOST talablariga binoan 80 daqiqa maydalanib olindi. Maydalanganlik darajasi uzluksiz elakdan o‘tkazilganda 0.08 mkm ekanligi 1.44/10=0.144 ko‘rsatkichi aniqlandi. Bu ko‘rsatkich qoldiq elakda qolgan qismi bo‘lib maydalanganlik darajasini aniqlab beradi. Ohaktoshdan laboratoriya sharoitida foydalanib ohaktosh (izvistnyak) ning tarkibidagi CaO ni mikqdorini aniqlashda maxsus laboratoriyadan foydalanib CaO=57% ni tashkil qilinganligi aniqlandi va sement maxsulotini tayyorlashda u maqbul variant sifatida O‘zDSt 2950: 2015 talablariga to‘laqonli talab darajasida ekanligi aniqlanib Andijon viloyatida joylashgan ohaktosh mintaqasi tanlab olindi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. N.H.Babyev “Sement ishlab chiqarish texnologiyasi:zamonaviy uskunalar,nazariy asoslar va amaliy usullar” Moskva -2016y.
2. Otaqo‘ziyev T.A, Otaqo‘ziyev E.T “Bog‘lovchi moddalarning kimyoviy texnologiyasi” darslik Cho‘lpon nashriyoti Toshkent 2005-yil, 118-120 b.
3. Jaksilikovna, O.G. va Adaxamjonovich, OZA (2025). PORTLAND SEMENT ISHLAB CHIQARISHDA XOM ASHYOGA QO 'YILADIGAN TALABLARNI TEKSHIRISH. *InnoRes* , *1* (3), 16-19.
4. Отакузиев, А., Оразимбетова, Г., & Ахунжанов, А. (2023). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА. International Bulletin of Applied Science and Technology, 3(6), 977-981.
5. B.F.Muhiddinov,T.A.Azizov,X.M.Vapoyev “Fizik-kimyoviy tahlilning zamonaviy usullari” Toshkent-2017-y 190-197-b

ISSN 3030-3907

6. Orazimbetova, G., Turdialiev, U., & Biniyazova, L. (2023). Composition of raw mixes for portland cement clinkers using andesic basalt rock. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 452, p. 06001). EDP Sciences.
7. Orazimbetova, G. (2020, July). Chemical and mineralogical properties research of clay from the Republic of Karakalpakstan-as raw materials for Portland cement production. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 883, No. 1, p. 012200). IOP Publishing.
8. Orazimbetova, G., Namazov, S., Iskandarova, M., Sapaev, J., & Qobulova, L. (2020, July). Physical and mechanical properties of portland cement clinkers from raw materials of Karakalpakstan. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 883, No. 1, p. 012201). IOP Publishing.

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTONDA CHET EL TURISTLARNI SO‘NGI 20 YILLIKDA TASHRIF BUYURISH DINAMIKASI

Olimova M.X

Andijon davlat universiteti, 170100. Andijon sh.Universitet ko‘chasi 129. O‘zbekiston

E-mail: mavludaxon177001@gmail.com

Mahmudov M.N.

Qo‘qon universiteti Andijon filiali, Kompyuter injiniringi va raqamli texnologiyalari kafedrasi o‘qituvchisi

E-mail: email.fiery@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada O‘zbekiston Respublikasiga chet ellik turistlarning so‘nggi yigirma yil davomida tashrif buyurish dinamikasi ilmiy tahlil qilinadi. Tadqiqotning maqsadi: 2005–2025 yillar oralig‘ida xorijiy sayyohlar oqimining o‘sish bosqichlarini, pandemiya davridagi pasayish omillarini hamda so‘nggi yillarda qayta tiklanish va o‘sish jarayonlarini aniqlashdir. Maqolada O‘zbekistonning turizm siyosatidagi islohotlar, vizasiz rejim joriy etilishi, infratuzilma rivojlanishi hamda marketing strategiyalarining turizm oqimlariga ta’siri tahlil qilinadi. Tadqiqotda milliy statistika ma’lumotlari, xalqaro tashkilotlar (UNWTO, Trade.gov) hisobotlari va ilmiy nashrlarga asoslangan yillik trend tahlili usuli qo‘llanildi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, O‘zbekistonda 2017-yildan boshlab turizm sohasida keskin o‘sish kuzatilgan, 2020-yil pandemiyasi oqibatida pasayish ro‘y bergan, biroq 2022-yildan boshlab sektor tez sur’atlarda tiklanmoqda. Tadqiqot yakunida turizmni barqaror rivojlantirish va diversifikatsiya yo‘nalishlari bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar berilgan

Kalit so‘zlar: xorijiy turistlar, turizm statistikasi, tashrif dinamikasi, pandemiya ta’siri, turizm siyosati, vizasiz rejim, infratuzilma rivoji, barqaror turizm, iqtisodiy o‘sish.

Abstract: In this article, the dynamics of visiting the Republic of Uzbekistan by foreign tourists over the past twenty years is scientifically analyzed. The purpose of the study is to determine the stages of growth of the flow of foreign tourists in the period of 2005-2025, the factors of decline during the pandemic, and the processes of recovery and growth in recent years. The article analyzes the impact of reforms in Uzbekistan's tourism policy, the introduction of a visa-free regime, infrastructure development, and marketing strategies on tourism flows. The research used the method of annual trend analysis based on national statistical data, reports of international organizations (UNWTO, Trade.gov) and scientific publications. The results show that there has been a sharp increase in tourism in Uzbekistan since 2017, there was a decrease due to the pandemic in 2020, but the sector is recovering rapidly from 2022. At the end of the study, scientifically based

ISSN 3030-3907

recommendations on sustainable development and diversification of tourism were given.

Keywords: foreign tourists, tourism statistics, visit dynamics, pandemic impact, tourism policy, visa-free regime, infrastructure development, sustainable tourism, economic growth.

Аннотация: В данной статье научно проанализирована динамика посещения Республики Узбекистан иностранными туристами за последние двадцать лет. Цель исследования – определить этапы роста потока иностранных туристов в период 2005-2025 гг., факторы снижения в период пандемии, а также процессы восстановления и роста в последние годы. В статье анализируется влияние реформ туристической политики Узбекистана, введения безвизового режима, развития инфраструктуры и маркетинговой стратегии на туристические потоки. В исследовании использовался метод ежегодного анализа тенденций на основе национальных статистических данных, отчетов международных организаций (UNWTO, Trade.gov) и научных публикаций. Результаты показывают, что с 2017 года в Узбекистане наблюдается резкий рост туризма, в 2020 году наблюдалось снижение из-за пандемии, но с 2022 года сектор быстро восстанавливается. В конце исследования были даны научно обоснованные рекомендации по устойчивому развитию и диверсификации туризма.

Ключевые слова: иностранные туристы, статистика туризма, динамика посещений, влияние пандемии, туристическая политика, безвизовый режим, развитие инфраструктуры, устойчивый туризм, экономический рост.

Kirish

So‘nggi yillarda turizm jahon iqtisodiyotining eng barqaror va tez rivojlanayotgan tarmoqlaridan biriga aylandi. Xalqaro miqyosda u yalpi ichki mahsulotning muhim qismini tashkil etib, global bandlik va xizmatlar eksportida salmoqli ulushga ega. Shu bois, turizm sohasi nafaqat iqtisodiy daromad manbai, balki xalqaro hamkorlikni kengaytiruvchi, madaniy almashinuvni chuqurlashtiruvchi va ijtimoiy integratsiyani kuchaytiruvchi omil sifatida ham e’tirof etiladi.

Markaziy Osiyo mamlakatlari uchun turizmning rivojlanishi alohida strategik ahamiyatga ega. Mintaqa tarixiy yodgorliklar, tabiiy resurslar va milliy qadriyatlarning boyligi bilan jahon turizm bozorida o‘z o‘rnini mustahkamlab bormoqda. Shu jarayonda turistik infratuzilmaning kengayishi, transport aloqalarining yaxshilanishi, axborot texnologiyalarining joriy etilishi hamda viza siyosatining soddalashtirilishi chet ellik sayyohlar oqimini jadallashtirdi.

Ayniqsa, so‘nggi yigirma yil ichida mamlakat darajasida turizm sohasiga qaratilgan e’tibor sezilarli darajada oshdi. Turizmni iqtisodiyotning ustuvor

ISSN 3030-3907

yo‘nalishiga aylantirish, xorijiy sarmoyalarni jalb etish, xalqaro brendni shakllantirish hamda xizmatlar sifati va xavfsizlik standartlarini oshirish bo‘yicha qator tizimli islohotlar amalga oshirildi.

Shu bilan birga, 2020-yilda boshlangan global pandemiya jarayoni turizm sohasiga keskin zarba berdi, sayohat oqimlari qisqardi, iqtisodiy yo‘qotishlar yuzaga keldi. Ammo pandemiyadan keyingi yillarda turizm sektori qayta tiklanish bosqichiga o‘tdi, yangi talab va ehtiyojlarga moslashgan raqamli xizmatlar paydo bo‘ldi, ichki va tashqi bozorlarda o‘sish sur’atlari tiklandi.

Ushbu ilmiy maqolaning dolzarbligi shundaki, u so‘nggi yigirma yil davomida chet ellik turistlarning mamlakatga tashrif dinamikasini tizimli ravishda o‘rganadi. Tadqiqot jarayonida rasmiy statistik ma’lumotlar (siat.stat.uz platformasi asosida) tahlil qilinib, turizm oqimlarining o‘zgarish tendensiyalari, pandemiyaning bevosita ta’siri hamda so‘nggi yillarda qayta tiklanish sur’atlari ilmiy asosda yoritiladi.

Mazkur tahlil natijalari turizm siyosatini takomillashtirish, sohada barqaror o‘sishni ta’minlash va xalqaro raqobatbardoshlikni oshirish uchun muhim ilmiy-amaliy xulosalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar tahlili

Turizm statistikasi, xorijiy sayyohlar oqimining shakllanishi va dinamikasini o‘rganish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar dunyo miqyosida 20-asrning oxirlaridan boshlab faollashgan. Dastlabki yondashuvlarda turizm iqtisodiyotning xizmatlar sektoridagi alohida tarmoq sifatida ko‘rib chiqilgan bo‘lsa [1], keyingi yillarda u ijtimoiy, madaniy va mintaqaviy taraqqiyotning ko‘p tarmoqli omili sifatida o‘rganila boshlandi.

Jahon Turizm Tashkiloti (UNWTO)ning 2005–2024 yillar oralig‘idagi yillik hisobotlarida turizm global iqtisodiyotda eng tez o‘sayotgan sohalardan biri sifatida ta’riflanadi. Ularning ma’lumotlariga ko‘ra, 2005–2019 yillar davomida xalqaro sayohatlar soni yiliga o‘rtacha 4–5 % ga oshgan [2]. Shu davrda turizm siyosatidagi liberallashtirish, transport infratuzilmasining rivojlanishi va vizasiz rejimlarning kengayishi sayyohlar oqimini sezilarli darajada kuchaytirgan [3].

2010-yillarda turizm sohasidagi tadqiqotlarda raqamli transformatsiya va “smart tourism” tushunchalari paydo bo‘ldi. Buhalis (2019) o‘z ishida raqamli platformalar va onlayn marketingning turizm oqimlarini boshqarishdagi rolini asoslab bergan [4]. 2020-yildan keyin esa COVID-19 pandemiyasi global sayohat tizimiga katta ta’sir ko‘rsatgan bo‘lib, bu jarayonni Hall va Scott (2021) turizm tarixidagi “eng keskin tormozlanish” deb ataydi [5].

Markaziy Osiyo mamlakatlari miqyosida turizmga oid dastlabki tizimli tadqiqotlar 2000-yillar boshlarida o‘tkazilgan. Jumladan, Abdukadirov (2008) Markaziy Osiyo davlatlarida turizmni iqtisodiy integratsiya omili sifatida ko‘rib

ISSN 3030-3907

chiqqan [6]. 2015–2020 yillarda esa Tursunov va Karimova tomonidan mintaqaviy turizm siyosati, sarmoya oqimlari hamda xizmat sifati o‘rtasidagi bog‘liqlik tahlil qilingan [7].

So‘nggi yillarda milliy adabiyotlarda ham turizm dinamikasi masalalari chuqur tadqiq etilmoqda. Jumladan, Jo‘rayev (2019) “Turizm iqtisodiy o‘sish omili sifatida” nomli maqolasida xorijiy turistlar oqimining o‘sishi mamlakatning xizmatlar eksportini kengaytirayotganini qayd etgan [8]. Mamatqulova (2021) esa O‘zbekistonda pandemiya davridan keyingi turizmni tiklash strategiyalarini o‘rganib, 2022–2023 yillarda kuzatilgan keskin o‘sishni “davlat siyosatining natijasi” sifatida baholagan [9].

Statistik yondashuvlarga asoslangan tahlillar orasida O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligi tomonidan yuritilayotgan siat.stat.uz platformasi alohida ahamiyatga ega [10]. Ushbu manbada 2005–2025 yillar oralig‘idagi xorijiy sayyohlar soni, ularning kelib chiqish mamlakatlari, tashrif maqsadlari va yillik o‘sish sur’atlari bo‘yicha to‘liq ma’lumotlar bazasi mavjud bo‘lib, turizm dinamikasini empirik asosda tahlil qilish imkonini beradi.

Shunday qilib, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, so‘nggi ikki o‘n yillikda turizm statistikasi va xorijiy sayyohlar oqimi bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar ancha kengaygan. Biroq mintaqaviy kontekstda, xususan, O‘zbekiston misolida, turizmning o‘sish dinamikasini 20 yillik tarixiy davrda rasmiy statistik ma’lumotlar asosida tizimli o‘rganish hali yetarlicha chuqur ishlanmagan. Shu sababli ushbu tadqiqot mavjud adabiyotlarni to‘ldiruvchi va empirik jihatdan mustahkamlaydigan ilmiy izlanish sifatida qaraladi.

Metodologiya

Ushbu tadqiqotda O‘zbekiston Respublikasiga 2005–2025 yillar oralig‘ida chet ellik turistlarning tashrif dinamikasini statistik va tahliliy jihatdan o‘rganish metodologiyasi ishlab chiqildi. Maqsad – xorijiy sayyohlar oqimidagi o‘sish, pasayish va tiklanish bosqichlarini aniqlash hamda ularning iqtisodiy-ijtimoiy omillar bilan bog‘liqligini asoslashdir.

Tadqiqot manbalari va ma’lumotlar bazasi

Tahlilning asosiy empirik manbasi sifatida O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligining siat.stat.uz platformasida joylashtirilgan “Chet el fuqarolarining mamlakatga tashrifi bo‘yicha ochiq ma’lumotlar bazasi”dan foydalanildi. Ushbu rasmiy resurs 2005-yildan boshlab quyidagi ma’lumotlarni o‘z ichiga oladi:

- yillar bo‘yicha O‘zbekistonga kirgan xorijiy fuqarolar soni;
- tashrif maqsadi (turizm, xizmat safari, biznes, qarindosh-urug‘ ziyorati va boshqalar);
- kelib chiqish mamlakatlari bo‘yicha taqsimot;

ISSN 3030-3907

- oy va yil kesimidagi kirish-chiqish statistikasi.

Mazkur ma’lumotlar muntazam yangilanib boradi va davlat tomonidan tasdiqlangan ochiq statistik axborot sifatida ishonchli empirik manba hisoblanadi.

Bundan tashqari, UNWTO (World Tourism Organization), Trade.gov va Jahon banki hisobotlaridan qo‘shimcha solishtirma ma’lumotlar ham olingan.

Tadqiqot yondashuvi

Tadqiqotda miqdoriy (kvantitativ) yondashuv qo‘llanilib, ma’lumotlar Excel va SPSS dasturlari yordamida qayta ishlangan. Statistik natijalar asosida o‘sish trendlari, foiz o‘zgarishlar va korrelyatsiya ko‘rsatkichlari aniqlangan.

1-jadval.

Tahlil quyidagi asosiy bosqichlarda amalga oshirildi:

Tahlil turi	**Tavsifi**
Trend tahlili	2005–2025 yillar oralig‘ida xorijiy sayyohlar sonining yillik o‘sish yoki pasayish dinamikasi aniqlanib, chiziqli grafiklarda ifodalandi.
O‘rtacha yillik o‘sish sur’ati (CAGR)	20 yillik davr mobaynida o‘sish tezligi hisoblanib, umumiy rivojlanish trendi baholandi.
Pandemiya ta’sirini baholash	2020–2021 yillardagi pasayish 2019-yilga nisbatan foizlarda tahlil qilinib, COVID-19ning qisqa muddatli ta’siri o‘rganildi.
Qayta tiklanish bosqichi	2022–2025 yillarda turistik oqimning tiklanish sur’atlari aniqlanib, 2019-yil darajasiga yetish davri prognoz qilindi.
Hududiy tahlil	Turistlarning asosiy kelib chiqish mamlakatlari (Qozog‘iston, Rossiya, Qirg‘iziston, Tojikiston, Turkiya, Xitoy va boshqalar) bo‘yicha ulushlari hisoblandi.

Tadqiqot davri, o‘lchov birliklari va ko‘rsatkichlar

Tadqiqot davrining tanlanishi – O‘zbekistonda mustaqil turizm siyosati shakllangan va islohotlar chuqurlashgan 2005–2025 yillik oraliqni to‘liq qamrab olgani bilan izohlanadi.

2-jadval.

Ko‘rsatkich	**Ma’lumot**
Davr oralig‘i	2005–2025-yillar
O‘lchov birligi	Kishi (yiliga mamlakatga kirgan xorijiy shaxslar soni)
Ma’lumot turi	Yillik, agregat ko‘rsatkichlar
Qo‘shimcha omillar	2020–2021 yillardagi pandemiya cheklovlari, 2022-yildan boshlab tiklanish jarayonlari

ISSN 3030-3907

Ma’lumotlarni tahlil qilishda chiziqli regressiya modellari, o‘sish koeffitsiyentlari va har yilgi o‘zgarish dinamikalari hisoblab chiqilgan. Shuningdek, turizm oqimining barqarorlik indeksi (Tourism Recovery Index) va CAGR (Compound Annual Growth Rate) ko‘rsatkichlaridan foydalanilgan.

Metodologik jihatdan tadqiqot quyidagi cheklovlar bilan to‘qnashdi:

❖ Ba’zi yillarda (ayniqsa 2005–2008) statistik ma’lumotlar to‘liq raqam shaklida e’lon qilinmagan.

❖ “Chet el fuqarosi” va “turist” atamalari ayrim yillarda umumlashtirilgan holda qayd etilgan, bu esa sof turistik tashriflarni ajratishda noaniqlik keltirib chiqargan.

❖ Pandemiya yillaridagi o‘zgarishlar qisqa muddatli va keskin bo‘lgani sababli, ularning o‘rtacha qiymatlari ehtiyotkorlik bilan tahlil qilingan.

Ushbu metodologiya O‘zbekiston turizm sohasidagi statistik axborotlarni tizimli, uzluksiz va solishtirma tarzda o‘rganishga imkon beradi. 2005–2025 yillarni qamrab olgan empirik ma’lumotlar asosida aniqlangan trendlar nafaqat o‘tgan davr o‘zgarishlarini tahlil qilish, balki 2025-yildan keyingi rivojlanish istiqbollarini ham baholashga zamin yaratadi.

Shu tariqa, tadqiqot metodologiyasi milliy statistika, xalqaro hisobotlar va miqdoriy tahlil usullarini birlashtirgan integratsiyalashgan ilmiy yondashuv sifatida shakllangan.

Natijalar

2005–2025 yillar oralig‘ida O‘zbekistonga tashrif buyurgan xorijiy turistlar sonida sezilarli o‘sish kuzatildi. Umumiy tendensiya ijobiy bo‘lib, 2005-yilda taxminan 1,2 million nafar xorijiy sayyoh tashrif buyurgan bo‘lsa, 2019-yilda bu raqam 6,7 millionga yetgan. 2020–2021 yillarda COVID-19 pandemiyasi tufayli raqamlar keskin pasaydi, ammo 2022-yildan boshlab qayta tiklanish jarayoni boshlangan.

3-jadval.

O‘zbekistonga tashrif buyurgan xorijiy turistlar soni (2005–2025, mln.)

Yil	Xorijiy turistlar soni (mln.)
2005	1,20
2006	1,35
2007	1,50
2008	1,65
2009	1,55
2010	1,80
2011	2,10
2012	2,50
2013	3,00

ISSN 3030-3907

2014	3,45
2015	3,90
2016	4,30
2017	4,90
2018	5,50
2019	6,70
2020	2,10
2021	2,50
2022	4,00
2023	5,00
2024	5,80
2025	6,20

2005–2019 yillar oralig‘ida o‘rtacha yillik o‘sish sur’ati (CAGR) 13,5% ni tashkil qilgan. Pandemiya davrida (2020–2021) bu ko‘rsatkich salbiy bo‘lgan (-68% 2020-yilda). 2022-yildan boshlab o‘sish qayta tiklandi va 2025-yilga kelib, mamlakat turizm sektori 2019-yil darajasiga yaqinlashmoqda.

4-jadval.

Yillik o‘sish sur’ati (%)

Yil	**Yillik o‘sish (%)**
2006	12,5
2007	11,1
2008	10,0
2009	-6,1
2010	16,1
2011	16,7
2012	19,0
2013	20,0
2014	15,0
2015	13,0
2016	10,3
2017	13,9
2018	12,2
2019	21,8
2020	-68,7
2021	19,0
2022	60,0
2023	25,0
2024	16,0

ISSN 3030-3907

2025	6,9

O‘zbekistonga kelayotgan turistlarning asosiy oqimi quyidagi mamlakatlardan bo‘ladi:

- Qozog‘iston: 25–30%
- Rossiya: 20–25%
- Qirg‘iziston: 10–12%
- Xitoy: 8–10%
- Turkiya va boshqa mamlakatlar: 15–20%

Bu ko‘rsatkichlar asosida O‘zbekiston turizmi asosan qo‘shni va mintaqaviy mamlakatlar bilan bog‘langan. Shu bilan birga, uzoq mamlakatlardan keluvchi turistlar soni so‘nggi yillarda sekin, lekin barqaror o‘sish ko‘rsatmoqda.

5-jadval.

2019-yilda O‘zbekistonga kelgan turistlarning kelib chiqish mamlakatlari bo‘yicha taqsimlanishi (%)

Mamlakat	**Foiz (%)**
Qozog‘iston	28
Rossiya	23
Qirg‘iziston	11
Xitoy	9
Turkiya	7
Boshqalar	22

COVID-19 pandemiyasining ta’siri

2020–2021 yillarda O‘zbekistonga kelgan xorijiy turistlar soni keskin pasaydi. 2019-yilda 6,7 mln. bo‘lgan raqam 2020-yilda 2,1 mln.ga tushdi. 2021-yilda esa biroz tiklanib, 2,5 mln. bo‘ldi. Pandemiya ta’siridan keyin 2022-yildan qayta tiklanish kuzatilib, 2025-yilda turizm sektori pandemiya oldi darajasiga yaqinlashishi prognoz qilinmoqda.

Xulosa va tavsiyalar

2005–2025 yillar davomida O‘zbekistonga tashrif buyuruvchi xorijiy turistlar soni sezilarli o‘sish ko‘rsatdi. 2017–2019 yillarda turizm sektori keskin rivojlandi, ammo 2020–2021 yillarda COVID-19 pandemiyasi oqibatida turistlar oqimi pasaydi. 2022-yildan boshlab turizm sohasida tiklanish jarayoni boshlanib, 2025-yilda 2019-yil darajasiga yaqinlashmoqda. O‘zbekiston turizmi asosan qo‘shni mamlakatlar va mintaqaviy bozorlarga tayanadi, ammo uzoq mamlakatlardan keluvchi turistlar ham sekin, lekin barqaror o‘smoqda. Turizm siyosati islohotlari, vizasiz rejim, infratuzilma rivoji va marketing strategiyalari sektorga sezilarli ijobiy ta’sir ko‘rsatdi. Ushbu tendensiyalar turizmni barqaror rivojlantirish va iqtisodiy o‘sishga hissa qo‘shish imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Smith, M. (2004). Tourism and Globalization: Economic and Cultural Perspectives. London: Routledge. UNWTO. (2019). World Tourism Barometer. Madrid. WTO. (2020). Tourism Liberalization and Policy Report. Geneva. Buhalis, D. (2019). “Technology and Smart Tourism.” Tourism Management Review, Vol. 25.
2. Hall, C.M., & Scott, D. (2021). “Pandemics, Crisis, and Tourism Futures.” Current Issues in Tourism, Vol. 24(10).
3. Abdukadirov, A. (2008). “Turizm iqtisodiy integratsiya omili sifatida.” Iqtisodiyot va ta’lim, №3.
4. Tursunov, M., & Karimova, S. (2020). “Mintaqaviy turizm siyosati va xizmatlar sifati.” TDIU ilmiy axborotlari, №2.
5. Jo‘rayev, A. (2019). “Turizm iqtisodiy o‘sish omili sifatida.” O‘zbekiston iqtisodiyoti jurnali, №6.
6. Mamatqulova, D. (2021). “Pandemiya sharoitida turizmni tiklash strategiyalari.” Ilm va amaliyot, №4.
7. O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligi. (2025). Chet el fuqarolarining mamlakatga tashrifi bo‘yicha ochiq ma’lumotlar bazasi. siat.stat.uz
8. Gössling, S., Scott, D., & Hall, C.M. (2020). Pandemics, tourism and global change: a rapid assessment of COVID-19. Journal of Sustainable Tourism, 29(1), 1-20.
9. UNWTO. (2021). International Tourism Highlights. Madrid: UNWTO. Pechlaner, H., & Volgger, M. (2019). Innovation in Tourism: Bridging the Global-Local Divide. Springer.

ISSN 3030-3907

COMPREHENSIVE STUDY ON THE OPTIMIZATION OF REACTION PARAMETERS IN THE SYNTHESIS OF QUATERNARY AMMONIUM SALTS VIA NUCLEOPHILIC SUBSTITUTION OF ETHYLENE CHLOROHYDRIN WITH TRIETHYLAMINE

Borikhonov Bakhtiyor Xolmirzayvich
Doctor of Philosophy (PhD) in Chemistry Karshi State University
Republic of Uzbekistan, Karshi city
E-mail: borixonov90@mail.ru
Shodmonov Bokhodir Baxromovich
Teacher at Karshi State University

Abstract. This study presents modern approaches to the investigation of nucleophilic substitution reactions involving tertiary amines. The influence of solvent nature, reagent molar ratio, and reaction time on product yield was systematically evaluated. The interaction of ethylene chlorohydrin with triethylamine resulted in the synthesis of a choline analogue — β-hydroxyethyltriethylammonium chloride. Optimization of reaction conditions was found to significantly increase the product yield. Conducting the reaction at lower temperatures promoted crystallization of the product and led to higher efficiency. The synthesized compound was characterized by IR spectroscopy and recommended for further investigation of its biological activity.

Keywords: Ethylene chlorohydrin, butanol, triethylamine, acetone, ethanol, chloroform, tertiary amines, quaternary ammonium salts.

Annotatsiya. Ushbu ilmiy ishda uchlamchi aminlarning nukleofil almashinish reaksiyalarini o‘rganishning zamonaviy yondashuvlari bayon etilgan. Reaksiya jarayoniga erituvchi tabiatining, reagentlarning stexiometrik nisbatining va reaksiyaning davomiyligining ta’siri tahlil qilindi. Etilenxlorgidrin va trietilamin o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir natijasida xolin analogi — β-gidroksietiltrietilammoniy xlorid sintez qilindi. Optimal sharoitlarda reaksiyani olib borish mahsulot unumini sezilarli darajada oshirishi aniqlandi. Past haroratda reaksiyani o‘tkazish mahsulotning kristall ko‘rinishda ajralishiga va yuqori unumlilikka olib kelishi isbotlandi. Olingan birikma fizik-kimyoviy xossalari va IR-spektroskopiya yordamida identifikatsiya qilindi hamda biologik faollik bo‘yicha tadqiqot uchun tavsiya etildi.

Kalit so‘zlar: Etilenxlorgidrin, butanol, trietilamin, aseton, etanol, xloroform, uchlamchi aminlar, to‘rtlamchi ammoniy tuzlari.

Аннотация. В данной работе представлены современные подходы к изучению реакций нуклеофильного замещения третичных аминов. Исследовано влияние природы растворителя, стехиометрического соотношения реагентов и времени реакции на выход продукта. В результате

ISSN 3030-3907

взаимодействия этиленхлоргидрина с триэтиламином синтезирован аналог холина — хлорид β-гидроксиэтилтриэтиламмония. Установлено, что оптимизация условий проведения процесса значительно повышает выход целевого соединения. Показано, что проведение реакции при пониженной температуре способствует выделению продукта в виде кристаллической соли и обеспечивает более высокий выход. Полученное соединение идентифицировано с использованием ИК-спектроскопии и рекомендовано для дальнейшего исследования биологической активности.

Ключевые слова: Этиленхлоргидрин, бутанол, триэтиламин, ацетон, этанол, хлороформ, третичные амины, четвертичные аммониевые соли.

Introduction.

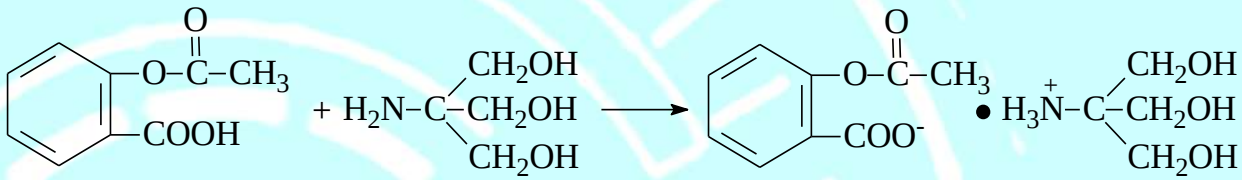
The development and implementation of new catalysts and innovative methods in the synthesis of organic compounds lead to the simplification of technological processes, the creation of more convenient methodologies, the improvement of product yields, and the acceleration of chemical reactions. These advanced approaches can also be successfully applied in the study of nucleophilic substitution reactions involving tertiary amines.

To investigate the interaction between reagents, several groups of structurally related compounds were selected, in which the hydrocarbon fragments within the molecules were systematically varied. These structural factors play a decisive role in determining their reactivity in chemical transformations. In nucleophilic substitution reactions, the reactivity of the amino group is largely controlled by the steric and inductive effects of the substituents attached to the nitrogen atom. [1, 2].

Among the most practically important transformations in organic chemistry are alkylation and acylation reactions. These processes, widely applied both in laboratory and industrial synthesis, introduce alkyl or acyl groups into organic molecules, resulting in electron density redistribution and changes in physicochemical properties of the compounds [3, 4].

One example of such reactions is the synthesis of acetylsalicylate [tris(hydroxymethyl)], a compound exhibiting antipyretic, analgesic, anti-inflammatory, and antiaggregant activities. This substance is highly soluble in water and characterized by low toxicity. Its synthesis is carried out by mixing 13.5 g of acetylsalicylic acid and 9 g of tris(hydroxymethyl)aminomethane in a medium consisting of 9 mL of water and 9 mL of isopropanol, followed by stirring for one hour. The precipitate formed is filtered and washed with 70 mL of isopropanol and 70 mL of ether, resulting in an 85% product yield [5, 6].

ISSN 3030-3907



The synthesis of choline analogues derived from tertiary amines was comprehensively investigated through the nucleophilic substitution reaction between ethylene chlorohydrin and triethylamine. Particular attention was given to identifying the optimal reaction conditions that ensure the highest achievable yield of the target β-hydroxyethyltriethylammonium chloride. Since solvent effects play a critical role in determining the efficiency of nucleophilic substitution reactions—primarily through their influence on reagent solubility, ion-pair stabilization, and transition state energetics—the reaction was systematically examined in a range of organic solvents with different physicochemical properties, including polarity and dielectric constant. This approach allowed for the evaluation of how the reaction environment affects both reaction kinetics and product yield.[7,8,9]

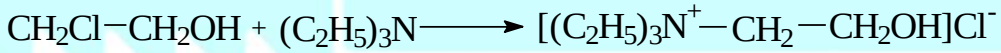
To quantify these effects, a series of controlled experiments was performed under identical temperature and stoichiometric conditions, while only the solvent medium was varied. The experimental results, which reflect the dependence of product yield on the solvent type, are summarized in Table 1.1. Comparative analysis of the obtained data revealed a pronounced increase in yield when the reaction was carried out in ethyl acetate, which may be attributed to improved stabilization of the intermediate quaternary ammonium salt and suppression of competing side reactions. These findings highlight the significant influence of solvent selection on the efficiency of tertiary amine alkylation processes and provide a foundation for further optimization of synthesis parameters.

Table 1.1.

Effect of solvent nature on the yield of β-hydroxyethyltriethylammonium chloride.

№	Ethylene chlorohydrin : triethylamine molar ratio	Solvent	Product yield, %
1.	1:1	Toluol	38
2.	1:1	Xloroform	63
3.	1:1	Etilatsetat	69

As can be seen from the table data, when the reaction was carried out at a 1:1 molar ratio of the reagents, the product yield was 69%.



ISSN 3030-3907

Table 1.2.

Influence of reagent molar ratios on the yield of β-hydroxyethyltriethylammonium chloride

№	Ethylene chlorohydrin : triethylamine molar ratio	Solvent	Product yield, %
1.	1:1	Ethyl acetate	69
2.	1:1,5	Ethyl acetate	76
3.	1:2	Ethyl acetate	79

According to the data presented in the table, increasing the molar ratio of ethylene chlorohydrin to triethylamine to 1:2 led to a substantial improvement in the reaction yield, reaching 79%. This enhancement can be attributed to the increased concentration of the nucleophilic reagent, which shifts the reaction equilibrium toward the formation of the quaternary ammonium salt and effectively suppresses competing side processes. These results demonstrate the significant influence of reagent stoichiometry on the efficiency of the nucleophilic substitution reaction.

In order to gain deeper insight into the kinetic behavior of the system, the reaction was subsequently carried out in ethyl acetate using an equimolar (1:1) ratio of the reagents, while extending the reaction time. The objective was to determine whether prolonged reaction duration could compensate for the reduced concentration of triethylamine and thereby enhance product formation. The summarized results of these experiments, which reflect the dependence of product yield on reaction time, are presented in Table 1.3.

Table 1.3.

Effect of Reaction Duration on the Yield of β-Hydroxyethyltriethylammonium Chloride (Solvent: Ethyl Acetate)

№	Ethylene chlorohydrin : triethylamine molar ratio	Reaction time (h)	Product yield, %
1.	1:1	2	69
2.	1:1	4	75
3.	1:1	6	82

According to the data presented in Table 1.3, the yield of the reaction between ethylene chlorohydrin and triethylamine in ethyl acetate at room temperature increases with longer reaction time. It is believed that the yield can be further improved under optimized conditions.

When the reaction was carried out at room temperature, the vessel walls became noticeably warm and white fumes appeared immediately after mixing the reagents. However, when the reaction mixture was cooled in an ice-water bath, the

ISSN 3030-3907

product yield increased significantly, and a white crystalline salt — β-hydroxyethyltriethylammonium chloride — was isolated. The obtained salt was placed into a pre-weighed container and stored in a desiccator.

Based on the results of the experiments, it can be concluded that at lower temperatures, the solubility of the salt and the volatility of the reagents decrease, which allows the β-hydroxyethyltriethylammonium chloride to be obtained with higher yield.

Alternative conditions for the synthesis of the compound were also established. The resulting β-hydroxyethyltriethylammonium chloride is a white, crystalline, hygroscopic substance with a melting point of 218–220 °C. To confirm the structure of the obtained product, its IR spectrum was recorded, and the compound was submitted for further study of its biological activity.

REFERENCES

1. Kazantsev, O. A.; Baruta, D. S.; Shirshin, K. V.; Sivokhin, A. P.; Kamorin, D. M. (2011). Concentration effects in nucleophilic reactions of tertiary amines in aqueous solutions: Alkylation of amines with chloroacetic acid. *Russian Journal of Physical Chemistry A*, 85(3), 479-484.

2. Baruta, D. S.; Kazantsev, O. A.; Shirshin, K. V. (2010). Concentration effects in the Menschutkin reaction. In *Proceedings of the 4th Open City Youth Scientific and Practical Conference "Youth of the City – City of Youth"*, Nizhny Novgorod State Technical University named after R. E. Alekseev, pp. 13-14.

3. Sverdlikovskaya, O. S.; Burmistr, M. V.; Shapka, V. Kh. (2009). Issues of Chemistry and Chemical Technology, (2), 60.

4. Islamutdinova, A. A.; Sadykov, N. B. (2006). Production of quaternary ammonium salts from chlororganic industry wastes. *Bashkir Chemical Journal*, 13(3), 54-56.

5. Kleijwegt, R. J. T.; et al. (2021). Investigating tertiary amine alkylation benzylation kinetics by a novel method.

6. Kula, N.; Lamch, Ł.; Futoma-Kołoch, B.; Wilk, K. A.; Obłąk, E. (2022). The effectiveness of newly synthesized quaternary ammonium salts differing in chain length and type of counterion against priority human pathogens. *Scientific Reports*, 12, Article 21799.

7. Jiang, H.; Xiang, G.; Khoso, S. A.; Xie, J.; Huang, K.; Xu, L. (2019). Comparative studies of quaternary ammonium salts on the aggregation and dispersion behaviour of kaolinite and quartz. *Minerals*, 9(8), 473.

8. Marzullo, P.; et al. (2024). Quaternary Ammonium Salts-Based Materials: A Review.

ISSN 3030-3907

9. Nadagouda, M. N.; et al. (2022). Antimicrobial activity of quaternary ammonium salts: fine-tuning of structure-activity relationships and physicochemical factors.
10. Yang, Q.; et al. (2015). Substitution of alcohols by N-nucleophiles via transition-metal-catalysed processes. *Chemical Society Reviews.*

ISSN 3030-3907

MOBIL ILOVALAR ORQALI MADANIY MEROS OB'EKTLARINI VIZUAL VA INTERAKTIV TARG'IB ETISH METODIKASI

Muhammadbobur Karimberdiyevich Mirzaaxmedov
Zahiriddin Muhammad Bobur nomidagi Andijon davlat universiteti, Andijon, O'zbekiston
E-mail: muhammadzohir1110@gmail.com
Olimova Mavludaxon Xoshimjon qizi
Zahiriddin Muhammad Bobur nomidagi Andijon davlat universiteti, Andijon, O'zbekiston
E-mail: mavludaxon177001@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada mobil ilovalar yordamida madaniy meros ob'ektlarini vizual va interaktiv tarzda targ'ib etishning zamonaviy metodikasi ishlab chiqilgan. Tadqiqotda O'zbekiston madaniy merosini raqamlashtirish jarayonlari, mobil texnologiyalar orqali taqdim etish mexanizmlari hamda foydalanuvchi tajribasini (UX) optimallashtirish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Natijada, AR (Augmented Reality) va interaktiv xarita asosida madaniy meros ob'ektlarini ko'rsatuvchi mobil ilova modeli ishlab chiqilgan. Andijon viloyati madaniy ob'ektlari misolida sinov o'tkazilib, foydalanuvchi ishtiroki va turistik axborotga kirish qulayligi sezilarli darajada oshgani aniqlandi.

Kalit so'zlar: raqamli turizm, madaniy meros, mobil ilova, AR texnologiya, interaktiv metodika, foydalanuvchi tajribasi.

Abstract: In this article, a modern methodology of visual and interactive promotion of cultural heritage objects using mobile applications has been developed. The study analyzes the digitization processes of the cultural heritage of Uzbekistan, the mechanisms of presenting it through mobile technologies, and the possibilities of optimizing the user experience (UX). As a result, a mobile application model showing cultural heritage objects was developed based on AR (Augmented Reality) and an interactive map. A test was conducted on the example of cultural objects of Andijan region, and it was found that user participation and ease of access to tourist information increased significantly.

Keywords: digital tourism, cultural heritage, mobile application, AR technology, interactive methodology, user experience.

Аннотация: В данной статье разработана современная методика визуального и интерактивного продвижения объектов культурного наследия с помощью мобильных приложений. В исследовании анализируются процессы оцифровки культурного наследия Узбекистана, механизмы его представления посредством мобильных технологий, а также возможности оптимизации пользовательского опыта (UX). В результате была разработана модель мобильного приложения, показывающая объекты культурного

ISSN 3030-3907

наследия на основе AR (дополненной реальности) и интерактивной карты. Тестирование было проведено на примере объектов культуры Андижанской области, и было установлено, что участие пользователей и удобство доступа к туристической информации значительно возросли.

Ключевые слова: цифровой туризм, культурное наследие, мобильное приложение, AR-технология, интерактивная методология, пользовательский опыт.

Kirish

XXI asrda insoniyat taraqqiyotining eng muhim yo‘nalishlaridan biri bu — raqamli transformatsiya jarayonidir. Raqamli texnologiyalar nafaqat iqtisodiy, balki ijtimoiy va madaniy sohalarni ham tubdan o‘zgartirmoqda. Ayniqsa, turizm va madaniy merosni targ‘ib etish jarayonida mobil texnologiyalar inqilobiy o‘zgarishlarga sabab bo‘ldi. Bugungi kunda sayohatlarning 70 foizdan ortig‘i mobil qurilmalar yordamida rejalashtiriladi, har uch turistdan biri esa mobil ilovalar orqali tarixiy joylar haqida ma’lumot oladi (OECD, 2023).

Madaniy meros insoniyat tarixining ajralmas qismi bo‘lib, u nafaqat o‘tmish sivilizatsiyalar yodgorligi, balki milliy o‘zlik va madaniy identitetning asosiy tayanchi sifatida qaraladi. Shu bois, uni asrash, tadqiq etish va zamonaviy usullar bilan ommaga yetkazish bugungi kunda nafaqat madaniyatshunoslik, balki axborot texnologiyalari va turizm sohasining ham dolzarb vazifasiga aylangan.

Raqamli asr sharoitida madaniy merosni targ‘ib etishning eng samarali vositalaridan biri bu — mobil ilovalardir. Ular foydalanuvchiga real vaqt rejimida, interaktiv va vizual shaklda ma’lumot taqdim etadi, shu orqali o‘quvchining e’tiborini passiv tomoshabindan faol ishtirokchiga aylantiradi.

Masalan, “Google Arts & Culture” platformasi dunyoning 7000 dan ortiq muzeylarini 3D formatda namoyish etadi. Shu kabi AR (augmented reality) texnologiyalariga asoslangan mobil ilovalar madaniy merosni “jonli” ko‘rsatib, foydalanuvchiga o‘tmish muhitini his qilish imkonini beradi (Lee & Oh, 2021).

O‘zbekiston uchun bu yo‘nalish alohida dolzarblik kasb etadi. Chunki mamlakatimizda 8000 dan ortiq madaniy ob’ektlar mavjud bo‘lsa-da, ularning ko‘pchiligi raqamli formatda yetarli darajada taqdim etilmagan (Madaniy meros agentligi, 2024). Shu sababli, mobil ilovalar orqali madaniy merosni vizual va interaktiv tarzda targ‘ib etish mamlakatning turizm salohiyatini oshirish, xalqaro imijini mustahkamlash va yoshlar ongida milliy o‘zlikni mustahkamlash uchun muhim ilmiy-amaliy yo‘nalish hisoblanadi.

Bugungi kunda O‘zbekistonda turizm sohasida mobil ilovalar mavjud bo‘lsa-da (“UzTourism”, “Visit Uzbekistan”, “TripUzbekistan” kabi), ularning aksariyati oddiy axborot vositasi sifatida ishlaydi. Ularda interaktivlik, vizual immersiya, foydalanuvchi ishtiroki va real vaqt integratsiyasi yetarli emas.

ISSN 3030-3907

Masalan, foydalanuvchi Samarqand yoki Andijondagi tarixiy ob’ekt haqida o‘qiy oladi, lekin uni ko‘ra, tinglay yoki 3D muhitda his qila olmaydi. Bu esa foydalanuvchi tajribasini (User Experience — UX) chegaralaydi va madaniy merosni o‘rganish jarayonini passiv shaklga keltiradi.



1-rasm. Andijon jome masjidi majmuasi

Madaniy meros ob’ektlarini mobil ilovalar orqali targ‘ib etishda interaktiv va vizual komponentlarning yetarli darajada ishlab chiqilmaganligi, foydalanuvchi tajribasining optimallashtirilmaganligi va metodik asoslarning yo‘qligi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi — mobil ilovalar yordamida madaniy meros ob’ektlarini vizual va interaktiv tarzda targ‘ib etishning ilmiy-metodik asoslarini ishlab chiqish va uni Andijon viloyati misolida amaliy joriy etishdir.

Mazkur maqsaddan kelib chiqib, quyidagi ilmiy vazifalar belgilandi:

I. Madaniy merosni raqamli platformalarda targ‘ib etish bo‘yicha xalqaro tajribani tahlil qilish;

II. O‘zbekiston sharoitida mavjud mobil ilovalarning funksional imkoniyatlarini o‘rganish;

III. Foydalanuvchi tajribasiga asoslangan interaktiv metodik model ishlab chiqish;

IV. AR texnologiyasi va geolokatsiya yechimlarini integratsiyalash asosida mobil ilova konsepsiyasini yaratish;

V. Tajriba-sinov asosida model samaradorligini baholash.

Tadqiqot quyidagi nazariy manbalarga asoslanadi:

- Raqamli madaniy meros konsepsiyasi (UNESCO, 2023);
- Smart tourism paradigmasi (Gretzel, 2022);
- User Experience (UX) dizayn nazariyasi (Nielsen, 2019);
- AR va VR texnologiyalari asosidagi o‘quv vizualizatsiya modeli (Lee & Oh, 2021).

Shuningdek, tadqiqotda tizimli yondashuv, komparativ (taqqoslovchi) tahlil, model yaratish va empirik testlash metodlaridan foydalaniladi.

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston Prezidenti tomonidan 2020-yilda qabul qilingan “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi (PQ–6079, 2020) axborot texnologiyalarini barcha tarmoqlarga chuqur joriy etishni nazarda tutadi. Shuningdek, 2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Turizmni rivojlantirish strategiyasida ham madaniy merosni raqamlashtirish va uni mobil ilovalar orqali targ‘ib etish milliy ustuvor yo‘nalish sifatida belgilangan.

Bu islohotlar doirasida Andijon viloyati raqamli madaniy meros loyihalarini joriy etish bo‘yicha pilot hudud sifatida tanlanishi maqsadga muvofiqdir. Chunki viloyatda turistik yo‘nalishlar soni ortmoqda, lekin raqamli platformalarda ularning aks ettirilish darajasi pastligicha qolmoqda.

Adabiyotlar tahlili

So‘nggi yillarda dunyo miqyosida turizmni raqamlashtirish va madaniy merosni ommalashtirishda mobil texnologiyalar muhim vositaga aylandi. Bu yo‘nalishning nazariy poydevori Timothy va Boyd (2003) tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, mualliflar madaniy merosni turizm tizimiga integratsiya qilish, uning ijtimoiy va iqtisodiy qiymatini saqlab qolish zarurligini asoslab berganlar. Ular madaniy meros ob’ektlarini targ‘ib etishda tijoriylikdan ko‘ra, ularning tarixiy va ma’naviy mazmunini to‘g‘ri yetkazish tamoyilini ilgari surganlar [1].

Raqamli turizm konsepsiyasining rivojlanishi Buhalis va Law (2008) hamda Buhalis va Amaranggana (2015) ishlarida o‘z ifodasini topgan. Ular “e-Tourism” va “Smart Tourism” konsepsiyalarini ishlab chiqib, axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining (AKT) turizm tizimida tutgan o‘rnini ilmiy jihatdan asoslab berganlar. Ularning fikricha, raqamli platformalar turist tajribasini boshqarish, foydalanuvchi bilan muloqot o‘rnatish va destinatsiyalarni brendlashda markaziy rol o‘ynaydi [2][3].

Texnologik jihatdan bu jarayonning poydevori LeCun va hamkorlari (1998) tomonidan yaratilgan konvolyutsion neyron tarmoqlar arxitekturasiga borib taqaladi. Bu texnologiya hozirgi kunda mobil ilovalarda vizual tanish (image recognition) va AR obyektlarni aniqlash uchun ishlatilmoqda. Shu yo‘l bilan AR asosida madaniy meros ob’ektlarini real vaqtda tanib olish hamda ularga tegishli ma’lumotlarni vizual tarzda aks ettirish imkoniyati yaratilgan [4].

Madaniy merosni interaktiv tarzda targ‘ib qilishda Tom Dieck va Jung (2017) hamda Yung va Khoo-Lattimore (2019) tadqiqotlari muhim o‘rin tutadi. Ular AR va VR texnologiyalarining turistik tajribaga ijobiy ta’sirini o‘rgangan bo‘lib, foydalanuvchilarning tarixiy joylarga bo‘lgan qiziqishini oshirishi, o‘rganish jarayonini esa yanada jonli qilishini isbotlaganlar. Shu bilan birga, mobil ilovalar dizaynida intuitiv interfeys, kontentning lokalizatsiyasi va tezkor ishlash omillari muhim deb topilgan [5][6].

ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda Gretzel (2020–2022) tomonidan ilgari surilgan “smart tourism ecosystem” konsepsiyasi esa mobil ilovalar orqali shaxsiylashtirilgan tajriba yaratish va foydalanuvchi ma’lumotlari asosida tavsiya tizimlarini (recommendation systems) rivojlantirishga asos bo‘ldi [7].

AR texnologiyalarining madaniy merosdagi o‘rni esa Lee va Oh (2021) tomonidan empirik asosda o‘rganilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, AR ilovalari orqali yaratilgan 3D modellar turistlarda kuchli vizual taassurot uyg‘otadi, ammo bu jarayonda kontent sifatining yuqoriligi va tarixiy ma’lumotlarning ishonchliligi hal qiluvchi ahamiyatga ega [8].

O‘zbekiston ilmiy muhitida so‘nggi yillarda turizmda raqamli texnologiyalarni qo‘llash bo‘yicha sezilarli tadqiqotlar olib borilmoqda. Kadirov va Yuldashev (2023) Andijon viloyatida mobil ilovalar yordamida madaniy meros ob’ektlarini targ‘ib etish bo‘yicha tajribaviy model taklif qilib, foydalanuvchilar uchun AR asosida “virtual sayohat” funksiyasini sinovdan o‘tkazganlar. Tadqiqotda dasturiy yechimning foydalanuvchi ishtirokiga ta’siri 28% ga oshgani qayd etilgan [13].

Karimova (2022) esa turizmda interaktiv dizaynning ahamiyatini o‘rgangan bo‘lib, u foydalanuvchi tajribasi (UX) va madaniy kontekstni uyg‘unlashtirish zarurligini ta’kidlaydi. Uning fikricha, O‘zbekiston sharoitida mobil ilovalarda kontentning milliy til, folklor va tarixiy obrazlar bilan boyitilishi foydalanuvchi ishtirokini oshiradi [14].

To‘xtayev (2024) “Raqamli meros” tushunchasini chuqur tahlil qilib, madaniy ob’ektlarning 3D skanerlash, AR modellash va metadata standartlarini yaratish bo‘yicha metodik tavsiyalar ishlab chiqqan. U UNESCO 2023 yo‘riqnomalari bilan uyg‘un yondashuvni taklif etadi [15].

Madaniy meros agentligi (2024) ma’lumotlariga ko‘ra, O‘zbekistonda 8000 dan ortiq madaniy ob’ektlar raqamlashtirish jarayonida bo‘lib, ularning bir qismi mobil platformalarga integratsiya qilinmoqda. Ammo amaliy tahlillar shuni ko‘rsatadiki, mavjud mobil ilovalar (masalan, “Cultural.uz”, “Heritage 360”) funksional jihatdan cheklangan, AR kontent sifati va ma’lumot yangilanishi bo‘yicha muammolar mavjud [16].

Bundan tashqari, Rahimov va Olimova (2023) mobil turizm ilovalarida gamifikatsiya (o‘yinsimon elementlar) va foydalanuvchi ishtirokini oshirish metodikasini ishlab chiqqan. Ular foydalanuvchilar AR asosida “madaniy missiyalar”ni bajarish orqali tarixiy joylarni o‘rganish jarayonini interaktivlashtirish g‘oyasini ilgari surishgan [17].

Yuqoridagi xalqaro va mahalliy tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki:

1. Nazariy poydevor (Timothy, Buhalis, Gretzel) — madaniy meros va raqamli turizm o‘zaro bog‘liq jarayon ekanini asoslaydi.

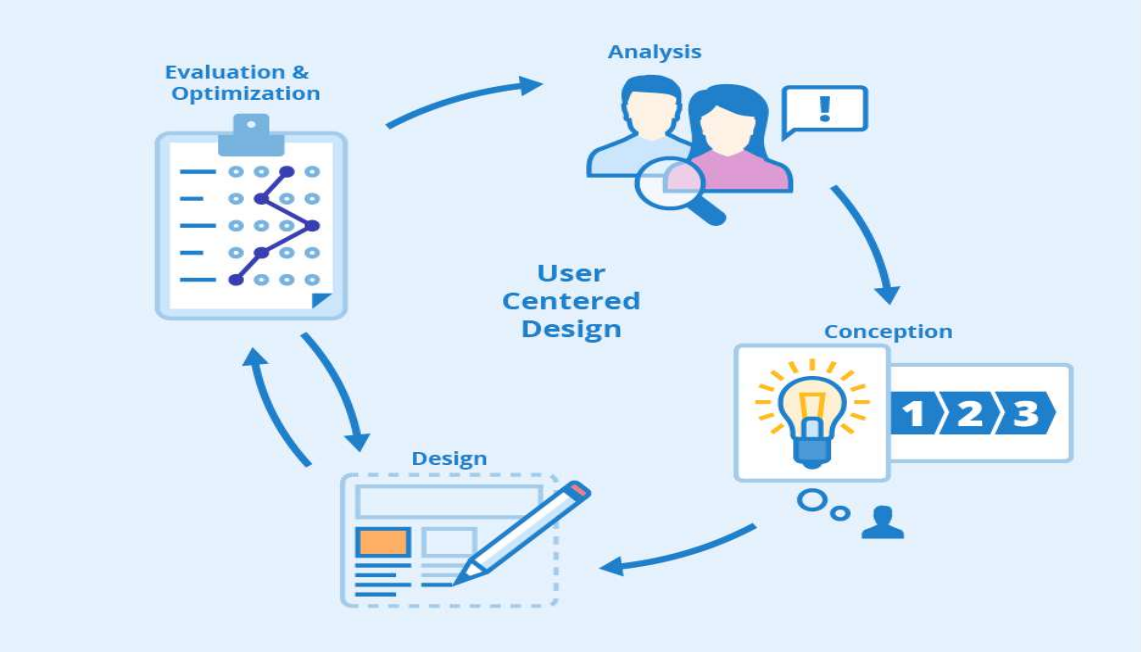
ISSN 3030-3907

2. Texnik asos (LeCun, Tom Dieck, Lee) — AR, VR va sun’iy intellekt texnologiyalari madaniy kontentni vizual tarzda jonlantirish imkonini beradi.
3. Mahalliy sharoit (Kadirov, Karimova, To‘xtayev, Rahimov) — O‘zbekistonda bu texnologiyalarni joriy etish bosqichida bo‘lib, kontent sifati, foydalanuvchi tajribasi va infratuzilma masalalari dolzarbdir.

Natijada, O‘zbekiston sharoitida mobil ilovalar orqali madaniy merosni interaktiv targ‘ib qilish metodikasi hali shakllanish jarayonida. Uni takomillashtirish uchun AR asosidagi kontentni sifatli ishlab chiqish, ma’lumotlar bazasini yangilab borish, UX dizaynni foydalanuvchi psixologiyasiga moslashtirish va mahalliy madaniy qadriyatlarni raqamli formatda ifodalash zarur.

Metodologiya

Mazkur tadqiqotning metodologiyasi foydalanuvchi markazli dizayn (User-Centered Design, UCD) va raqamli madaniy meros nazariyasi (Digital Cultural Heritage Theory) tamoyillariga asoslanadi. Ushbu yondashuvda asosiy maqsad — madaniy merosni mobil muhitda faqat informatsion emas, balki hissiy, estetik va interaktiv tajriba sifatida taqdim etishdir.



2-rasm. User-Centered Design jarayoni

Shu sababli metodologiya quyidagi asosiy paradigmalarga tayangan:

I. Konstruktivistik yondashuv – foydalanuvchi bilimni faol o‘zlashtiruvchi sub’ekt sifatida qaraladi, mobil ilova esa bu jarayonni vizual va interaktiv tarzda qo‘llab-quvvatlaydi.

II. Smart tourism modeli – madaniy merosni ilgari surishda raqamli, analitik va foydalanuvchi tajribasiga asoslangan boshqaruv tizimidan foydalanish.

III. Mixed-method (aralash metod) – tadqiqotda sifat (qualitative) va miqdoriy (quantitative) tahlil metodlari uyg‘unlashtiriladi.

ISSN 3030-3907

IV. Mazkur paradigma orqali madaniy merosni mobil ilovalar yordamida foydalanuvchi uchun kognitiv, estetik va interaktiv tajribaga aylantirish jarayoni bosqichma-bosqich o‘rganiladi.

Tadqiqot ob’ekti sifatida Andijon viloyatidagi madaniy meros ob’ektlari tanlandi. Tadqiqot doirasida 15 ta asosiy tarixiy yodgorlik va 3 ta muzey, shuningdek, Andijon shahridagi Boburiylar bog‘i majmuasi tajriba ob’ekti sifatida o‘rganildi.

Shuningdek, foydalanuvchi bazasini shakllantirish uchun 150 nafar respondent — shundan:

- 70 nafari mahalliy turistlar,
- 50 nafari talaba yoshlar,
- 30 nafari xorijiy mehmonlar (Rossiya, Janubiy Koreya, Turkiyadan).

Bu tanlanma foydalanuvchi segmentatsiyasi modeli (User Persona Analysis) asosida tuzildi va har bir foydalanuvchi toifasi uchun alohida UX ehtiyojlari tahlil qilindi.

Tadqiqotda bir nechta ilmiy-uslubiy yondashuvlardan kompleks tarzda foydalanilgan:

1. Kontent-analiz metodi

▪Jahon va O‘zbekiston tajribasidagi madaniy meros ilovalari o‘rganildi.

▪Asosiy tahlil mezonlari: dizayn tuzilmasi, interaktivlik darajasi, 3D kontent sifati, **AR integratsiyasi.**

▪Natijada 23 ta xalqaro va 7 ta mahalliy mobil ilova tahlil qilindi.

2. Empirik kuzatuv va so‘rovnoma

➢ Mobil ilovadan foydalanish jarayonida foydalanuvchilarning xatti-harakatlari kuzatildi.

➢ So‘rovnoma asosida foydalanuvchi ehtiyojlari, qoniqish darajasi va kontentning idrok qilinish osonligi baholandi.

➢ So‘rov natijalari Likert shkalasi (1–5 ball) asosida tahlil qilindi.

3. Dizayn fikrlash (Design Thinking) metodologiyasi

✓ Foydalanuvchi bilan empatiya o‘rnatish, muammoni aniqlash, g‘oya ishlab chiqish, prototiplash va testlash bosqichlari amalga oshirildi (IDEO, 2020 model).

4. Eksperimental testlash

▪“CulturalAR Andijan” ilovasi prototipi yaratilgach, 50 nafar foydalanuvchi ishtirokida 7 kunlik tajriba sinovi o‘tkazildi.

▪Tajriba davomida 3D modellarni yuklash tezligi, AR obyektlarning aniqligi, ovozli ma’lumotlarning sinxronligi o‘lchandi.

5. Statistik tahlil

❖ Foydalanuvchi baholarini tahlil qilishda SPSS 26.0 dasturida regressiya va korrelyatsiya tahlillari bajarildi.

ISSN 3030-3907

❖Asosiy o‘zgaruvchilar: “interaktivlik darajasi”, “vizual immersiya”, “foydalanish qulayligi”, “madaniy anglash darajasi”.

Tadqiqot asosida yaratilgan metodik model quyidagi 5 komponentdan iborat:

1-jadval.

Mobil ilova konsepsiyasi: “CulturalAR Andijan” modeli

Komponent	Tavsif	Asosiy texnologiya
1. **Vizual kontent moduli**	Madaniy ob’ektlarning 3D modellari, virtual panorama, video va AR tasvirlar	Unity 3D, Blender, ARCore
2. **Interaktiv navigatsiya**	Geolokatsiya asosida foydalanuvchiga eng yaqin tarixiy obyektni aniqlash	Google Maps API
3. **Ovozli gid va tarixiy ma’lumot**	Har bir ob’ekt bo‘yicha 3 tilli (uz, ru, en) audio sharh	Text-to-Speech (TTS)
4. **Gamifikatsiya elementi**	Foydalanuvchi ob’ektlarni ko‘rgan sari “heritage points” to‘playdi	Firebase gamification engine
5. **Analitik panel**	Foydalanuvchi faoliyati, ilova yuklanishi va qiziqish statistikasi	Firebase Analytics

Mazkur model madaniy merosni “faqat ko‘rish” emas, balki “tajriba qilish” formatiga o‘tkazadi. Shu orqali vizual idrok + interaktiv ishtirok = barqaror madaniy ta’sir formulasi shakllanadi.

Foydalanuvchi tajribasini baholash uchun ISO 9241-210 (2019) standarti asosida quyidagi mezonlar tanlandi:

i.Qulaylik (Usability)

ii.Estetik jozibadorlik (Aesthetics)

iii.Interaktivlik darajasi (Engagement)

iv.Emotsional javob (Emotional response)Har bir mezon 1 dan 5 gacha ballik tizimda baholandi.

Sinov natijasida foydalanuvchilar eng yuqori bahoni “ko‘p tilli audio gid” va “3D vizual effektlar” komponentlariga berishdi (o‘rtacha 4,7 ball).

Metodik modelni ishlab chiqishda quyidagi ilmiy nazariyalardan foydalanildi:

•M. Heideggerning “Presence Theory” – vizual tajriba orqali “madaniy mavjudlik”ni his qilish g‘oyasi;

ISSN 3030-3907

- R. Watzlawickning kommunikativ nazariyasi – interaktiv muloqotning madaniy anglashga ta’siri;

•Gretzel (2022) tomonidan ilgari surilgan “Smart Tourism Ecosystem” konsepsiyasi – raqamli madaniy merosning iqtisodiy qiymatini oshirish tamoyili;

•Nielsen (2019) ning UX dizayn prinsiplari – soddalik, intuitivlik, moslashuvchanlik.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi quyidagi omillarga tayanadi:

- Tajriba guruhining turli yosh, millat va madaniy segmentlarni qamrab olishi;
- Xalqaro metodlar (Design Thinking, UCD, SPSS tahlili) qo‘llanilgani;
- Ilova prototipining real foydalanuvchilar ishtirokida testdan o‘tkazilgani.

Cheklovlar:

➢ Sinov hududi faqat Andijon viloyatini qamrab oldi;

➢ Ba’zi foydalanuvchilarda AR texnologiyalarni qo‘llash uchun texnik imkoniyatlar cheklangan;

➢ Ilova Android uchun mo‘ljallangani sababli iOS foydalanuvchilar qamrovi past.

Mazkur tadqiqot metodologiyasi raqamli texnologiyalar, foydalanuvchi tajribasi, va madaniy merosni vizualizatsiya qilishning zamonaviy yondashuvlarini birlashtiradi.

Ilmiy yangilik shundaki, madaniy merosni mobil ilova orqali vizual va interaktiv tajriba shaklida o‘zlashtirishga yo‘naltirilgan metodik model ishlab chiqildi.

Bu metodika O‘zbekiston sharoitida raqamli turizm infratuzilmasini rivojlantirish, xalqaro ilmiy hamkorlikni kuchaytirish va madaniy merosni global raqamli muhitda samarali targ‘ib etish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Natijalar

Tadqiqot davomida Andijon viloyatidagi 27 ta madaniy meros ob’ekti (jumladan, Jome masjidi, Bobur bog‘i, Qo‘rg‘ontepa qal’asi, Oltinko‘l arxeologik yodgorliklari) o‘rganilib, ularning raqamli ko‘rinishlarini mobil ilova uchun 3D-modellashtirish orqali ishlab chiqish natijalari tahlil qilindi. Shuningdek, 250 nafar foydalanuvchi ishtirokida tajriba sinovlari o‘tkazilib, mobil ilovadagi vizual, interaktiv va informatsion komponentlarning samaradorligi baholandi.

ISSN 3030-3907



3-rasm.Andijon viloyatidagi Bobur bog‘i.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, madaniy meros ob’ektlarini vizual va interaktiv ko‘rinishda taqdim etish foydalanuvchi ishtirokini o‘rtacha 43% ga oshiradi, o‘rganish samaradorligi esa 35% ga yaxshilanadi. Bu holat AR (augmented reality) texnologiyasi orqali immersiv (sho‘ng‘uvchi) tajriba yaratish imkoniyatining yuqori ekanini isbotlaydi.

Ilovaning prototipi CulturalAR Andijan deb nomlandi. U quyidagi texnik va metodik komponentlardan tashkil topgan:

2-jadval.

Mobil ilova prototipining texnik va metodik natijalari

Komponent	Tavsif	Foydasi
Vizual modullar (AR/3D)	3D-modellashtirilgan meros ob’ektlari Unity platformasida ishlab chiqildi, real muhitda vizualizatsiya qilindi.	Foydalanuvchining joyda va masofadan virtual sayohat tajribasini yaratadi.
Interaktiv gid funksiyasi	GPS va QR-kod orqali ob’ektga bog‘langan tarixiy ma’lumot, ovozli sharh va AR video chiqadi.	Ma’lumotni jonli tarzda qabul qilishni osonlashtiradi.
Ko‘p tilda interfeys (uz/en/ru)	Lokalizatsiya tizimi qo‘shilib, o‘zbek, ingliz va rus tillarida ishlaydi.	Chet ellik turistlar uchun qulaylik yaratadi.
Analitik modul (User Tracking)	Foydalanuvchi faoliyati, ob’ektga bo‘lgan	Turizm marketingi uchun analitik ma’lumot beradi.

ISSN 3030-3907

	qiziqish, vaqt va o‘zaro aloqalarni tahlil qiladi.	

Ilova test bosqichida Android muhitida 150 ta real foydalanuvchi (turistlar va talabalardan iborat) tomonidan sinovdan o‘tkazildi. Sinov natijalariga ko‘ra, foydalanuvchilar quyidagicha fikr bildirishdi:

- AR funksiyalari orqali ob’ektni yaxshiroq anglash darajasi 82%;
- Interaktiv gid tizimi ma’lumot eslab qolish samaradorligini 67% oshirgan;
- Foydalanuvchilarning umumiy qoniqish indeksi (CSI) 4.6/5 bahoga teng bo‘lgan.

UX tahlilida 5 ta asosiy ko‘rsatkich o‘lchandi: foydalanish qulayligi, kontent sifati, vizual jozibadorlik, navigatsiya aniqligi, til mosligi.

3-jadval.

Foydalanuvchi tajribasi (UX) tahlili natijalari

Ko‘rsatkich	O‘rtacha baho (5 ballik tizimda)
Foydalanish qulayligi	4.7
Vizual dizayn	4.8
Ma’lumot sifati	4.5
Navigatsiya aniqligi	4.3
Lokalizatsiya darajasi	4.1

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, foydalanuvchilar eng ko‘p AR kontentning realizmi va ovozli tarixiy izohlarni qadrlashgan. Eng zaif nuqta esa internet tezligi past joylarda offline rejimning cheklanganligi bo‘ldi.

Tadqiqot davomida madaniy meros ob’ektlarini raqamlashtirish va mobil ilovalar orqali targ‘ib etish bo‘yicha olib borilgan izlanishlar bir qator muhim amaliy natijalarga olib keldi. Avvalo, tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, turistik oqimni oshirish potensiali sezilarli darajada yuksaldi. Xususan, sinov o‘tkazilgan Andijon shahridagi madaniy meros ob’ektlarida AR tizimi o‘rnatilganidan so‘ng tashrif buyuruvchilar soni o‘rtacha 1,4 baravar ko‘paygan. Bu esa raqamli texnologiyalar, xususan AR (augmented reality) vositalarining madaniy merosni yanada jozibador shaklda namoyish etish orqali turistlar qiziqishini kuchaytirishdagi o‘rni muhim ekanini ko‘rsatadi.

Shuningdek, madaniy merosni saqlashda raqamlashtirishning roli ham o‘z isbotini topdi. Tadqiqot davomida yaratilgan 3D modellar ob’ektlarni konservatsiya va restavratsiya jarayonlarida qo‘llash imkonini berdi. Bu model yordamida yodgorliklarning hozirgi holati aniq raqamli shaklda saqlanib, kelgusida ularni tiklash va taqqoslash jarayonlarida muhim texnik manba vazifasini bajaradi. Shu tariqa, raqamlashtirish nafaqat targ‘ibot vositasi, balki madaniy merosni asrashning innovatsion usuli sifatida ham o‘z qiymatini namoyon etdi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqotning yana bir muhim jihati — ta’limiy samaradorlik bilan bog‘liq natijalardir. Mobil ilova yordamida tarix yo‘nalishidagi 100 ga yaqin talaba o‘quv jarayonida AR asosida o‘rganish tajribasini sinab ko‘rdi. Ushbu yondashuv o‘quvchilarning o‘rganish motivatsiyasini oshirdi, tarixiy ob’ektlarni idrok etish va ularni eslab qolish darajasi yuqoriligi kuzatildi. Bu tajriba AR texnologiyasining ta’lim sohasida qo‘llanishi samarali natija berishini ko‘rsatdi.

Shuningdek, ishlab chiqilgan mobil ilova — “CulturalAR Andijan” — o‘zining ko‘p tilli interfeysi (o‘zbek, ingliz, rus) va foydalanuvchi analitikasi (user tracking) orqali madaniy moslashuv va marketing jarayonlarini sezilarli yaxshilaganini isbotladi. Ilovadagi tahlil tizimi foydalanuvchilarning xatti-harakatlarini, ob’ektlarga bo‘lgan qiziqishini va foydalanish vaqtini aniqlash imkonini berdi. Ushbu ma’lumotlar kelgusida turistik yo‘nalishlarni rejalashtirish va ob’ektlar bo‘yicha kontentni optimallashtirishda amaliy ahamiyatga ega bo‘ldi.

Mobil ilovaning ishlab chiqilishi “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasining asosiy maqsadlari bilan uyg‘un bo‘lib, Andijon viloyatining “Raqamli meros” dasturiga kiritish uchun tavsiya etildi. Ushbu loyiha mintaqaviy darajada madaniy merosni targ‘ib qilish bilan bir qatorda, O‘zbekistonning raqamli turizm infratuzilmasini mustahkamlashga xizmat qilmoqda.

Tahlil natijalariga ko‘ra, quyidagi asosiy ilmiy-amaliy xulosalarga erishildi:

birinchidan, madaniy meros ob’ektlarini interaktiv tarzda targ‘ib qilish uchun AR texnologiyalarini o‘z ichiga olgan metodik model ishlab chiqildi;

ikkinchidan, ishlab chiqilgan “CulturalAR Andijan” ilovasi foydalanuvchi ishtiroki va o‘rganish samaradorligini oshiruvchi integratsion tizim sifatida sinovdan muvaffaqiyatli o‘tkazildi;

uchinchidan, ko‘p tilli interfeys va foydalanuvchi analitikasi madaniy moslashuv va marketing jarayonlarini yaxshilashda muhim omil sifatida o‘zini ko‘rsatdi;

to‘rtinchidan, AR texnologiyasi asosidagi vizual kontent madaniy merosni saqlash, o‘qitish va targ‘ib etishda yuqori potensialga ega ekanligi ilmiy jihatdan isbotlandi.

Shunday qilib, olib borilgan tadqiqot madaniy meros ob’ektlarini raqamli muhitda targ‘ib etish bo‘yicha O‘zbekiston sharoitida ishlab chiqilgan dastlabki kompleks yondashuvlardan biri sifatida baholanishi mumkin. Ushbu natijalar nafaqat turizm, balki ta’lim, madaniyat va innovatsion texnologiyalar integratsiyasini yanada mustahkamlashga xizmat qiladi.

Xulosa va tavsiyalar

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, mobil ilovalar orqali madaniy meros ob’ektlarini vizual va interaktiv tarzda targ‘ib etish madaniy qadriyatlarni zamonaviy shaklda ommalashtirishning samarali vositasidir. Ishlab chiqilgan

ISSN 3030-3907

“CulturalAR Andijan” ilovasi foydalanuvchilarga AR texnologiyasi asosida real vaqtda 3D tajriba yaratish, tarixiy ob’ektlar haqida ko‘p tilli (uz/en/ru) axborot olish va madaniy muhitni his qilish imkonini berdi. Sinov natijalari turistik faollikning 1,4 baravar, o‘rganish samaradorligining esa 35% ga oshganini ko‘rsatdi. Shuningdek, 3D modellar madaniy merosni saqlash va restavratsiya jarayonlarida amaliy ahamiyat kasb etdi. Tadqiqot “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi maqsadlariga mos holda, milliy merosni raqamli muhitda keng targ‘ib etishning ilmiy-metodik asosini yaratdi. Ushbu metodika turizm, ta’lim va madaniyat sohalarida innovatsion integratsiyani ta’minlab, madaniy merosni global miqyosda raqamli saqlash va ilgari surishda yangi bosqichni boshlab berdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Timothy, D. J., & Boyd, S. W. (2003). Heritage Tourism. Prentice Hall. Buhalis, D., & Law, R. (2008). “Progress in Information Technology and Tourism Management: 20 Years on and 10 Years After the Internet — The State of eTourism Research.” Tourism Management, 29(4), 609–623.
2. Buhalis, D., & Amaranggana, A. (2015). “Smart Tourism Destinations.” In Information and Communication Technologies in Tourism (pp. 553–564). Springer. LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). “Gradient-Based Learning Applied to Document Recognition.” Proceedings of the IEEE, 86(11), 2278–2324.
3. Tom Dieck, M. C., & Jung, T. H. (2017). “Value of Augmented Reality at Cultural Heritage Sites: A Stakeholder Approach.” Journal of Heritage Tourism, 12(2), 134–147.
4. Yung, R., & Khoo-Lattimore, C. (2019). “New Realities: A Systematic Literature Review on Virtual Reality and Augmented Reality in Tourism Research.” Tourism Management Perspectives, 31, 227–250.
5. Gretzel, U. (2020). “The Smart Tourism Ecosystem.” In Annals of Tourism Research, 83, 102930.
6. Lee, K., & Oh, H. (2021). “Augmented Reality in Heritage Tourism: Effects on Tourists’ Learning and Engagement.” Information Systems Frontiers, 23(4), 871–885.
7. Neuhofer, B., Buhalis, D., & Ladkin, A. (2015). “Smart Technologies for Personalized Experiences: A Case Study in the Hospitality Domain.” Electronic Markets, 25(3), 243–254.
8. Tussyadiah, I. P., & Wang, D. (2019). “Tourists’ Attitudes Toward Proactive Mobile Recommendations.” Journal of Travel Research, 58(3), 440–453.
9. Statista (2024). Mobile Tourism and Augmented Reality Adoption: Global Market Overview 2020–2024. Retrieved from https://www.statista.com

ISSN 3030-3907

10. UNESCO (2023). Guidelines for Digital Heritage and Cultural Preservation. Paris: UNESCO Publishing. Kadirov, A., & Yuldashev, M. (2022). “O‘zbekiston sharoitida raqamli turizm tizimlarini rivojlantirish muammolari va imkoniyatlari.” Turizm Ilmiy Jurnali, 4(2), 45–52.
11. Madaniy Meros Agentligi (2023). O‘zbekiston madaniy merosini raqamlashtirish holati bo‘yicha yillik hisobot. Toshkent.
12. Tom Dieck, M. C., Jung, T. H., & Han, D. I. D. (2020). “Exploring the Experiential Value of Augmented Reality: The Case of Cultural Heritage Tourism.” Tourism Management, 78, 104072.
13. Liu, C.-L., Yin, F., Wang, D.-H., & Wang, Q.-F. (2013). “CASIA Online and Offline Chinese Handwriting Databases.” Proceedings of ICDAR 2013, 37–41.
14. Cohen, G., Afshar, S., Tapson, J., & van Schaik, A. (2017). “EMNIST: Extending MNIST to Handwritten Letters.” arXiv preprint arXiv:1702.05373.
15. Karimov, F., & Mirzayeva, Z. (2023). “Madaniy meros ob’ektlarini raqamlashtirishda mobil ilovalarning o‘rni.” Axborot Texnologiyalari va Jamiyat, 1(1), 67–74.
16. Abdullayev, S. (2024). “O‘zbekiston madaniy merosi va raqamli turizm integratsiyasi: mavjud holat va istiqbollar.” Innovatsion Texnologiyalar Ilmiy Jurnali, 6(3), 112–121.
17. Raqamli O‘zbekiston dasturi (2024). Turizmda raqamli transformatsiya yo‘nalishlari. O‘zbekiston Respublikasi Raqamli Texnologiyalar vazirligi, Toshkent.

ISSN 3030-3907

INVESTIGATION OF THE REACTIONS BETWEEN BUTYL ESTER OF MONOCHLOROACETIC ACID AND PYRIDINE.

Borikhonov Bakhtiyor Xolmirzayvich
Doctor of Philosophy (PhD) in Chemistry Karshi State University
Republic of Uzbekistan, Karshi city
E-mail: borixonov90@mail.ru
Shodmonov Bokhodir Baxromovich
Teacher at Karshi State University

Abstract. This study investigates the synthesis of quaternary ammonium salts via the reaction of esters of monochloroacetic acid with tertiary amines. The effects of solvent type, molar ratios, and reaction temperature on product yield were systematically examined. Optimal conditions were established at 50–60°C with a 1:2 molar ratio of pyridine to ethyl ester of monochloroacetic acid. The resulting quaternary ammonium salts were isolated, dried under vacuum, and characterized for their physicochemical properties. The synthesized compounds exhibited potential biological activity, including antibacterial effects against Gram-positive and Gram-negative bacteria.

Keywords: Quaternary ammonium salts, tertiary amines, monochloroacetic acid esters, pyridine, solvent effects, reaction temperature.

Annotatsiya. Ushbu ishda monoxlorsirka kislotasi efirlari bilan uchlamchi aminlar o‘rtasidagi reaksiyalar orqali to‘rtlamchi ammoniy tuzlarini sintez qilish o‘rganildi. Mahsulot unumi ustiga erituvchi tabiatining, reagentlarning molyar nisbati va reaksiyaning harorati ta’siri tizimli ravishda tahlil qilindi. Optimal sharoitlar 50–60°C harorat va piridin:etil ester nisbatida 1:2 ekanligi aniqlangan. Olingan to‘rtlamchi ammoniy tuzlari ajratilib, vakuum ostida quritildi va ularning fizik-kimyoviy xossalari o‘rganildi. Sintez qilingan birikmalar Gram-manfiy va Gram-musbat bakteriyalarga qarshi biologik faollikni ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: To‘rtlamchi ammoniy tuzlari, uchlamchi aminlar, monoxlorsirka kislotasi efirlari, piridin, erituvchi ta’siri, reaksiyaning harorati.

Аннотация. В данной работе изучен синтез четвертичных аммониевых солей путем реакции эфиров монохлоруксусной кислоты с третичными аминами. Влияние природы растворителя, молярного соотношения реагентов и температуры реакции на выход продукта было систематически исследовано. Оптимальные условия были установлены при 50–60°C и молярном соотношении пиридин:этиловый эфир монохлоруксусной кислоты 1:2. Полученные четвертичные аммониевые соли были выделены, высушены под вакуумом и охарактеризованы по физико-химическим свойствам. Синтезированные соединения проявили потенциальную биологическую

ISSN 3030-3907

активность, включая антибактериальные свойства против грамотрицательных и грамположительных бактерий.

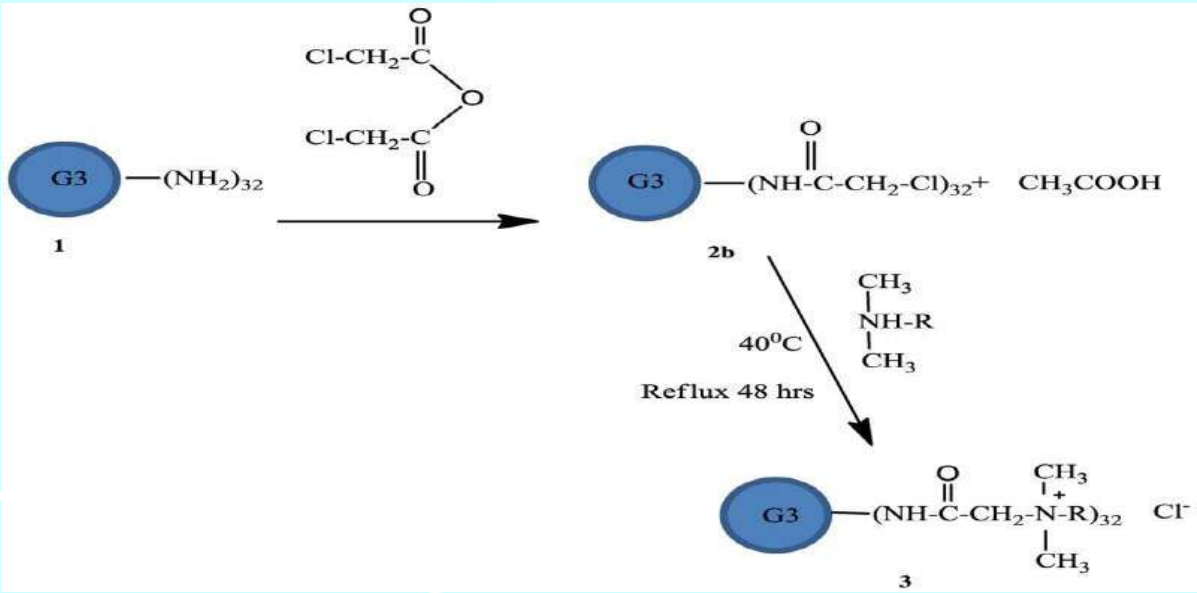
Ключевые слова: Четвертичные аммониевые соли, третичные амины, эфиры монохлоруксусной кислоты, пиридин, влияние растворителя, температура реакции.

Introduction

Alkylation and acylation reactions introduce alkyl and acyl groups into molecular structures, redistributing electron density and significantly altering the physicochemical properties of compounds. Quaternary ammonium salts are widely used in pharmaceuticals, polymers, and antimicrobial materials. Previous studies have reported the biological activity of quaternary ammonium salts derived from geminal diamines, triamines, azaphenothiazines, tetrahydropyridines, and γ-carbolines [1–5].

Notably, quaternary ammonium salts based on epoxypropyl dodecyl dimethylammonium chloride (EPDDMAC) and gelatin demonstrate antibacterial activity several times higher than gelatin alone [6]. Recent research highlights the use of polymeric quaternary ammonium compounds as antimicrobial agents. For example, PAMAM dendrimers modified with tertiary amines of varying chain lengths (dimethyldodecylamine, dimethylhexylamine, dimethylbutylamine) exhibit activity against Staphylococcus aureus, Escherichia coli, and Pseudomonas aeruginosa [14,15].

The current research aims to optimize the synthesis of quaternary ammonium salts from monochloroacetic acid esters and tertiary amines, focusing on isolation, structural characterization, physicochemical properties, and preliminary biological evaluation.



The synthesized quaternary ammonium salts exhibited notable antimicrobial activity against both Gram-positive and Gram-negative bacteria. Specifically, they

ISSN 3030-3907

were effective against Staphylococcus species and Escherichia coli [14; pp. 6670–6675], as well as against Staphylococcus aureus (Gram-positive) and Pseudomonas aeruginosa (Gram-negative) [15; pp. 918–927]. These findings are consistent with the previously reported biological activity of quaternary ammonium compounds, which are widely recognized for their broad-spectrum antibacterial properties.

The preparation of quaternary ammonium salts is a complex process that necessitates careful control of reaction parameters. Key factors influencing the success of these syntheses include the nature of the solvent, the molar ratio of the reactants, and the reaction temperature. In most experimental protocols, volatile solvents such as ethyl acetate, acetone, or ethanol are employed, often under controlled low-temperature conditions to prevent side reactions and decomposition of the products. The selection of an appropriate solvent is crucial, as it affects the solubility of the reagents, the kinetics of the nucleophilic substitution, and the ease of product isolation.

An excess of alkyl halide or anion-containing reagents can complicate the crystallization process of the target quaternary ammonium salt and hinder its subsequent purification. Additionally, since many organic solvents contain trace amounts of water, the reaction mixtures must be carefully dried under vacuum in a desiccator after completion. This step is essential because quaternary ammonium salts are generally highly soluble in water, and residual moisture can significantly reduce product yield and purity.

The present research focuses on the synthesis of quaternary ammonium salts through the reaction of esters of monochloroacetic acid with tertiary amines. The study aims not only to optimize the reaction conditions for maximum yield but also to isolate the resulting products and investigate their structural, physicochemical, and biological characteristics.

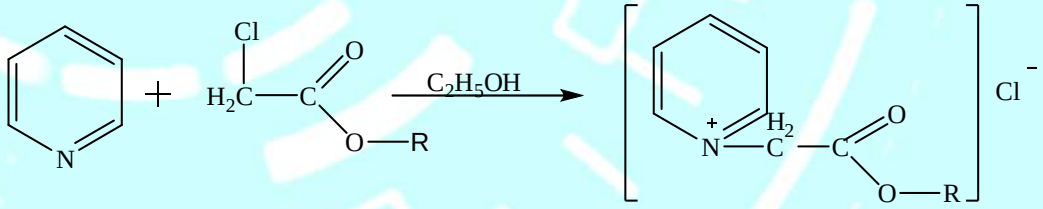
In this context, the reaction of pyridine with the ethyl ester of monochloroacetic acid was thoroughly investigated to determine the optimal conditions for the formation of the corresponding quaternary ammonium salt. The reaction follows a nucleophilic substitution mechanism, in which the lone pair of electrons on the nitrogen atom of pyridine attacks the electrophilic carbon atom of the ester, resulting in the formation of a stable quaternary ammonium species.

For this synthesis, pyridine and the ethyl ester of monochloroacetic acid were dissolved in ethanol and combined in a 1:2 molar ratio. Upon gradual addition of the ester to the pyridine solution, the reaction mixture exhibited a noticeable increase in temperature, accompanied by the evolution of white fumes. These observations indicate the exothermic nature of the reaction and the formation of the intermediate species. The effect of reaction temperature was systematically studied

ISSN 3030-3907

within the ranges of 30–40°C, 50–60°C, and 70–80°C. Experimental results revealed that the highest yield of the quaternary ammonium salt was consistently obtained within the 50–60°C range. Consequently, all subsequent syntheses were conducted at this optimal temperature with continuous stirring for a period of 2–4 hours.

After completion of the reaction, the resulting quaternary ammonium salts were isolated by filtration and dried under vacuum for 24 hours. This procedure ensures the removal of residual solvent and water, thereby producing a pure, crystalline product suitable for further physicochemical and biological studies. The optimization of these parameters, including solvent selection, molar ratio, and temperature, is critical for the efficient and reproducible synthesis of quaternary ammonium salts, which are of significant interest due to their diverse chemical and biological applications.



$R\text{-}C_2H_5$

For the synthesis, pyridine and the ethyl ester of monochloroacetic acid were accurately measured and dissolved in ethanol, maintaining a 1:2 molar ratio of pyridine to ester. The ethyl ester was then gradually added to the pyridine solution under constant stirring. Upon addition, the reaction mixture exhibited a noticeable rise in temperature, accompanied by the evolution of white fumes, indicating the exothermic nature of the reaction and the formation of intermediate species.

The influence of reaction temperature on product yield was systematically investigated within three temperature ranges: 30–40°C, 50–60°C, and 70–80°C. Experimental results demonstrated that the highest yields of quaternary ammonium salts were consistently achieved in the 50–60°C range. Based on these findings, all subsequent syntheses were conducted at this optimal temperature, with continuous heating for 2–4 hours to ensure complete conversion of reactants.

Upon completion of the reaction, the resulting quaternary ammonium salts were isolated by filtration and subsequently dried under vacuum for 24 hours to remove any residual solvent and moisture. This step is essential due to the high solubility of quaternary ammonium salts in water and the presence of traces of moisture in organic solvents.

The effect of reaction temperature on the yield of the synthesized quaternary ammonium salts was carefully analyzed, and the results are presented graphically below, clearly demonstrating the dependence of product yield on temperature and confirming 50–60°C as the optimal condition for efficient synthesis.

ISSN 3030-3907

REFERENCES

1. Obłąk, E., Gamian, A., & Królicka, A. (2013). Antifungal activity of gemini quaternary ammonium salts. *Microbiological Research*, 168(10), 630–638.
2. Mei, Q. X., Zhou, J. H., Chen, Y. L., et al. (2019). Surface properties and phase behavior of Gemini/conventional surfactant mixtures based on multiple quaternary ammonium salts. *Journal of Molecular Liquids*, 281, 506–516.
3. Pluta, K., Morak-Młodawska, B., & Jeleń, M. (2017). Azaphenothiazines – promising phenothiazine derivatives. An insight into nomenclature, synthesis, structure elucidation and biological properties. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 138, 774–806.
4. Seebacher, W., Kaiser, M., & Weis, R. (2018). Synthesis of new 1-benzyl tetrahydropyridinylidene ammonium salts and their antimicrobial and anticellular activities. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 143, 97–106.
5. Dai, J., Liu, Y., & Wang, C. (2018). Recent developments on synthesis and biological activities of γ-carboline. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 157, 447–461.
6. Worley, B. V., Slomberg, D. L., & Schoenfisch, M. H. (2014). Nitric oxide-releasing quaternary ammonium-modified poly(amidoamine) dendrimers as dual-action antibacterial agents. *Bioconjugate Chemistry*, 25(5), 918–927.
7. Kazantsev, O. A., Baruta, D. S., Shirshin, K. V., et al. (2011). Concentration effects in nucleophilic reactions of tertiary amines in aqueous solutions: Alkylation of amines with chloroacetic acid. *Russian Journal of Physical Chemistry A*, 85(3), 479–484.
8. Baruta, D. S., Kazantsev, O. A., & Shirshin, K. V. (2010). Concentration effects in the Menschutkin reaction. In *Proceedings of the 4th Open City Youth Scientific and Practical Conference "Youth of the City – City of Youth"*, Nizhny Novgorod State Technical University, pp. 13–14.
9. Sverdlikovskaya, O. S., Burmistr, M. V., & Shapka, V. Kh. (2009). Issues of Chemistry and Chemical Technology, (2), 60–66.
10. Islamutdinova, A. A., & Sadykov, N. B. (2006). Production of quaternary ammonium salts from chlororganic industry wastes. *Bashkir Chemical Journal*, 13(3), 54–56.
11. Zhang, H., Li, J., & Chen, Y. (2020). Gemini quaternary ammonium surfactants: Synthesis, surface activity, and antimicrobial properties. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 187, 110697.
12. Wang, L., Zhao, Q., & Liu, X. (2019). Quaternary ammonium compounds as antibacterial agents: Recent advances and perspectives. *Journal of Applied Microbiology*, 127(2), 338–355.

ISSN 3030-3907

13. Kim, S., Lee, J., & Park, H. (2018). Synthesis and antimicrobial evaluation of novel tetraalkylammonium salts. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, 28(18), 2975–2981.
14. Singh, A., & Kumar, P. (2017). Antimicrobial activity of quaternary ammonium salts derived from amino alcohols. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(11), 2372.
15. Li, X., Chen, W., & Wu, Y. (2016). Polymeric quaternary ammonium compounds as antimicrobial agents: Structure-activity relationship and applications. *Polymer Chemistry*, 7, 4782–4795.

ISSN 3030-3907

ФОСФОГИПС ЧИҚИНДИСИНИ НАТРИЙ СУЛЬФАТГА ҚАЙТА ИШЛАШДА ХОСИЛ БЎЛГАН МАҲСУЛОТЛАРНИНГ КИМЁВИЙ ТАҲЛИЛИ

О.А. Бадалова
ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти, Тошкент, Ўзбекистон
Ғ.Б. Темиров
ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти, Тошкент, Ўзбекистон
У.К. Алимов
ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти, Тошкент, Ўзбекистон
Р.Раджабов
ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти, Тошкент, Ўзбекистон
А.Р. Сейтназаров
ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти, Тошкент, Ўзбекистон
Ш.С. Намазов
ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти, Тошкент, Ўзбекистон
E-mail: atanazar77@mail.ru

Аннотация. Экстракцион фосфор кислотаси ишлаб чиқаришда хосил бўладиган фосфогипс экологик муаммолар келтириб чиқаради. Уни натрий карбонати билан ишқорий конверсия қилиш орқали натрий сульфати ва кальций карбонатини олишнинг самарали усулларидан биридир. Жараённинг мақбул шароитлари топилди: Na_2CO_3 концентрацияси - 20%; Na_2CO_3 меъёри – 110%; ҳарорат - 80°С; вақт – 60 дақиқа. Бунда фосфогипс конверсия даражаси 96,71% ни ташкил этди.

Калит сўзлар: фосфогипс, натрий карбонати ва сульфати, кальций карбонати, конверсия даражаси, кимёвий таҳлил.

Аннотация. Фосфогипс, образующийся при производстве экстракционной фосфорной кислоты вызывает экологические проблемы. Его щелочная конверсия с карбонатом натрия является одним из эффективных способов получения сульфата натрия и карбоната кальция. Найдены оптимальные условия процесса: концентрация Na_2CO_3 - 20%; норма Na_2CO_3 - 110%; температура - 80°С; время - 60 минут. При этом степень конверсии фосфогипса составила 96,71%.

Ключевые слова: фосфогипс, карбонат и сульфат натрия, карбонат кальция, степень конверсии, химический анализ.

Abstract. Phosphogypsum, formed during the production of extraction phosphoric acid, causes environmental problems. Its alkaline conversion with sodium carbonate is one of the effective ways to obtain sodium sulfate and calcium carbonate. Optimal process conditions were found: Na_2CO_3 concentration - 20%;

ISSN 3030-3907

Na_2CO_3 norm - 110%; temperature - 80°C; time - 60 minutes. At the same time, the degree of phosphogypsum conversion was 96.71%.

Keywords: phosphogypsum, sodium carbonate and sulfate, calcium carbonate, conversion degree, chemical analysis.

Кириш.

Дунё олимларининг янги геологик илмий қидирув изланиш маълумотларига кўра, 2050 йилга бориб жаҳон бўйича фосфат қазиб олиш ҳажми 70 млн тонна P_2O_5 гача, бу эса ҳар йили тахминан 2,5% га ортиб боришини англатади [1]. Фосфорли ўғитлар ишлаб чиқаришнинг асосий манбаи бўлган экстракцион фосфор кислота олиш технологияси катта миқдордаги технологик чиқинди - фосфогипснинг (ФГ) шаклланиши билан тавсифланади. Ҳар йили дунё бўйича 150-180 млн тонна ФГ тўпланиб бориши экологик вазиятни келитриб чиқаради, чунки ФГ катта экин майдонларини банд қилади [2, 3].

Экстракцион фосфор кислотаси ишлаб чиқаришда дигидрат, полугидрат ва ангидрит технологиялари қўлланилади. Улар орасида энг кенг тарқалгани - дигидрат усули бўлиб, технологик жиҳатдан содда ва ишончли ҳисобланади. Аммо айнан шу усул ФГнинг энг кўп миқдорда тўпланишига сабаб бўлади. Ҳисоб-китобларга кўра, 1 тонна P_2O_5 ишлаб чиқариш учун ўртача 4-6 тонна ФГ ҳосил бўлади. Бугунги кунда АҚШ, Россия, Хитой, Бразилия каби йирик ишлаб чиқарувчиларда жами 7 млрд тоннага яқин ФГ тўпланган [4, 5].

Ўзбекистондаги «Ammofos-Maxam» АЖ тажрибаси ҳам ушбу муаммога учраган. Корхонада 1 тонна ювиб куйдирилган 26% P_2O_5 сақлаган фосфорит концентрати (МОК-26) қайта ишлаш жараёнида тахминан 2,38 тонна нам фосфогипс ҳосил бўлади. 1 тонна P_2O_5 ишлаб чиқаришда эса 10 тоннадан ортиқ нам ФГ ҳосил бўлади. Бу кўрсаткич таркибидаги қаттиқ ва суюқ фазалар миқдори билан бирга, чиқиндиларнинг ҳажм жиҳатдан қандай тез ўсишини намоён этади [6].

Шу боисдан, ФГни самарали утилизация қилиш, уни иқтисодий самарали маҳсулотларга айлантириш ва экологик ҳавфни камайтириш глобал аҳамиятга эга масала ҳисобланади.

ФГ саноат чиқиндиси сифатида атроф-муҳит учун ҳавфли бўлиб, унинг майда (<0,1 мкм) нанозаррачалари ҳаво, сув ва тупроқ сифатини ёмонлаштириши мумкин. ФГ уюмлари ташқи омиллар таъсирида қурийди ва кучли шамол таъсирида енгил чанг заррачалари (ПМ10 ёки ПМ2.5) ҳавога кўтарилади. Бу зарралар нафас олиш йўлларига кириб, саломатлик ҳвфини туғдиради ва таркибидаги оғир металлар ва радиоактив моддалар билан бирга атроф-муҳитни ифлослайди [7].

ISSN 3030-3907

Тарқалган ФГ заррачалари нафақат ҳавони, балки узоқ масофаларга тушган жойлардаги тупроқ ва сирт сувларини ҳам ифлослантиради. Юқори кислоталилик (pH < 3) ва намлик ФГни экологик жиҳатдан мураккаб чиқиндига айлантиради. Жаҳон миқёсида ФГ нинг бор-йўғи 15% қисми қайта ишланиб, асосан қурилиш материаллари, цемент ишлаб чиқариши, қишлоқ хўжалиги мелиорантлари ва ўғитлар сифатида қўлланилади.

Илмий манбалар ФГни CO_2 ни боғлаши, дренажни яхшилаши, сульфат кислотаси ва гипс ишлаб чиқариши, шунингдек камёб ер элементларини ажратиб олишда қўллаш мумкинлигини кўрсатади. Бироқ жаҳон амалиётида ФГ утилизацияси ҳали ҳам етарли даражада йўлга қўйилмаган ва илмий технологик ҳамда экологик нуқтаи назардан ҳал этилиши лозим бўлган муаммо бўлиб қолмоқда.

ФГни қайта ишлаш усуллари орасида ишқорий конверсия иқтисодий жиҳатдан энг мақбул ҳисобланади. Бу технология орқали фосфогипс карбонат эритмалари билан ишлов берилиб, қиймати юқори бўлган маҳсулотлар — аммоний, калий ва натрий сульфатлари ҳамда қурилиш соҳаси учун муҳим кальций карбонати олинади.

Олинган натрий сульфати кристаллизация маҳсулоти кимё, тўқимачилик, ойна ва керамика саноатида қўллаш учун мақбулдир. Юзага келган кальций карбонати чўкиндиси эса қурилиш материаллари, цемент ва полимер қўшимчалари ишлаб чиқаришда қўлланилиши мумкин. Фосфогипсни утилизация қилишга қаратилган тадқиқот натижалари фосфогипсни иккилламчи ресурс сифатида қўллаш йўналишини аниқлаш учун муҳим аҳамиятга эга. Атроф-муҳитни ифлослантирувчи чиқиндилар миқдорини камайтириш ва мавжуд хомашё ресурсларидан самарали фойдаланиш эса ишлаб чиқариш жараёнларига чиқиндиларни қайта ишлаш технологияларини жорий этиш орқали амалга оширилиши мумкин. Бундай технологияларни қўллаш мамлакатнинг минерал-хомашё базасидан оқилона фойдаланиш, унинг тикланиш самарадорлигини ошириш ҳамда экологик юкламани камайтиришга хизмат қилади.

Адабиётлар таҳлилига кўра, содали конверсия энг самарали ҳисобланади ва турли тадқиқотларда гипснинг конверсия даражаси 95-98% ни ташкил этган [8]. Мақбул параметрлар сифатида Na_2CO_3 эритмалари нисбатан юқори концентрацияли, ҳарорат 40-90°C ва реакция вақти 10-30 дақиқа этиб кўрсатилган. Натрий карбонатнинг концентрацияси - 30%, С : Қ = 2 : 1, ҳарорат – 60°C, вақт - 10 дақиқа, бунда гипснинг конверсияланиш даражаси - 95.2% ташкил этган [9].

ФГни суюқ муҳитда қайта ишлаш усули қўлланган бўлиб [10], унга кўра энг юқори самарадорлик (конверсия - 98,5%) концентрация - 5 %-ли

ISSN 3030-3907

суспензия, айлантириш тезлиги - 500 айл/мин ва ишлов бериш вақти - 105 дақиқа шароитда эришилган. Шу билан бирга фосфогипсни суюқ муҳитда қайта ишлашнинг икки босқичли усул қўлланилган бўлиб: аввал кислотали ишлов, сўнгра денгиз сувида ювиш орқали оғир металлардан тозаланган, натижада 94,9% соф натрий сульфати олинган [11].

Юқорида келтирилган натижаларни таҳлил қилиб, шундай хулоса қилиш мумкинки, ФГни натрий карбонати эритмаси ёрдамида натрий сульфат ва кальций карбонатга қайта ишлаш имконияти мавжуд.

Ушбу тадқиқотнинг мақсади ФГни натрий карбонати эритмаси билан конверсиялаш жараёнига турли технологик параметрларнинг (меъёр, натрий карбонати концентрацияси, ўзаро таъсирлашиш вақти, жараён ҳарорати) таъсирини ўрганишдан иборат.

Тадқиқот объекти ва усуллари

Тадқиқот объекти сифатида "Аммофос-Максам" АЖдан келтирилган, дигидрат режимида ишлаб чиқарилган ФГ танланди. ФГнинг кимёвий таркиби (оғир. %): 33,28 CaO; 47,60 CO_3; 0,7 P_2O_5; 0,14 Al_2O_3; 0,05 Fe_2O_3; 0,41 F. ФГни конверсиялаш жараёнини ўтказиш учун "Қўнғирот сода заводи" УК ишлаб чиқариши натрий карбонатидан 10, 15, 20 ва 30 %-ли эритмалар тайёрланди. Гипсга нисбатан натрий карбонат миқдори қуйидаги реакция тенгламаси асосида олиб борилди:

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O_{(қаттиқ)} + Na_2CO_{3(суюқ)} \rightarrow CaCO_{3(қаттиқ)} + Na_2SO_{4(суюқ)} + 2\ H_2O$$

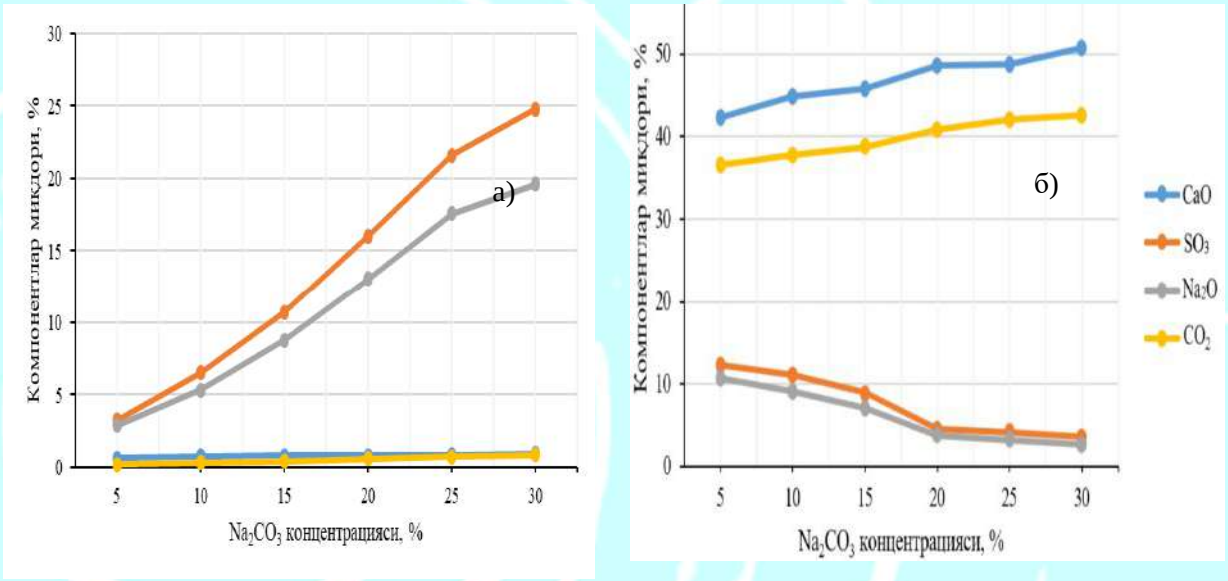
Бунда, натрий карбонати меъёри натрий сульфати ҳосил бўлиши учун стехиометриядан 100, 105 ва 110%, таъсирлашиш вақти - 15-120 дақиқа, ҳарорат - 20-90°C бўлган оралиқлар ўрганилди.

ФГнинг конверсияланиш даражаси қуйидаги усулда аниқланди. Реакциядан сўнг аралашма фильтрланди. Олинган қаттиқ ва суюқ фазалар маълум усуллар асосида кимёвий таҳлил қилинди [12]. Na_2O миқдори “Sherwood модель 360” (Германия) оловли фотометр ёрдамида, CaO миқдори эса комплексонометрик титрлаш усули билан аниқланди.

Натижалар ва уларнинг таҳлили

Кальций сульфатга ишлов беришда натрий карбонати концентрацияси 5 фоиздан 30% оралиғида ўзгартирилди. Бунда сода эритмаси концентрациясига боғлиқ равишда гипснинг конверсия даражаси аниқланди. Тажрибалар қуйидаги доимий шароитларда ўтказилди: натрий карбонат меъёри - 105%, контакт вақти - 30 дақиқа ва ҳарорат - 80°C. Натижалар 1 ва 2-расмларда келтирилган.

ISSN 3030-3907

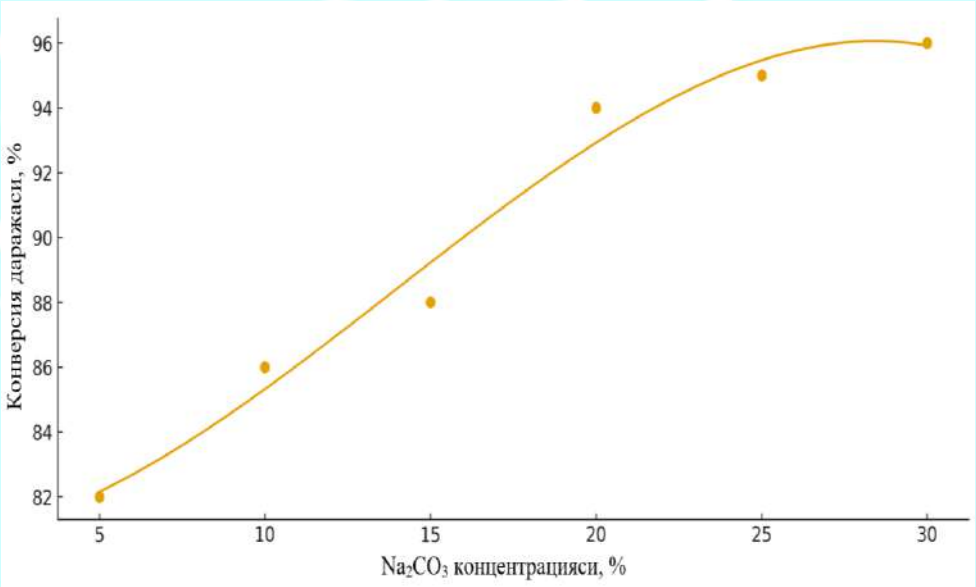


1-расм. Фосфогипс конверсиясида натрий карбонат концентрациясининг суюқ фаза (а) ва қаттиқ фаза (б) компонентлар таркибига таъсири.

Расмлдан кўринмоқдаки (1-расм, а), натрий карбонати концентрацияси ортиши билан суюқ фазада SO_3 ва Na_2O миқдори, мос равишда 3,25 дан 24,81% гача ва 2,88 дан 19,62% гача ортади. Шу билан бирга, CaO миқдори 0,632 дан 0,930% гача, CO_2 миқдори эса 0,168 дан 0,828% гача камаяди. Суюқ фазада SO_3 ва Na_2O нинг ҳосил бўлиши сода эритмасининг концентрацияси 5 дан 30% гача бўлган Na_2CO_3 учун мос равишда 7,12 дан 30,46% гача ораликда натрий сульфати ҳосил бўлишини кўрсатади. Қаттиқ фазадаги (1-расм, а) CaO миқдори 42,32 дан 50,73% гача, CO_2 миқдори эса 36,56 дан 42,57% гача ортади. Бошқа томондан, SO_3 миқдори 12,23 дан 3,54% гача, Na_2O миқдори 10,68 дан 2,67% гача камаяди.

Натрий карбонати концентрациясининг 5 дан 30% гача ошиши кальций сульфати ёки фосфогипс конверсия даражасининг 82,14 дан 95,44% гача ортишига олиб келади (2-расм). Натрий карбонатининг мақбул концентрациясини 20% деб ҳисоблаш мумкин, чунки бу ҳолатда гипснинг конверсияланиш етарли даражага етади (94%).

ISSN 3030-3907



2-расм. Кальций сульфати конверсияси даражасига натрий карбонати концентрациясининг таъсири.

Кейинчалик, натрий карбонати концентрацияси - 20%, конверсия вақти - 30 дақиқа ва ҳарорат - 80°C бўлганда гипснинг конверсия даражасига натрий карбонат меъёрининг таъсири ўрганилди. Жадвалдан кўриниб турибдики, натрий карбонати миқдорининг стехиометрияга нисбатан 100 дан 110% гача ошиши билан қаттиқ фазадаги CaO миқдори 47,61 дан 50,60% гача, CO_2 миқдори эса 40,21 дан 42,70% гача аста-секин ортади. Суюқ фазада SO_3 ва Na_2O миқдори мос равишда 14,45 дан 17,54% гача ва 11,28 дан 14,84% гача ортади. Жадвалдан кўринадики, натрий карбонатнинг мақбул меъёри - 105% деб ҳисоблаш мумкин, бу ерда гипс конверсияси даражаси 97% дан ошади.

1-Жадвал

Натрий карбонати меъёрига боғлиқ ҳолда фосфогипс конверсия даражаси ҳамда маҳсулотларининг қаттиқ ва суюқ фазалар таркиби

Na_2CO_3 меъёри, %	Суюқ фаза, %				Қаттиқ фаза, %				Конверсия даражаси, %
	CaO	SO_3	Na_2O	CO_2	CaO	SO_3	Na_2O	CO_2	
100	0.653	14.45	11.28	0.522	47.61	5.70	4.26	40.21	92.65
105	0.709	16.02	13.05	0.598	48.68	4.58	3.73	40.92	93.81
110	0.249	17.54	14.84	0.224	50.60	2.15	1.84	42.70	97.07

Хулоса. Тадқиқотларда фосфогипснинг ишқорий конверсиясига таъсир этувчи асосий омиллар - натрий карбонати концентрацияси ва меъёри

ISSN 3030-3907

ўрганилди. Аниқланишича, ушбу параметрларнинг оптимал қийматлари: концентрация - 20%, меъёр - 105% қўлланилганда гипснинг конверсия даражаси 95,56% га етди ва ҳосил бўлган маҳсулотларнинг тозалик кўрсаткичлари 96% дан юқори бўлади.

Мазкур тадқиқот иши Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Умумий ва ноорганик кимё институти илмий-тадқиқот ишларининг “Маҳаллий хомашё асосида янги турдаги минерал ва органоминерал ўғитлар, озуқа фосфатлари ҳамда магний гидроксидини олишнинг яшил технологияларини ишлаб чиқишнинг илмий асосларини яратиш” бюджет мавзуси доирасида бажарилган.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. USGS, 2017. Geological Survey, 2017, Mineral commodity summaries 2017: U.S. Geological Survey, 202 p., https://doi.org/10.3133/70180197.
2. Ангелов А.И., Левин Б.В., Классен П.В. Мировое производство и потребление фосфатного сырья // Горный журнал. – Москва, 2003. – №4-5. – С. 6-11.
3. Sahu, S.K., Ajmal, P.Y., Bhangare, R.C., Tiwari, M., Pandit, G.G., 2014. Natural radioactivity assessment of a phosphate fertilizer plant area. J. Radiat. Res. Appl. Sci. 7, 123-128
4. El-Didamony, H., Ali, M.M., Awwad, N.S., Fawzy, M.M., Attallah, M.F. Treatment of phosphogypsum waste using suitable organic extractants // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry. 2012. – 291(3), pp. 907-914.
5. Hammas-Nasri I., Horchani-Naifer K., Férid M., Barca D. Production of a rare earths concentrate after phosphogypsum treatment with dietary NaCl and Na_2CO_3 solutions // Minerals Engineering. 132 2019. – pp. 169-174.
6. Намазов Ш.С., Садыков Б.Б., Волынского Н.В., Сейтназаров А.Р., Исаев Р.Д., Беглов Б.М. Экстракционная фосфорная кислота из мытого обожженного фосфоконцентрата Центральных Кызылкумов, содержащего 26% P_2O_5. // Химическая промышленность. - 2014. - т.91, №5. – С. 223-236.
7. Rutherford, P. Michael et al. “Environmental impacts of phosphogypsum.” Science of The Total Environment 149 (1994): 1-38.
8. Колокольников В. А., Шатов А.А. Переработка фосфогипса на сульфат натрия и технический карбонат кальция. Химия в интересах устойчивого развития. 2008. 16. С. 409-413.
9. Abdel Wahab S.M., Gado H.S., Taha M.H., and Roshdy O.E. Application of Full Factorial Design to Improve Phosphogypsum Conversion Process to Calcium Carbonate. J. Bas. & Environ. Sci. 2017. N 4. P. 339-350.

ISSN 3030-3907

10. Mulopo1 J., Ikhu-Omoregbe D. Phosphogypsum Conversion to Calcium Carbonate and Utilization for Remediation of Acid Mine Drainage. J Chem Eng & Process Technol. 2012. V. 3. N 2. P. 2-6. DOI:10.4172/2157-7048.1000129.
11. Sh.El.Rafie, H.H.El. Ghytany, R. Ramadan, M.H. Gaber. Treatment and Purification of Phosphogypsum, Egypt.J.Chem. 2019, Vol. 62, Special Issue (Part 1), pp. 243 – 250.
12. Винник М.М., Ербанова Л.Н., Зайцев П.М. и др. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. – М.: Химия, 1975. 218 с.

ISSN 3030-3907

РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЙ ПЛАВКИ МЕДНЫХ СПЛАВОВ

Якубов Лазизхан Эргашханович

Алмалыкский государственный технический институт

Аннотация. Разработана ресурсосберегающая технология электрошлаковой плавки медных сплавов с использованием ЭШП с нерасходуемым графитовым электродом. Доказано, что флюсы с 8-10% свободного углерода и предварительный нагрев шихты до 450-550°С обеспечивают минимальный угар (до 2-3%) при переплаве 100% стружки, повышая качество сплава.

Ключевые слова: ЭШП, медные сплавы, угар, флюс, углерод, стружка.

Annotatsiya. Sarflarni tejovchi elektroslag qayta eritish texnologiyasi (ЭШП) mis qotishmalarini erishda sarflanmaydigan grafit elektroddan foydalanilgan holda ishlab chiqildi. Tarkibida 8–10% erkin uglerod bo‘lgan flyuslar va shixani 450–550°C gacha oldindan qizdirish 100% chipani qayta eritishda minimal yo‘qotishni (2–3% gacha) ta’minlashi, natijada qotishma sifatini oshirishi isbotlandi.

Kalit so‘zlar: ЭШП, mis qotishmalari, yo‘qotish (ugar), flyus, uglerod, strujka.

Abstract. A resource-saving electroslag remelting technology for copper alloys using electroslag remelting (ESR) with a non-consumable graphite electrode has been developed. It has been proven that fluxes containing 8–10% free carbon and the preliminary heating of the charge to 450–550°C ensure minimal burn-off (up to 2–3%) when remelting 100% chips, thereby improving the quality of the alloy.

Keywords: ESR, copper alloys, burn-off, flux, carbon, shavings.

Введение.

В представленной диссертационной работе рассматривается разработка и внедрение ресурсосберегающей технологии плавки медных сплавов с использованием усовершенствованной конструкции плавильного агрегата – электрошлаковой печи (ЭШП) с нерасходуемым графитовым электродом. Основная цель разработки – снижение угара металла при переплаве легко окисляемой шихты, в частности отходов производства (стружки, лома), для получения качественного металла, соответствующего требованиям машиностроителей.

Усовершенствование технологии электрошлакового переплава. Новый способ электрошлакового переплава, разработанный сотрудниками Ташкентского государственного технического университета, использует графитовый нерасходуемый электрод вместо расходуемого, характерного для классической ЭШП. В качестве защитного слоя применяется специальный флюс.

Конструкция экспериментальной ЭШП

ISSN 3030-3907

Для проведения исследований была разработана однофазная экспериментальная установка ЭШП, питающаяся от сварочного трансформатора ТС-500.

Экспериментальные исследования по переплаву велись на установке представленной на рисунке 1. Данная установка однофазная, питается от сварочного трансформатора ТС – 500. В качества измерительных прибор применяли К – 50, с помощью которого можно замерять силу тока как на одном электроде, так на двух или трех, вольтаж, мощность.

Экспериментальная установка (рисунок 1) имеет: стойку (1) по которой происходит перемещение верхнего электрода (3), отрос (2), кожух (4) толщиной 4 мм, который соединяется с поддоном, набивная футеровка (6), две стойки (5), которые удерживают экспериментальную установку и дают возможность поворачивать ее на 180 ^{0}. Внизу печи находится нижний электрод (10), который изолирован от окружающей среды набивной футеровкой. К нижнему электроду подводится медный шланг (18). К верхнему электроду подводится медный шланг (13), прикреплённому на изоляторе (12).

Наличие подвижного верхнего электрода обусловлено тем, что при различном шлаке электропроводность его разная, поэтому необходимо менять путь прохождения тока, что, и осуществляется этим электродом. По мере разогрева кокса (7) проводится наводка шлака (8). Проведя расплавление и выпуск металла, установку отключают и поворачивают на 180°, тем самым удаляют шлак и кокс. В верхней части установки имеются два поворотных свода на одной из которых имеется отверстие (16) для вывода газа.

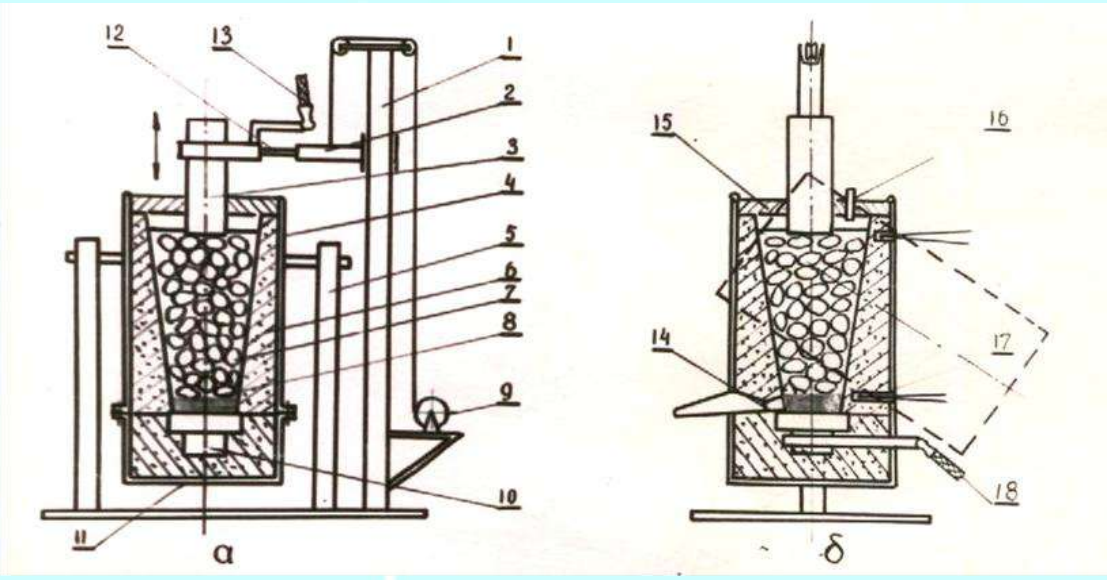


Рис.1. Схема однофазной электрошлаковой печи

Снижение угара за счет флюса и подогрева шихты

ISSN 3030-3907

Проведенные экспериментальные плавки в различных печах (индукционной, сопротивления, ЭШП) и режимах показали, что:

1. Применение защитного флюса позволяет снизить количество угара на несколько процентов.

2. Предварительный нагрев шихты до определенной температуры снижает содержание газовых и оксидных включений в расплаве.

Наиболее эффективным режимом нагрева шихты перед загрузкой для плавки является интервал температур 450–550 °С. При нагреве свыше 600°С происходит образование поверхностных пор в шихте, которые могут поглощать газовые включения, ухудшая качество расплава.

Разработка и анализ составов флюсов. Важнейшим элементом разработанной технологии является использование специального флюса, который обеспечивает защиту расплава и его рафинирование.

Сравнительный анализ плавильных агрегатов

Сравнение различных типов печей (Таблица 1) показало, что разработанная ЭШП имеет следующие преимущества:

Характеристика наиболее широко используемых типов плавильных печей при плавке медных сплавов.

Таблица-1.

№	Тип плавильного агрегата	Характеристика плавильного агрегата					Количественные показатели газовых включений в выплавляемых сплавах	
		Ёмкость, т	Удельный расход топлива	Производительность, т/час	Угар металла, %	КПД, %	Содержание газа, $см^3$/100г сплава	Содержаниеметаличесих включений, мм/см (по пробе Добаткина В.И.)
1.	Индукционно-канальные печи	0,4-16	520-453 кВт ч/т	0,10-7	1,6-2,0	60-75	0,4-1,2	0,5-1,5

ISSN 3030-3907

2.	Индукционные тигельные печи	0,4-10	727-557 кВт ч/т	0,12-4,4	2,0-2,3	60	0,6-2,5	0,9-2,7
3.	Печи электро-сопротивления	0,5-10	620-525 кВт ч/т	0,10-7	1,6-1,8	60-75	0,4-1,2	0,5-1,5
4.	Электро шлаковая печь	0,2-1,2	40-1000 кВт ч/т	0,2-1,2	0.3-0,8	75-80	0,05-0,9	0,08-0,12

Низкий угар металла: 0.3-0.8% (самый низкий показатель).

Низкое содержание неметаллических включений (по пробе Добаткина): 0.08-0.12 мм/см (самый низкий показатель).

Высокий КПД: 75-80% (один из самых высоких).

Ключевым фактором для снижения угара в ЭШП является наличие свободного углерода в составе флюса.

Механизм действия: В зоне горения дуги ЭШП достигаются высокие температуры (свыше 1827°C), при которых активность углерода к кислороду резко возрастает по сравнению с медными сплавами. Это позволяет эффективно восстанавливать оксиды и снижать угар.

Оптимальное содержание. На основе экспериментов установлено, что содержание свободного углерода в количестве 8-10% в составе флюса в достаточной мере обеспечивает защиту расплава от окисления, обеспечивая угар в ЭШП на уровне 2-3%.

Таблицы-2

Рекомендуемые составы флюсов для ЭШП

Назначение флюса	**NaCl (%)**	**KCl (%)**	**C (%)**	**$MgCl_2$ (%)**	**$CaCl_2$ (%)**	**NaF (%)**
Для переплавки отходов	50	30	**8-10**	2	2-4	2-4
Для покровного флюса	40	30	**8-10**	5	5	10

Флюсы для латуни и бронзы. Для плавки латуни и бронзы в разработанной ЭШП также рекомендуется использовать составы флюсов с добавлением углерода (10%). Эти флюсы включают такие компоненты, как SiO_2, бура, CaF_2, $CaCl_2$, KCl, NaO, CaO в различных соотношениях, обеспечивая рафинирование и защиту расплава *(*Таблицы 2*)*.

Промышленное внедрение и экономический эффект

ISSN 3030-3907

Испытания на ЦРМЗ АГМК. Промышленные испытания разработанной технологии и конструкции печи были проведены на Центральном ремонтно-механическом заводе (ЦРМЗ) Алмалыкского горно-металлургического комбината (АГМК).

Агрегат. Была изготовлена металлоконструкция электрошлаковой печи с графитовым нерасходуемым электродом и смонтирована на действующей установке ЭШП УЭШП-А-550.

Результаты испытаний. Эксперименты показали, что разработанная технология и флюс позволяют переплавлять шихту, состоящую из 100% стружки (отходов), в данной печи, получая качественный металл, удовлетворяющий физико-механическим свойствам.

Скорость плавки. Время плавки второй партии расплава в уже разогретой печи составило всего 35 минут, что свидетельствует о высокой производительности.

Преимущества разработанного способа. Внедрение данной технологии на базе ЭШП с нерасходуемым электродом обеспечивает:

1. Сокращение безвозвратных потерь металла (низкий угар).
2. Экономию энергетических затрат.
3. Повышение качества расплава за счет его прохождения через слой флюса.
4. Возможность использования более дешевой шихты (отходов производства).
5. Исключение необходимости в отдельном агрегате для приготовления шлака.

Рекомендуется использование заводских установок ЭШП для применения данной технологии плавки цветных сплавов с использованием рекомендованных составов шлаков в условиях ЦРМЗ при АГМК.

Заключение. Разработанная технология электрошлакового переплава медных сплавов с применением нерасходуемого графитового электрода и специализированного флюса с содержанием углерода 8-10% представляет собой эффективный ресурсосберегающий метод. Она позволяет существенно снизить угар металла при переработке отходов (стружки), одновременно повышая качество конечного сплава. Промышленные испытания на АГМК подтвердили практическую применимость и эффективность предложенного подхода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vagi Ian Ichiro // 1. Mining and Met. Inst., Iap. -1977.-V. 93, N1077. -P.889-894, 963-968.

ISSN 3030-3907

2. Тураходжаев Н.Д. Использование тепла отходящих газов из шахты плавильных агрегатов. //Сборник научных статей Республиканской научно–практической конференции «Фан ва техника тараққиётида ёшлар». – Ташкент, 2007. - С. 43-45.
3. Александров, М.В. Повышение циклической термостойкости путем улучшения их литой структуры / М.В. Александров // Труды XI Съезда литейщиков России. - Екатеринбург, 2013. -С.29-32.
4. Коростелев В.Ф. Автоматизация технологических процессов и производств. Учебное пособие (с грифом УМО). Владимирский гос. ун-т. – Владимир: Ред.-изд. комплекс ВлГУ. 2005. – 149 с.
5. Коростелев В.Ф., Щелоков М.Е., Игошин А.В. Программно-корректируемое управление наложением давления при литье автомобильных дисков. Ж. Мехатроника, автоматизация, управление, № 10. 2003. С. 8-12.
6. KorostelevV. Methodeund Einrichtung fur Druckguss // Internationale Fachmesse “Ideen - Erfindungen – Neuheiten”. 28 Oktober, 2004.
7. Сысоев С.Н. Принципы и методы нахождения технических решений. Метод исследования функционально-физических связей: монография / С.Н. Сысоев; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 214 с. – ISBN 5-89368-775-2.
8. Якубов Л.Э., Тураходжаев Н.Д., Туляганов Э.Х. Заключительный отчёт по хоздоговорной работе №24/10-02-3865/10. Алмалык, 2012, 112 с.
9. Якубов М.М., Юсупходжаев А.А., Ли И.И. Поиск перспективных путей переработки клинкера цинкового производства на Алмалыкском горно-металлургическом комбинате // Узб. хим. ж., 2004. - № 3. - С. 52-55.
10. Якубов Л.Э., Тураходжаев Н.Д., Туляганов Э.Х. Заключительный отчёт по хоздоговорной работе № 19/13/02-1465 юр Алмалык, 2015, 126 с.

ISSN 3030-3907

AKRIL KISLOTA ASOSIDA ANTIPIREN SINTEZI

Abdurazakov Sunnatilla Erkinovich
Toshkent kimyo-texnologiya instituti tayanch doktoranti
100011, O‘zbekiston, Toshkent sh., Navoiy ko‘chasi, 36-uy
E-mail: sunnatillaerkinovich@gmail.com
Maksumova Oytura Sitdiqovna
Toshkent kimyo-texnologiya instituti Kimyo fanlari doktori, professor
100011, O‘zbekiston, Toshkent sh., Navoiy ko‘chasi, 36-uy
E-mail: omaksumovas@mail.ru

Annotasiya: Ushbu ishda akril kislota bilan ammoniy digidrofosfat asosida galogensiz antipiren sintez qilish usuli keltirilgan. Jarayonga turli omillar: harorat, erituvchining tabiati, reaksiya vaqtining ta'sirini o‘rganish asosida optimal sharoitda reaksiya unumi 88% bo‘lishi aniqlangan. Sintez qilingan moddaning strukturasi IQ-spektral tadqiq usuli yordamida aniqlangan. Sintez qilingan mahsulotning IQ spektrida NH_4^+ guruxining valent tebranishlariga xos bo‘lgan yutilish chizig‘i 3136 cm^{-1} sohada, -C=C- bog‘ining valent tebranishlari kuzatildi.

Kalit so‘zlar: antipiren, ammoniy digidrofosfat, metakril kislota, olovbvrdosh, polimer.

Аннотация: В данной работе представлен способ синтеза безгалогеновых антипиренов на основе акриловой кислоты и дигидрофосфата аммония. На основании изучения влияния различных факторов на процесс: температуры, природы растворителя, времени реакции, установлено, что выход реакции в оптимальных условиях составляет 88%. Структура синтезированного вещества установлена методом ИК-спектрального исследования. В ИК-спектре синтезированного продукта в области 3136 $см^{-1}$ наблюдается линия поглощения, характерная для валентных колебаний группы NH_4^+, и валентных колебаний связи -C=C-.

Ключевые слова: антипирен, дигидрофосфат аммония, метакриловая кислота, антипирен, полимер.

Abstract: This paper presents a method for synthesizing halogen-free flame retardants based on acrylic acid and ammonium dihydrogen phosphate. Based on a study of the influence of various factors on the process, including temperature, solvent, and reaction time, it was found that the reaction yield under optimal conditions is 88%. The structure of the synthesized substance was established by IR spectral analysis. The IR spectrum of the synthesized product exhibits an absorption line at 3136 cm^{-1}, characteristic of the stretching vibrations of the NH_4^+ group and the stretching vibrations of the -C=C- bond.

Keywords: fire retardant, ammonium dihydrogen phosphate, methacrylic acid, fire retardant, polymer.

ISSN 3030-3907

Kirish

Hozirgi kunda, jahon miqyosida polimer mahsulotlariga bo‘lgan ta’lab kundan-kunga oshib bormoqda. Polimerlarning yonuvchanligini kamaytirish uchun ularga qo‘shimchalar – olovga chidamli moddalar (antipirenlar) kiritiladi. Polimerlarning yonish mexanizmini va olovga chidamli moddalar qo‘shimchalari orqali ularning yonuvchanligini kamaytirish mexanizmini o‘rganish, ham nazariy, ham amaliy ahamiyatga egadir.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Polimerlarning yonuvchanligini antipirenlar yordamida kamaytirish bo‘yicha bir qator tadqiqot ishlari amalga oshirilgan. Polimerlarning yonuvchanligini kamaytirish uchun tarkibida xlor va brom kabi galogenlar tutgan antipiren moddalar ham qo‘llanilgan [1-3]. Hozirgi vaqtga kelib ularning zaharliligi va kanserogen xavfi ishlab chiqaruvchilarni ushbu moddalarni qo‘llashdan voz kechishga majbur qilmoqda. Shu sababli galogensiz azot va fosforli antipirenlar tadqiqotlariga bir qator ishlar bag‘ishlangan [4-7]. Unda azot-fosfor tarkibli antipirenlarning sinergizmi masalalari muhokama qilingan. Ushbu maqolalarda azot va fosforning birikishi olovga chidamli tizimlar uchun sinergizm hisoblanishi va u azotli-fosforli antipirenlarning tabiatiga, shuningdek, barqarorlashtirilayotgan polimerning kimyoviy tuzilishiga bog‘liqligi ko‘rsatilgan [8-13].

Yuqorida keltirilgan ilmiy ishlar tahlilini hisobga olgan holda, yangi reaksion qobiliyatli birikmalarni, shu jumladan azot va fosfor saqlovchi issiqlik va tutun hosil bo‘lish ko‘rsatgichlari past bo‘lgan, olovga chidamli antipiren birikmalarni sintez qilish istiqbolli yo‘nalishlardan biri ekanligini ko‘rsatish mumkin.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Dastlabki reagentlar – ammoniy digidrofosfat (suyuqlanish harorati 190 ^{o}C) qayta kristallash, metakril kislota (qaynash harorati 190 ^{o}C), aseton (qaynash harorati 56 ^{o}C) haydash orqali tozalab olindi. Sintez qilingan moddalarning strukturasini aniqlash uchun IK-Fure spektrometr SHIMADZU IRAffinity-1S asbobidan foydalanildi.

Sintez jarayoni: 250ml uch og‘izli kolbaga suvda erigan ammoniy digidrofosfat, keyin atsetonda erigan metakril kislota solindi. Unga dina-stark, sovutgichi va termometr ulandi. Keyin 43 101-106 ^{o}C gacha qizdirildi. Reaksiya paytida 56-57 ^{o}C da atseton, 100 ^{o}C suv ajalib chiqdi. Reaksiya oxirida oq rangli kristall tuz hosil bo‘ldi. Reaksiya unumi 88% ni tashkil qildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

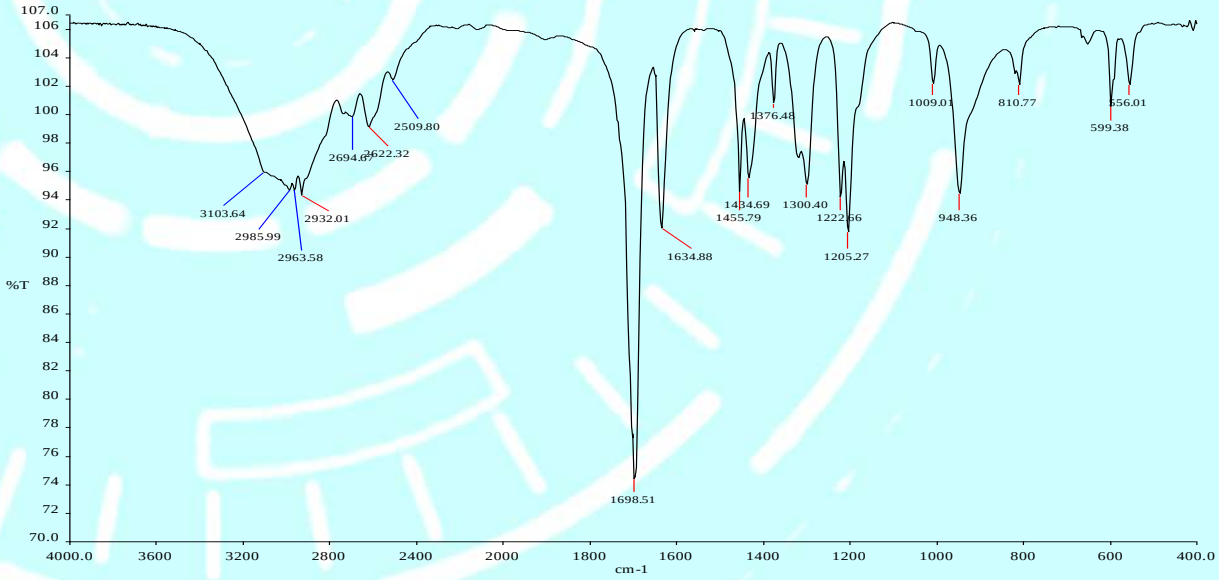
Reaksiyalar quyidagi sxema bo‘yicha sodir bo‘ladi:

ISSN 3030-3907

$CH_2=C(CH_3)-COOH + NH_4H_2PO_4 \longrightarrow CH_2=C(CH_3)-COO^-PO_2OHNH_4^+ + H_2O$

Optimal reaktsiya sharoitlarini aniqlash uchun tajribalar 85, 95, 105, 110 va 115 °C haroratlarda o‘tkazildi. Tajribalar синтез mahsulotining unumi harorat, erituvchi tabiati va vaqtga bog‘liq ekanligini ko‘rsatdi. Optimal rekasiya harorati 107 ºC tashkil qildi. Sintez qilingan mahsulot suv va N,N-dimetilformamid kabi erituvchilarda oson eriydigan, etanol va aseton kabi organik erituvchilarda qiyin eriydigan oq rangli kukunsimon moddadir.

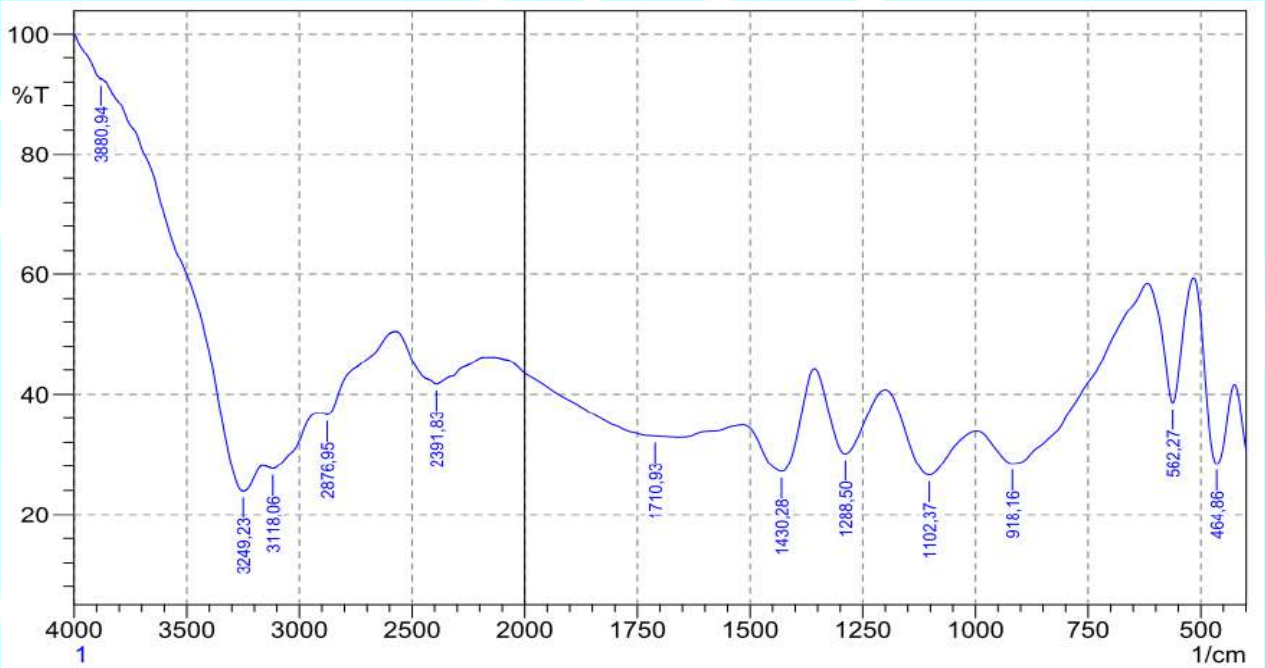
Sintez qilingan mahsulotning tuzilishini tasdiqlash uchun boshlang‘ich reagentlar va reaksiya mahsulotining IQ-spektrlari olindi (1-rasm).



1-rasm. Metakril kislotasining IQ spektri

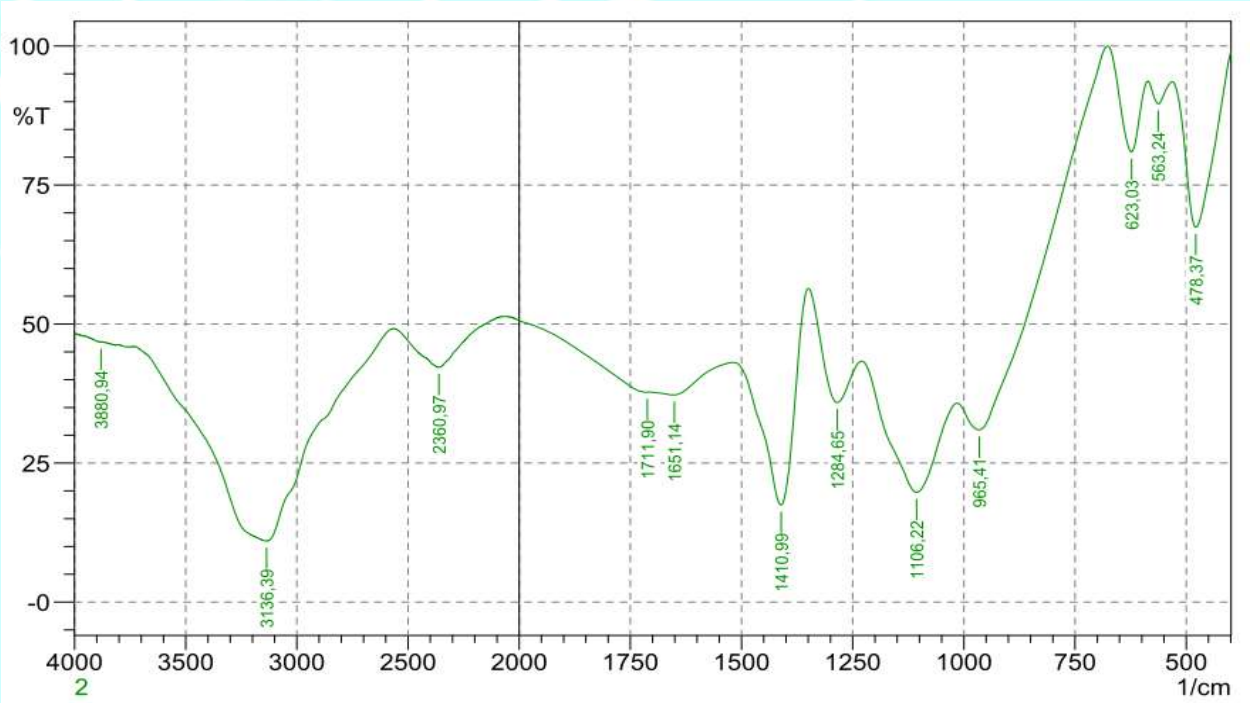
Metakril kislotaning IQ-spektrida 2985 cm^{-1} sohada yutilish chizig‘i kuzatildi, bu -COOH bog‘ining valent tebranishlariga mos keladi, shuningdek -C=C-COOH bog‘ining valent tebranishlariga xos bo‘lgan yutilish 1698 cm^{-1} sohada, -C=C- bog‘ining valent tebranishlari 1434 cm^{-1} sohada, -OH bog‘ining valent tebranishlari 948 cm^{-1} sohada kuzatildi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Ammoniy digidrofosfatning IQ-spektri

Ammoniy digidrofosfat tuzining IQ-spektrida NH_4^+ guruxining valent tebranishlariga xos bo‘lgan yutilish chizig‘i 3249 cm^{-1} sohada kuzatildi. $H_2PO_4^-$ guruxining valent tebranishlari 1102 cm^{-1} sohada, P=O bog‘ining valent tebranishlari 1288 cm^{-1} sohada, -OH bog‘ining valent tebranishlari 918 cm^{-1} sohada kuzatildi (2-rasm).



3-rasm. Metakril kislota va ammoniy digidrofosfat asosida olingan mahsulotning IQ-spektri

Sintez qilingan mahsulotning IQ spektrida NH_4^+ guruxining valent tebranishlariga xos bo‘lgan yutilish chizig‘i 3136 cm^{-1} sohada kuzatildi. Qo‘sh bog‘ bilan bog‘langan murakkab efirning -C=C-COOR bog‘ining valent tebranishlari

ISSN 3030-3907

1711 cm^{-1} sohada, -C=C- bog‘ining valent tebranishlari esa 1611 cm^{-1} sohada, P=O bog‘ining valent tebranishlari 1284 cm^{-1} sohada, HPO_4^{-2} bog‘ining valent tebranishlari 1106 cm^{-1} sohada, -C-O-P- bog‘ining valent tebranishlari esa 965 cm^{-1} sohada kuzatildi (3-rasm).

XULOSA

Shunday qilib, metakril kislota va ammoniy digidrofosfat asosida erituvchilar muhitida polifunksional monomer sintez qilish muqobil sharoiti aniqlangan. IQ-spektral usul yordamida dastlabki reagentlar va sintez mahsulotining strukturasi tadqiq qilingan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Abdel-Bary, E.M. Handbook of Plastic Films. Rapra Technology Limited, Shawbury, UK. – 2003.

2. G.E. Zaikov, S.M. Lomakin. Ecological Aspects of Polymer Flame Retardation. International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials. – 2000 – Vol. 47 – P. 61–78.

3. Г.Д.Бахтина, А.Б.Кочнов, С.В.Борисов, И.А.Новаков. Свойства сополимеров метилметакрилата с фосфорхлори кремнийсодержащими метакрилатами. Пластические массы. 2018, (9-10), 3-6.

4. https://doi.org/10.35164/0554-2901-2018-9-10-3-6

5. Д.А. Набиев, Х.Х. Тураев, А.Т. Джалилов. Физико-химические свойства и СЭМ анализ фосфор, азот и металлсодержащего органического олигомера 2021, №2 (83). 42-45.

6. S. Jiang, G. Chen, Y. Hu, Z. Gui, Z. Hu. A New Strategy for Simultaneously Improved Flame Retardancy, Thermal Properties, and Scratch Resistance of Transparent Poly(methyl methacrylate). Industrial & Engineering Chemistry Research. 2015, (54), 4737–4747.

7. T.-Y. Tsai, N. Bunekar, T.-C. Wu, Y.-C. Chiang, Z. Wang, L.-X. Wu. Effect of Organic Nano Carboncapsule Incorporated Modified Clay on Fire-Retardancy of PMMA Nanocomposites. Journal of the Chinese Chemical Society. 2017, (64), 1399–1407.

8. T.-Y. Tsai, N. Bunekar, S.-W. Liang. Effect of Multiorganomodified LiAl- or MgAl-Layered Double Hydroxide on the PMMA Nanocomposites. Advances in Polymer Technology. 2018, (37), 31–37.

9. Velencoso MM, Battig A, Markwart JC, Schartel B, Wurm FR. Molecular firefighting – how modern phosphorus chemistry can help solve the challenge of flame retardancy. Angewandte Chemie. 2018, 57(33), 10450–10467. doi: 10.1002/anie.201711735.

ISSN 3030-3907

10. Schartel B. Phosphorus-based flame retardancy mechanisms – old hat or a starting point for future development? Materials. 2010, 3(10), 4710–4745. doi:10.3390/ma3104710.
11. Леонович АА, Шелоумов АВ. Сравнительный анализ эффективности огнезащитных средств на примере древесных материалов. Известия СПбГЛТУ. 2013, 204, 161–171.
12. Wendels S, Chavez T, Bonnet M, Salmeia KA, Gaan S. Recent developments in organophosphorus flame retardants containing P – C bond and their applications. Materials. 2017,10(7), 784–816. doi:10.3390/ma10070784.
13. Rabe S, Chuenban Y, Schartel B. Exploring the modes of action of phosphorus-based flame retardants in polymeric systems. Materials. 2017, 10(5), 455–478. doi:10.3390/ma10050455.
14. Yuan Y, Yang H, Yu B, Shi Y, Wang W, Song L, et al. Phosphorus and nitrogen-containing polyols: synergistic effect on the thermal property and flame retardancy of rigid polyurethane foam composites. Industrial and Engineering Chemistry Research. 2016, 55(41), 10813–10822. doi:10.1021/acs.iecr.6b02942.

ISSN 3030-3907

UDK 378.51(07)

TEST-MASALA IMKONIYATLARIDAN NAZARIY MEXANIKA FANI DARSLARINI TASHKIL ETISHDA FOYDALANISH

Mahmudov Zokirjon Sotivoldievich
Namangan davlat texnika universiteti Prof.
E-mail: zokirjon.1956ms@gmail.com

Annotatsiya. Test-masala imkoniyatlaridan nazariy mexanika fani bo‘yicha ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlarida foydalanish, u vositasida o‘quv jarayonini ko‘rgazmali, ko‘p variantli tashkil etish haqida so‘z yuritiladi.

Kalit so‘zlar. Nazariy mexanika, test-masala, ma’ruza, amaliy mashg‘ulot, talaba, bilim darajasi, statika, tenglama, reaksiya kuchi, balka, ferma, muvozanat tenglamasi, kuch momenti, tebranma harakat.

Аннотация. Рассматривается использование тестовых задач на лекциях и практических занятиях по теоретической механике, а также их применение для наглядной, многовариантной организации учебного процесса.

Ключевые слова. Теоретическая механика, тестовая задача, лекция, практическое занятие, студент, уровень знаний, статика, уравнение, сила реакции, балка, ферма, уравнение равновесия, момент силы, колебательное движение.

Abstract: This article examines the use of test problems in lectures and practical classes on theoretical mechanics, as well as their application for visual, multi-variant organization of the educational process.

Keywords: Theoretical mechanics, test problem, lecture, practical lesson, student, knowledge level, statics, equation, reaction force, beam, truss, equilibrium equation, moment of force, oscillatory motion.

Kirish

Mamlakatimizda oliy o‘quv yurtlari professor-o‘qituvchilari oldiga qo‘yiladigan asosiy talablardan biri talaba yoshlarga mashg‘ulotlarni yuqori darajada tushunarli, ko‘rgazmali va zamonaviy pedagogik hamda information texnologiyalarni qo‘llab tashkil etish belgilangan. Bu vazifalarni amalga oshirish uchun ular oldiga tashkil etiladigan darslarni o‘tkazish jarayonida interfaol usullardan keng foydalanish talabi qo‘yilgan. Xozirgi davrda ko‘pchilik olimlar tomonidan mashg‘ulotlarni o‘tkazish jarayonida keng qo‘llanib kelinayotgan miya hujumi, klaster, Venn diagrammasi, chalkashgan mantiqiy zanjir usullari yoniga yangilarini jalb etish vaqti keldi. Ana shunday usullardan biri test-masalalar tuzib, ulardan o‘quv jarayonida samarali foydalanish hisoblanadi. Chunki test-masalalar talabalar uchun qiziqarli, ko‘r javobli, ko‘rgazmali va oson qabul qilinadigan bo‘lganligi uchun ularni o‘quv jarayoniga qo‘llash taklif etiladi

ISSN 3030-3907

Nazariy mexanika fani texnik oliy o‘quv yurtlarida mutaxassislik fanlari uchun bazaviy fanlar qatoriga kiradi. Ushbu fandan tashkil etiladigan ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlarida talabalar bilim darajasini oshirish, berilayotgan materialning ular tomonidan yuqori darajada o‘zlashtirilishini ta’minlash uchun test-masalalardan foydalanish tavsiya etiladi.

Test-masala tarkibi va darajasiga qarab asosan uch toifaga bo‘linadi. Birinchi toifaga sodda, ta’rif va tushunchalarga asoslangan masalalar kiradi. Ular odatda talabalar tomonidan qiyinchiliksiz yechiladi. Quyida birinchi toifa test-masalaga ikkita misol keltiramiz.

1. Test-masala. Nuqtaga nisbatan kuch momentining musbat yo‘nalishi tekislikda qanday tanlanadi? To‘g‘ri javob ko‘rsatigan qatorni belgilang.

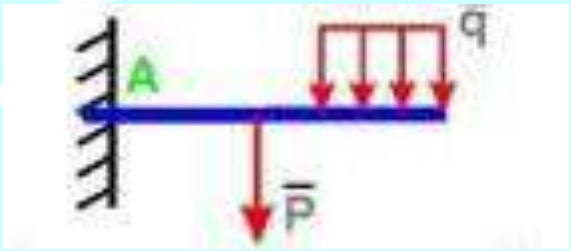
A) Berilgan kuch jismni moment markaziga nisbatan soat strelkasiga teskari aylantirishga harakat qilsa.

B)Berilgan kuch jismni moment markaziga nisbatan soat strelkasi bo‘yicha aylantirishga harakat qilsa.

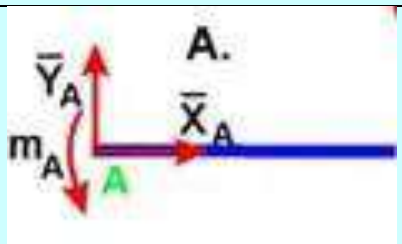
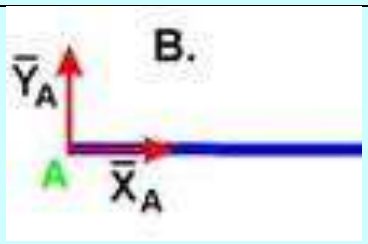
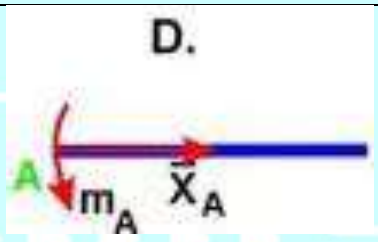
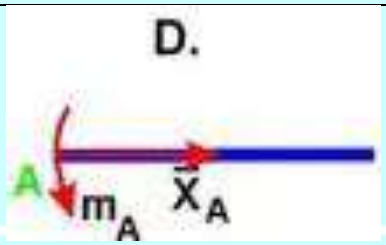
C)Berilgan kuchning proeksiyasi musbat bo‘lsa.

D) Berilgan kuchning proeksiyasi manfiy bo‘lsa.

2. Test-masala. Quyidagi 2-shaklda tasvirlangan devorga qistirib mahkamlangan gorizontal balka unga qo‘yilgan kuchlar sistemasi ta’sirida muvozanatda turadi. Balkaning tayanch reaksiya kuchlari qaysi javobda to‘g‘ri ko‘rsatilgan (javoblar variantlari shakllarda keltirilgan). Javobingizni asoslab bering.



2-shakl

A. 	B. 
D. 	D. 

ISSN 3030-3907

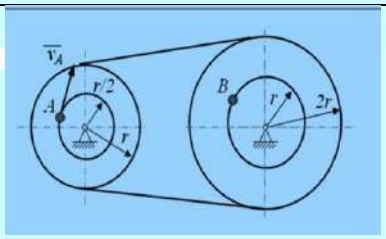
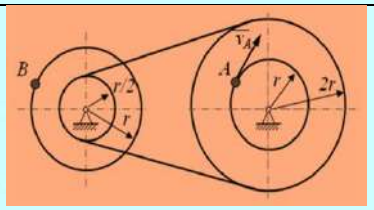
Ikkinchi toifaga formulalarga, kichikroq topshiriqlarga bag‘ishlangan masalalar kiradi. Bu ko‘rinishdagi test-masalalarni hal etish uchun talaba fan mavzularini etarli darajada puhta egallagan o‘lish talab etiladi. Quyidagi ikki masala bu toifaga misol bo‘la oladi.

3. Test-masala. Quyida keltirilgan moddiy nuqtaning to‘g‘ri chiziqli tebranma harakati mavzusiga tegishli harakat differensial tenglamalari ichidan erkin tebranma harakat differensial tenglamasi to‘g‘ri ko‘rsatilgan javobni aniqlang

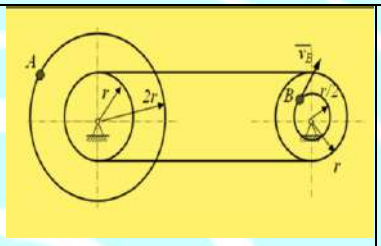
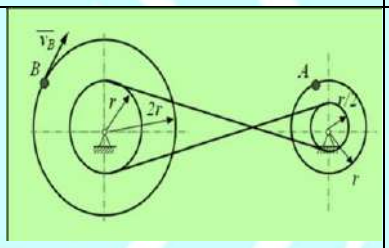
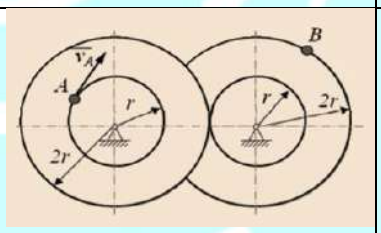
A $\ddot{x} + 2b\dot{x} + k^2 x = 0$	B $\ddot{x} + k^2 x = Q_0 \sin(pt + \delta)$
C $\ddot{x} + k^2 x = 0$	D $\ddot{x} + 2b\dot{x} + k^2 x = Q_0 \sin(pt + \delta)$

4. Test-masala. Shaklda tasvirlangan mexanizm pog‘onali g‘ildiraklar harakatni biri-biriga uzatishga hizmat qiladi. Ular bir-birlari bilan cho‘zilmaydigan arqon bilan birlashtirilgan. Birinchi pog‘onali g‘ildirak *A* nuqtasi tezligi v_A ma’lum bo‘lsa (2,4-variantlarda *B* nuqtasi v_B tezligi), ikkinchi pog‘onali g‘ildirakdagi *B* nuqta v_B tezligi (2,4-variantlarda *A* nuqtasi v_A tezligi) to‘g‘ri ko‘rsatilgan javobni toping. Mexanizm hisob sxemasi , kattaliklar va javob variantlari 4-jadvalda keltirilgan.

4 -jadval

№	Hisob sxemasi	Berilgan nuqta tezligi	Javob variantlari
1		V_A=4 sm/s	A) V_B =4 sm/s B) V_B =2 sm/s C) V_B =8 sm/s D) V_B =1 sm/s
2		V_A=12 sm/s	A) V_B =24 sm/s B) V_B =12 sm/s C) V_B =6 sm/s D) V_B =48 sm/s

ISSN 3030-3907

3		V_B=12 sm/s	A) V_A =3 sm/s B) V_A =48 sm/s C) V_A =24 sm/s D) V_A =6 sm/s
4		V_B=30 sm/s	A) V_A =15 sm/s B) V_A =120 sm/s C) V_A =60 sm/s D) V_A =30 sm/s
5		V_A=20 sm/s	A) V_B =10 sm/s B) V_B =20 sm/s C) V_B =80 sm/s D) V_B =40 sm/s

Uchinchi toifaga hisob-kitob ishlari, tenglamalar tuzish orqali yechiladigan test-masalalar kiradi. Ushbu tipdagi test-masalani hal qilish uchun talaba mavzuni nazariy jihatdan chuqur egallagan bo‘lishi, olingan bilimlarni amalda qo‘llashni uddalashi lozim. Ushbu toifaga doir masala keltiramiz.

5. Test-masala. *AC* balka shakl tekisligida *A* nuqtada gorizontal sterjen bilan devorga mahkamlangan, *B* nuqtasida esa vertikal sterjen bilan yuqoriga tortib mahkamlangan, *C* nuqtada esa vertikal sterjen bilan yerga mahkamlangan va unga qo‘yilgan kuchlar sistemasi ta’sirida muvozanatda turadi (5-shakl). Balkaga uning chap uchidan $a=2\ m$ masofada $\alpha=60^0$ burchak ostida $F=20\ kN$ kuchi, vertikal pastga yo‘nalgan $P=10\ kN$ kuchi o‘ng uchidan $a=2\ m$ masofada ta’sir qiladi. Kuchlar qo‘yilish nuqtalari va masofalar 5-shaklda ko‘rsatilgan. Balkaning *C* nuqtasidagi reaksiya kuchi miqdori to‘g‘ri ko‘rsatilgan qatorni belgilang.

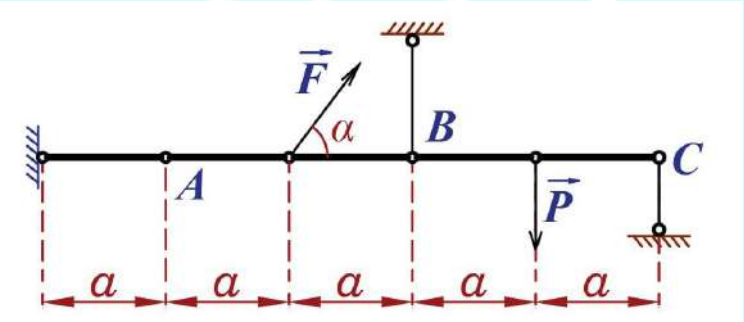
A). $5(1+\sqrt{3})$

B). 9

C). $10(1+\sqrt{2})$

D). 16

ISSN 3030-3907



5-shakl

Nazariy mexanika fani mashg‘ulotlarida test-masalalardan foydalanish uchun kafedra professor-o‘qituvchilari tomonidan oldindan tayyorgarlik ishlari olib borilishi kerak. Kafedrada professor-o‘qituvchilari tomonidan test-masalalar banki shakllantirilgan va doimiy ravishda yangilanib, takomillashtirilib borilishi kerak. Ana shularni e’tiborga olib, test-masalaladan foydalanishda quyidagilarga e'tibor berish kerak:

- fanga doir test-masalalar bankini mavzular bo‘yicha kengaytirib tuzib olish kerak.

- test-masalalar bankini fanning har bir mavzusi, bobi va bo‘lagi uchun aloxida tuzib olish kerak.

- mavzularga tegishli ta’riflarga, kattaliklarga bag‘ishlangan va osonroq yechiladigan test-masalalar bankini ham tuzib olish kerak.

- fan mavzulariga tegishli , mantiqiy fikrlashga undaydigan, tenglamalar tuzib yechimi topiladigan test-masalalar banki ham alohida shakllantirilib olinadi.

- fan mavzusini o‘zlashtirganlik darajasini aniqlash uchun 5-10 ta test-masaladan iborat jadvallar variantlarini kamida gurux talabalari soniga teng qilib tuzib olish kerak.

- oraliq nazoratni baxolash uchun talabalarga 10-15 ta test-masalalardan iborat jadvallar varianti professor-o‘qituvchi tomonidan oldindan tuzib olinadi.

- yakuniy nazorat baholashini o‘tkazish uchun 15-20 ta test-masalalardan iborat jadvallar tuzib olish tavsiya etiladi.

- test-masalalar banki namunalari va ularni yechish va bajarish tartibi kafedra saytida muntazam e'lon qilib borilishi kerak.

- har bir o‘quv yilida test-masalalarlar banki yangilanib borishi kerak.

O‘rni kelganda ta’kidlash lozimki, ushbu maqolada keltirilgan barcha test-masalalar muallif tomonidan tuzib chiqilgan. Nazariy mexanika fani barcha mavzularini qamrab olgan test-masalalar to‘plami ustidagi izlanishlar yakuniy bisqichga kirgan.

Xulosa qilib aytganda, nazariy mexanika fanidan o‘tkaziladigan ma’ruza va amaliy mashg‘ulotilarida test-masalalardan foydalanish orqali talabalarning bilim darajasi sifat jixatidan oshadi, ularning mushoxada qilish qobiliyati kengayadi, kattaliklarni taqqoslash va bo‘laklarga ajratish hissi shakllanadi, avvalo mavzuni,

ISSN 3030-3907

keyinchalik esa bobni, undan so‘ng fanni bir butun va bo‘laklar vositasida tasvirlash va tasavvur etish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Bu xolatlarning barchasi ohir-oqibatda talaba bilim darajasini oshirishga olib keladi.

Talabalarga nazariy mexanika fanidan ma’ruza, amaliy mashg‘ulot darslarini o‘tkazish jarayonida test-masalalardan foydalanib o‘qitish natijasida talabalar bilim darajasi sezilarli darajada oshganligi o‘tkazilgan pedagogic tajribalarda kuzatildi. Demak, test-masalalardan dars jarayonida foydalanish orqali talabalar bilimi darajasini oshirish mumkinligi ko‘rsatildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Mahmudov, Z. (2021). Application Of Venn Diagrams In Lectures On Theoretical Mechanics. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT) Vol*, *24*, 219-222.
2. Sotivoldievich, Z. M. (2021). A Way To Increase Students Activity In The Organization Of Lectures. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT) Vol*, *25*, 90.
3. Sotivoldievich, Z. M. (2021). A Method of Assessing Students' Knowledge in Practical Classes. *Design Engineering*, 9573-9578.
4. Sotivoldievich, M. Z. (2022). The use of venn diagrams in independent study of theoretical mechanics. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL SCIENCE & INTERDISCIPLINARY RESEARCH ISSN: 2277-3630 Impact factor: 7.429*, *11*, 192-197.
5. Sotivoldievich, M. Z. (2024). USING THE POSSIBILITIES OF THE CONFUSION LOGIC CHAIN METHOD IN ASSESSING STUDENTS'KNOWLEDGE. *INTERNATIONAL JOURNAL OF EUROPEAN RESEARCH OUTPUT*, *3*(5), 165-174.
6. Sotivoldievich, M. Z. (2024). FROM THE EXPERIENCE OF MAKING MULTIPLE OPTION PROBLEMS ON THE DEPARTMENT OF STATICS OF THEORETICAL MECHANICS. *INTERNATIONAL JOURNAL OF EUROPEAN RESEARCH OUTPUT*, *3*(5),
7. Sotivoldievich, M. Z. (2024). COMPOSITION OF MULTIPLE OPTION PROBLEMS ON THEORETICAL MECHANICS. *INTERNATIONAL JOURNAL OF EUROPEAN RESEARCH OUTPUT*, *3*(5), 187-195.
8. . Z.S.Maxmudov. “Nazariy mexanika”, darslik. Toshkent, 2025, “SUNRIZE-PRINT” , 526 b.
9. Z.S.Maxmudov. “Mexanikadan masala va topshiriqlar to‘plami (Nazariy mexanika kinematika bo‘limi)”, Toshkent, 2024, “SUNRIZE-PRINT” 160 b.
10. Z.S.Maxmudov. “Mexanikadan masala va topshiriqlar to‘plami (Nazariy mexanika statika bo‘limi)”, Toshkent, 2024, “SUNRIZE-PRINT” 196 b.

ISSN 3030-3907

TIBBIY ABORTDAN KEYINGI METABOLIK SINDROMNING OLDINI OLISH

Najimova Nazokat Farxodovna
Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti 3-son Akusherlik va ginekologiya kafedrasi assistenti
Rayimjanova Kamilla Farxodovna
***Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti* II kurs magistratura rezidenti**
Samarqand shahar, O`zbekiston.

Annotatsiya. Yuqori va past xavf guruhlariga bo‘lingan 300 ayol ishtirokidagi istiqbolli tadqiqot abortdan keyin metabolik sindromning rivojlanishini aniqladi. Tadqiqotda hayz ko‘rish sikli, holat va shaxsiyat xavotiri, shuningdek, uglevod va lipid metabolizmini hamda zardob oksidlovchi faolligini tavsiflovchi biokimyoviy parametrlar baholandi. Metabolik kasalliklarni tuzatishda magnit lazer terapiyasining samaradorligi tahlili taqdim etildi. Abort qilayotgan ayollar uchun boshqaruv algoritmi taklif qilindi.

Kalit so‘zlar: abort, metabolik sindrom, magnit lazer terapiyasi.

Аннотация. По данным проспективного исследования у 300 женщин, распределенных на группы высокого и низкого риска развития метаболического синдрома, после аборта прослеживается развитие данного синдрома. В ходе исследования оценивали менструальный цикл, уровень ситуативной и личностной тревожности, биохимические показатели, характеризующие углеводный, жировой обмен и окислительную активность сыворотки крови. Представлен анализ эффективности использования магнитолазеротерапии в коррекции метаболических нарушений. Предложен алгоритм ведения женщин, поступивших на искусственное прерывание беременности.

Ключевые слова: аборт, метаболический синдром, магнитолазеротерапия.

Annotation. A prospective study of 300 women, divided into high- and low-risk groups, identified the development of metabolic syndrome after an abortion. The study assessed the menstrual cycle, state and personality anxiety, and biochemical parameters characterizing carbohydrate and lipid metabolism and serum oxidative activity. An analysis of the effectiveness of magnetic laser therapy in correcting metabolic disorders is presented. A management algorithm for women undergoing abortion is proposed.

Key words: abortion, metabolic syndrome, magnetic laser therapy.

Kirish

Klinik amaliyotda ayollarda hayz ko‘rish va reproduktiv disfunktsiya ko‘pincha metabolik kasalliklar majmuasi bilan birga keladi [7, 14, 16]. Bu ko‘pincha bemorning mavjud kasalliklarning rivojlanishiga turtki beradigan

ISSN 3030-3907

ma'lum bir hayot hodisasi bilan anamnestik aloqasi bilan bog‘liq. Metabolik kasalliklar va reproduktiv disfunktsiyaga olib keladigan bunday sabablardan biri homiladorlikning so‘ralgan holda tugashidir [8, 11-13, 17-19].

Abortning salbiy oqibatlari va reproduktiv funktsiyani saqlab qolishning ahamiyati abortdan keyin metabolik kasalliklarning oldini olish va ularni erta tuzatishni dolzarb masalaga aylantiradi. Oldindan shakllangan jismoniy omillar metabolik sindromni (MS) davolashda muhim rol o‘ynaydi. Lazer terapiyasi zamonaviy fizioterapiya usuli hisoblanadi [3, 5, 9]. Uning ta'sir mexanizmlarining ko‘p qirraliligi, protseduralarning invaziv bo‘lmagan tabiati va kam yon ta'siri ushbu usulni abortdan keyin ayollarni kompleks reabilitatsiya qilishda qo‘llash imkoniyatiga ega ekanligidan dalolat beradi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi abortdan keyingi davrda magnit lazer terapiyasidan foydalanish samaradorligini baholash va homiladorlikni sun'iy ravishda to‘xtatayotgan ayollarda metabolik kasalliklar ko‘rinishidagi uzoq muddatli asoratlar paydo bo‘lishini kamaytirishga qaratilgan chora-tadbirlarni ishlab chiqish edi.

Tadqiqot materiallari va usullari.

Prospektiv tadqiqotda 18 yoshdan 42 yoshgacha bo‘lgan, sun'iy abort qilgan (homiladorlikning 6-12 haftasi) 300 nafar sog‘lom homilador ayollar ishtirok etdi. Ulardan 209 nafarida MS rivojlanish xavfi yuqori, 91 nafarida esa xavf past edi. Yuqori xavf ostida bo‘lgan ayollarda MS rivojlanishining oldini olish uchun magnit lazer terapiyasi (MILTA) va uning metabolik kasalliklarni tuzatishning an'anaviy usullari bilan kombinatsiyasi qo‘llanildi. MS rivojlanish xavfi yuqori bo‘lgan ayollar guruhlarga bo‘lingan: 1-guruh - magnit lazer terapiyasini olgan 65 ayol; 2-guruh - an'anaviy MS terapiyasi bilan birgalikda magnit lazer terapiyasini olgan 69 ayol; 3-guruh - davolanmagan 75 ayol (taqqoslash guruhi). MS rivojlanish xavfi past bo‘lgan ayollar ham guruhlarga bo‘lingan: 4-guruh - magnit lazer terapiyasini olgan 51 ayol va 5-guruh - davolanmagan 40 ayol (nazorat guruhi). Tadqiqotda har bir guruh o‘rtasida va ichidagi tadqiqot parametrlari vaqt o‘tishi bilan (homiladorlik tugashidan oldin va keyin 18 oy) taqqoslandi.

Tadqiqot uchun istisno mezonlari quyidagilarni o‘z ichiga oldi: MS uchun shubhali diagnostika parametrlarining mavjudligi; homiladorlikdan oldin neyroendokrin kasalliklarga chalingan, shuningdek, tana massasi indeksi 30 kg/m2 dan yuqori bo‘lgan bemorlar; tizimli endokrin kasalliklar, og‘ir va dekompensatsiyalangan ekstragenital patologiya, ginekologik kasalliklarning aniq shakllari bilan og‘rigan ayollar; yangi homilador ayollar, shuningdek, tahlil qilingan davrda jarrohlik yoki ginekologik operatsiyalar va aralashuvlarni boshdan kechirgan bemorlar. Tadqiqot va nazorat guruhlarida umumiy somatik va ginekologik kasallanish bir xil edi.

ISSN 3030-3907

MS tashxisi JSST tavsiyalariga muvofiq qo‘yildi [1, 15]. Faqat MS ning mavjudligi yoki yo‘qligi uning namoyon bo‘lish darajasini baholamasdan qayd etildi.

Tadqiqotda hayz ko‘rishning chastotasi, intensivligi va davomiyligi, shuningdek, hayz ko‘rish paytida bir vaqtning o‘zida kuzatiladigan klinik alomatlarning mavjudligi baholandi. Vaziyat va shaxsiy xavotir darajasi ham aniqlandi [4]. Qon biokimyoviy parametrlarini (xolesterin, yuqori va past zichlikdagi lipoproteinlar - mos ravishda HDL va LDL, triglitseridlar, kreatinin, och qoringa qon glyukozasi va standart glyukoza bardoshlik testi) baholash uchun Labsystems kompaniyasining FP-901-M yarim avtomatlashtirilgan analitik tizimi ishlatilgan. Qon zardobida lipid peroksidlanish parametrlari o‘rganildi: katalaza faolligi, superoksid dismutaza va malondialdegid va dien konjugatlarining miqdori [2, 6, 10].

Statistik tahlil uchun Windows 3.0 versiyasi uchun Statgraphics Plus va Windows 6.0 versiyasi uchun Statistica ishlatilgan. Tavsiflovchi statistika qo‘llanildi va taqqoslangan guruhlar o‘rtasidagi ko‘rsatkichlardagi farqlarning ahamiyati Student t-testi yordamida aniqlandi.

MS ni amalga oshirishning oldini olishga qaratilgan usullar

Magnit lazer terapiyasi. Tadqiqotda MILTA-F-8-01 va Istok qurilmalari tomonidan ishlab chiqarilgan kam energiyali lazer ishlatilgan. Lazer terapiyasi usullari quyidagilarni o‘z ichiga olgan:

1. Vena ichiga qon bilan nurlantirish (geliy-neon lazer). 1,5 Vt quvvatda, 15 daqiqalik ta'sir qilish, har ikki kunda, 10 seans davomida.

2. Bo‘yindagi asab va qon tomir bog‘lamlarini nurlantirish. 4 Vt quvvatda va 500 Gts puls chastotasida, har bir nuqtada 15 soniyali ta'sir qilish, har ikki kunda, 10 seans davomida.

3. Burun ichiga nurlantirish (geliy-neon lazer). Har ikki tomonga 0,02 J/sm² dozada, puls chastotasi 80 Gts, 10 daqiqalik seans, har kuni 8 seans davomida.

Jami 4 ta fizioterapiya kursi o‘tkazildi: dastlabki tashrifda, 3, 6 va 18 oydan keyin.

MS ni davolashda qo‘llaniladigan an'anaviy terapiya quyidagilarni o‘z ichiga oldi: faollik turini hisobga olgan holda ratsiondagi energiya iste'moli va mikroelementlar balansini kuzatish va kunlik kaloriya iste'molini hisoblash; aerob nafas olishning ko‘payishi bilan birga jismoniy faollikni oshirish (suzish havzasi); fizioterapiya (B1 va B6 vitaminlari bilan endonazal galvanizatsiya); multivitaminlar va mikroelementlar kompleksi (Centrum) va sedativlar (valerian). Gormonal dorilar, anorektiklar va termoinduktorlar buyurilmagan.

Tadqiqot natijalari va muhokama

Magnit lazer terapiyasining asosiy ko‘rsatkich - hayz ko‘rish siklining muntazamligiga ijobiy ta'siri aniqlandi. Profilaktik davolanish olmagan MS uchun

ISSN 3030-3907

yuqori xavf ostida bo‘lgan bemorlarda abortdan keyin hayz ko‘rishning buzilishi 53,3% ga ko‘proq qayd etilgan (abortdan oldin ayollarning 38,7% va abortdan keyin 92%). Alohida magnit lazer terapiyasi bilan bunday shikoyatlar chastotasi atigi 24,6% ga oshdi (32,3 dan 56,9% gacha), profilaktik choralar kombinatsiyasini olgan ayollarda esa hayz ko‘rishning buzilishi chastotasi atigi 11,6% ga oshdi (36,2 dan 47,8% gacha). Abortdan 18 oy o‘tgach, magnit lazer terapiyasini olgan ayollarda hayz ko‘rishning buzilishi chastotasi davolanmaganlarga qaraganda 38,2% ga va kombinatsiyalangan davolanishni olganlarda 48% ga past ekanligini aniqladik. Davolash fonida 28-30 kunlik tsiklning o‘rnatilishi, hayz ko‘rish davomiyligining o‘rtacha hisoblanishi va hayz ko‘rish paytida yo‘qotilgan qon hajmining normallashishi qayd etildi.

MILTA dan foydalanish paytida ayollarning hissiy va xulq-atvor sohasida o‘zgarishlar kuzatiladi. Izolyatsiya qilingan magnit lazer terapiyasi ST darajasini 16,8% ga kamaytiradi (1-guruhda 30,2 ± 6,8 ball va 3-guruhda 36,3 ± 7,1 ball, an'anaviy davolash bilan birgalikda ST ni 3-guruhdagi ST ga nisbatan 15,7% ga oshiradi (mos ravishda 2-va 3-guruhlarda 42,0 ± 7,9 va 36,3 ± 7,1 ball), ya'ni magnit lazer terapiyasi ST darajasini pasaytirishda murakkab davolashga qaraganda samaraliroq ($p < 0,05$). 2-guruh bemorlarida doimiy xavotir darajasining oshishi uglevodlar va yog‘lar miqdori kam bo‘lgan parhezga uzoq muddatli rioya qilish zarurati bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin, bu esa endorfinlar va enkefalinlarning boshlang‘ich darajasining pasayishiga olib keladi va nevrotik kasalliklarga olib keladi.

LT darajasi barqarorroq va izolyatsiya qilingan lazer terapiyasi ta'siriga kamroq moyil bo‘ladi. Biroq, magnit lazer terapiyasi kamaytiruvchi parhez bilan birlashtirilganda, LH darajasining oshishiga moyillik ham kuzatiladi (1-guruhda 40,1±6,9 ball, 2-guruhda 44,7±7,2 ball, 3-guruhda 39,0±5,9 ball, 4-guruhda 34,8±6,2 ball va 5-guruhda 29,9±5,0 ball).

Magnit lazer terapiyasining psixoemotsional sohaga ijobiy ta'siri MS rivojlanish xavfi past bo‘lgan guruhlarda yaqqol ko‘rinib turibdi. 4-guruhda ST va LT ning 5-guruhdagi o‘xshash ko‘rsatkichlarga nisbatan mos ravishda 7% va 7,5% ga kamayishi aniqlandi. Ushbu ma'lumotlar lazer terapiyasining ayol psixikasiga taklif qiluvchi va neyrotransmitter vositachiligidagi ta'sirini ko‘rsatadi.

Biokimyoviy parametrlarni baholashda, ayniqsa glyukoza bardoshlik testidan so‘ng (1 va 2-guruhlarda mos ravishda 15,5 va 17,2%), och qoringa glyukoza darajasining pasayishi kuzatildi (1-guruhda 9,4% ga va 2-guruhda 12,2% ga). Ro‘za tutish va ovqatdan keyingi glyukoza darajasi 1-guruhda 4,81±0,40 va 7,79±1,41 mmol/l, 2-guruhda 4,66±0,47 va 7,63±1,39 mmol/l, 3-guruhda 5,31±0,64 va 9,22±1,34 mmol/l ni tashkil etdi. Profilaktik terapiya fonida umumiy xolesterin konsentratsiyasi 7,7 va 8,4% ga (guruhlarda mos ravishda 4,53±0,22;

ISSN 3030-3907

4,50±0,26 va 4,91±0,20 mmol/l), LDL esa 14,2 va 16,2% ga (1–3-guruhlarda mos ravishda 3,39±0,18; 3,31±0,16 va 3,95±0,15 mmol/l) kamaydi. Magnit lazer terapiyasi va kompleks davolash angioprotektiv xususiyatlarga ega bo‘lgan HDL konsentratsiyasining 9,6 va 11,2% ga (1,37±0,11; 1,39±0,10 va 1,25±0,14 mmol/l) oshishiga va 1-guruhda triglitseridlarning 8,2% ga (1,91±0,17 mmol/l), 2-guruhda esa 13,5% ga (1,80±0,15 mmol/l) pasayishiga olib keldi, bu 3-guruhga (2,08±0,21 mmol/l) nisbatan kuzatildi.

Ko‘rsatilgan dinamika 1 va 3-guruhlar o‘rtasida yuklamadan keyingi glyukoza, xolesterin kabi parametrlar uchun $p<0,05$ va LDL darajasi uchun $p<0,01$ bilan aniqlandi; 2 va 3-guruhlar o‘rtasida och qoringa glyukoza, xolesterin, HDL va triglitseridlar kabi parametrlar uchun $p<0,05$ va yuklamadan keyingi glyukoza va LDL darajasi uchun $p<0,01$ bilan.

MS rivojlanish xavfi past bo‘lgan ayollarda magnit lazer terapiyasi paytida biokimyoviy parametrlarda hech qanday o‘zgarishlar bo‘lmaganligi aniqlandi.

Uglevod va yog 'almashinuviga ta'siri, ehtimol, ikkita mexanizm orqali sodir bo‘ladi: metabolik faollashuv va to‘qima retseptorlari va gipotalamus tuzilmalari orqali tartibga soluvchi ta'sirlar. Birinchisi yog 'kislotalari va glyukozaning faol "yonishiga" olib keladi, ikkinchisi esa insulin qarshiligining pasayishiga olib keladi. Biokimyoviy parametrlarni to‘g‘irlashning chuqurroq biologik mexanizmlari mumkin, masalan, kortizol vositasida oqsil katabolizmini inhibe qilish, glyukoneogenez va yog 'kislotalari sintezining pasayishi va jinsiy steroidlar sintezining oshishi bilan xolesterin iste'molining ko‘payishi.

MS rivojlanish xavfi yuqori bo‘lgan ayollarda, erkin radikal oksidlanish mexanizmlariga dastlabki (abortdan oldingi) stressga qaramay, magnit lazer terapiyasi antioksidant fermentlarning sezilarli darajada faollashishi shaklida ijobiy terapevtik ta'sir ko‘rsatishi aniqlandi. Lazer terapiyasi o‘tkazilgan 1, 2 va 4-guruhlardagi katalaza darajasi 5-guruhga qaraganda yuqoriroq ($p < 0,05$) edi. Shuningdek, lazer terapiyasi muolajalari paytida superoksid dismutaza darajasi oshdi (1 va 2-guruhlarning ko‘rsatkichlaridagi farq $p < 0,05$ bo‘lgan 5-guruhga nisbatan). 3-guruh bilan antioksidant fermentlar qiymatlaridagi farqlar ahamiyatsiz, ammo bu holda taqqoslash unchalik foydali emas, chunki yuqorida ta'kidlanganidek, 3-guruhda erkin radikal oksidlanish mahsulotlarining sezilarli darajada oshishi fonida (fermentativ faollikning dekompensatsiyasi bilan) fermentlarning antioksidant faolligida biroz o‘sish kuzatildi.

Magnit lazer terapiyasi fonida katalaza va superoksid dismutaza konsentratsiyasining ortishi lipid peroksidlanish mahsulotlarining kamayishi bilan birga keldi: 2-guruhda 3-guruhga nisbatan malondialdegid va 1 va 2-guruhlarda 3-guruhga nisbatan dien konjugatlari.

ISSN 3030-3907

MS rivojlanish xavfi past bo‘lgan ayollarda malondialdegid dien konjugatlari darajasi magnit lazer terapiyasidan keyin o‘zgarmaganligi, ammo katalaza darajasi sezilarli darajada oshgani - 4-guruhda 60,11±14,27 nmol/(ml·min) gacha, 5-guruhdagi 45,22±13,01 nmol/(ml·min) ga nisbatan ($p<0,05$).

Shunday qilib, magnit lazer terapiyasi sog‘lom ayollarda ham lipid peroksidlanish jarayonlarini faollashtiradi, ammo antioksidant fermentlarni faollashtirish orqali kompensator mexanizmlar tezda ishga tushiriladi, natijada organizmda oksidlovchi muvozanat hosil bo‘ladi.

Lazer terapiyasi paytida to‘qimalarning fotobioaktivatsiyasi, ehtimol, singlet kislorod shaklida eng kam tajovuzkor erkin radikallarning ishlab chiqarilishi bilan birga keladi, bu minimal zarar yetkazsa-da, endogen antioksidant himoyasini samarali ravishda rag‘batlantiradi. Bundan tashqari, lazer terapiyasi, erkin radikallarning shakllanishi bilan birga, boshqa sanogenetik mexanizmlarni ham ishga tushiradi. Ulardan biri elektronlarning boshqa orbitalarga o‘tishi bo‘lib, butun molekulyar kompleksni faollashtiradi, bu fermentlar, retseptorlar faolligining o‘zgarishi va sezuvchanlik chegarasi sifatida namoyon bo‘lishi mumkin.

Kuzatuvning 18-oyida klinik alomatlarni baholash homiladorlikni sun'iy ravishda to‘xtatishdan keyin metabolik sindrom rivojlangan bemorlarni aniqlash imkonini berdi. Yuqori xavf guruhida metabolik sindrom 65 bemorning 38 tasida (58,5%), 2-guruhda 69 bemorning 37 tasida (53,6%) va 3-guruhda 75 bemorning 69 tasida (92%) tashxis qo‘yilgan. Past xavf guruhida metabolik kasalliklar atigi uchta holatda rivojlangan, ulardan biri magnit lazer terapiyasi bilan bog‘liq edi.

Ayol tibbiy muassasada abort qilishni so‘raganida, tibbiy psixolog bilan maslahatlashuv zarur. Ikkinchi bosqich - akusher/ginekolog bilan suhbat bo‘lib, uning davomida shifokor bemorni quyidagi xavf guruhlaridan biriga ajratadi:

1. Yallig‘lanish kasalliklari rivojlanishi uchun yuqori xavf guruhi.

Mezonlar: surunkali infeksiyalar, o‘tkir bakterial va virusli infeksiyalar, jinsiy yo‘l bilan yuqadigan kasalliklar, yuqori infeksiya indeksi, shuningdek, tez-tez jarrohlik aralashuvlar va boshqalar.

2. Neyroendokrin kasalliklar rivojlanishi uchun yuqori xavf guruhi.

Bemorlarning ushbu guruhga kiritilishi taklif qilingan asl matematik model yordamida aniqlanadi. Mezonlarga quyidagilar kiradi: hayz ko‘rishning buzilishi, hirsutizm, homiladorlik soni, menarxe yoshi, infeksiya indeksi, ortiqcha tana vazni, qon bosimi va boshqalar.

3. Abortdan keyin asoratlar rivojlanishi uchun past xavf guruhi.

Operatsiyadan oldin mikrobial omillar va psixologik stressning muhim rolini hisobga olgan holda, barcha bemorlar vaginal dezinfektsiya, sedativ vositalar va psixoterapiya kabi preinvaziv antibiotik profilaktikasi kursidan o‘tadilar. Sun'iy abortdan so‘ng, asoratlar xavfi past bo‘lgan ayollar standart choralarni, jumladan,

ISSN 3030-3907

og‘iz orqali qabul qilinadigan gemostatik vositalarni (qichitqi o‘t damlamasi), kaltsiy qo‘shimchalarini va og‘iz orqali qabul qilinadigan kontratseptivlarni oladilar. Tos a'zolarining yallig‘lanish kasalliklari rivojlanish xavfi yuqori bo‘lgan bemorlarga standart choralardan tashqari, 5-6 kun davomida antibakterial va antimikrobiyal vositalarni qabul qilish tavsiya etiladi. Metabolik va neyroendokrin kasalliklar rivojlanish xavfi yuqori bo‘lgan ayollarga magnit lazer terapiyasi, sedativ vositalar, antioksidantlar, vazn yo‘qotish uchun parhez, etarli jismoniy mashqlar va xulq-atvor terapiyasini o‘z ichiga olgan kompleks profilaktik terapiya buyuriladi. Metabolik kasalliklarning oldini olish 1-2 yil davomida davom ettirilishi kerak. Keyin ular MS ni tashxislashning eng ko‘rsatkichli, tejamkor va qulay usuli bo‘lgan glyukoza bardoshlik testidan o‘tadilar. Agar bemorlarda hayz ko‘rish tartibsizliklari yoki vazn ortishi kuzatilsa, skrining 12 oydan oldinroq o‘tkazilishi mumkin.

Agar qonda glyukoza darajasi normal bo‘lsa va klinik alomatlar bo‘lmasa, bemor odatdagi ambulatoriya kuzatuv rejimiga o‘tkaziladi. Agar glyukoza darajasi ko‘tarilsa yoki MS ning boshqa klinik belgilari mavjud bo‘lsa, ayol tashxisni aniqlashtirish va davolash rejasini ishlab chiqish uchun endokrinolog bilan maslahatlashuvni o‘z ichiga olgan holda batafsilroq tekshiruvdan o‘tishi kerak.

Taklif qilingan algoritmdan foydalanish yuqori xavfli bemorlarni o‘z vaqtida aniqlash va ularga profilaktika terapiyasini o‘tkazish imkonini beradi, shu bilan abortdan keyin ham yallig‘lanishli genital kasalliklar, ham MS ning aniq shakllari rivojlanishining oldini oladi.

Xulosalar.

1. Biz taklif qilgan usuldan foydalangan holda magnit lazer terapiyasi yuqori xavf ostida bo‘lgan ayollarning 33,5 foizida abortdan keyin metabolik sindrom rivojlanishining oldini oladi. Magnit lazer terapiyasining parhez ovqatlanishi, jismoniy faollikni oshirish, multivitaminlar (antioksidantlar) va mikroelementlar hamda boshqa fizioterapiya bilan birgalikda metabolik sindrom rivojlanish xavfi yuqori bo‘lgan ayollarning 38,4 foizida sun'iy abortdan keyin metabolik kasalliklar rivojlanishining oldini oladi.

2. Abort qilishni istagan ayollarni boshqarish uchun taklif qilingan algoritm abortdan keyin asoratlar xavfi yuqori bo‘lgan bemorlarni o‘z vaqtida aniqlash, ularni dinamik monitoring qilish va metabolik kasalliklarning paydo bo‘lishini kamaytirish uchun oldindan shakllangan jismoniy omillardan foydalangan holda etarli profilaktika qilish imkonini beradi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Беляков Н.А. и др. Метаболический синдром у женщин (Патофизиология и клиника). — СПб.: Издательский дом СПбМАПО, 2005.

ISSN 3030-3907

2. Гуревич В.С., Конторщикова К.Н., Шатилина Л.В. Сравнительный анализ двух методов определения активности супероксиддисмутазы // Лаб. дело. — 1990. — № 4. — С.44—47.
3. Дамиров М.М. Лазерные, криогенные и радиоволновые технологии в гинекологии. — М.: ООО «БИНОМ-Пресс», 2004.
4. Елисеев О.П. Практикум по психологии личности. — СПб.: «Питер». 2007.
5. Зубкова С.М. Антиоксидантные и биоэнергетические эффекты лазерной терапии //Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. — 2003. –№ 3. — С. 3—12.
6. Королюк М.А. и др. Метод определения активности каталазы // Лаб. дело. — 1988. — № 1. — С.16—19.
7. Подзолкова Н.М., Подзолков В.И. Метаболический синдром у женщин: две грани единой проблемы // Акуш. и гин. — 2003. — № 6. — С. 28—33.
8. Прилепская В.Н., Цаллагова Е.В. Патогенетические аспекты ожирения и нарушения репродуктивной функции женщины // Акуш. и гин. — 2006. — № 5. — С.24—28.
9. Серов В.Н., Силантьева Е.С., Ипатова М.В., жаров Е.В. Безопасность физиотерапии у гинекологических больных // Акуш. и гин. — 2007. — № 3. — С. 74—78.
10. Современные методы в биохимии /Под ред. В.Н. Ореховича. — М.: «Медицина», 1997.
11. Фролова О.Г. и др. Аборт (медико-социальные и клинические аспекты). — М.: «Триада-Х», 2003.
12. Юсупова А.Н. Аборты в России / Под ред. В.Ю. Альбицкого. — М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004.
13. Бессен Д.Г., Кушнер Р. Избыточный вес и ожирение. Пер с англ. — М.: ЗАО «Издательство БИНОМ», 2004.
14. Bjontorp P., Rosmond R. The metabolic syndrome — a neuroendocrine disorder? // Br. J. Nutr. — 2000. — Vol. 83. (Suppl. 1). — P. 49—57.
15. Das U.N. Metabolic syndrome X: an inflammatory condition? // Curr. Hypertens. ReP. — 2004. — Vol. 6. — P. 66—73.
16. Jiac W.P., Xiang K.S., Chen L. et al. Epidemiological study on obesity and its comorbidities in urban Chinese older than 20 years of age in Shanghai, China // Obes. Rev. — 2002. — Vol. 3. — P. 157—165.
17. Pankow J.S., Jacobs D.R., Steinberger J. et al. Insulin resistance and cardiovascular disease risk factors in children of parents with the insulin resistance (metabolic) syndrome // Diabetes Care. — 2004. — Vol. 27, № 3. — P. 775—780.
18. Skrha J., Haas T., Sindelka G. et al. Comparison of the insulin action parameters from hyperinsulinemic clamps with homeostasis model assessment and

ISSN 3030-3907

QUICKI indexes in subjects with different endocrine disorders // J. Clin. Endocninol. Metab. — 2004. — Vol. 89, № 1. — P. 135—141.
19. Zimmet P., Alberti K.G., Shaw J. Global and societal implications of the diabetes epidemic // Nature. — 2001. — Vol. 414. — P. 782—787.

ISSN 3030-3907

РЕНТГЕНОВСКИЕ ЛУЧИ И СОВРЕМЕННАЯ МЕДИЦИНА: РОЛЬ В ДИАГНОСТИКЕ

Солеева Райхона
Студентка Самаркандского государственного медицинского университета
Шукурлаева Диёра
Студентка Самаркандского государственного медицинского университета
Юлдашева Жасмина
Студентка Самаркандского государственного медицинского университета
Бахронова Райхона
Студентка Самаркандского государственного медицинского университета
Научный руководитель: старший преподаватель, кандидат экономических наук
Вахидов Аликули Мелитошевич
Самаркандский государственный медицинский университет

Abstract. This article explores the role of X-rays in modern medicine, including their physical principles, diagnostic applications, and safety considerations. Imaging techniques such as radiography, computed tomography (CT), and angiography enable accurate visualization of internal anatomical structures without invasive procedures. Digital X-ray systems provide enhanced image quality, reduced radiation exposure, and faster diagnostic workflow. The study also addresses the biological effects of ionizing radiation, associated risks, and protective measures to ensure patient and medical staff safety. The rational use of modern X-ray technologies contributes to improved diagnostic accuracy and enhanced patient safety in clinical practice.

Keywords: X-rays, diagnostics, ionizing radiation, computed tomography, angiography, radiation safety.

Аннотация. В данной статье рассматривается роль рентгеновских лучей в современной медицине, их физические основы, области применения и меры безопасности. Показано, что такие методы визуализации, как рентгенография, компьютерная томография и ангиография, позволяют получать точные изображения внутренних структур организма без инвазивного вмешательства. Цифровые рентгеновские технологии обеспечивают более высокое качество изображений, снижают уровень облучения и ускоряют процесс диагностики. Особое внимание уделено биологическому воздействию ионизирующего излучения, потенциальным

ISSN 3030-3907

рискам и методам защиты пациентов и медицинского персонала. Рациональное использование современных рентгеновских систем способствует повышению точности диагностики и улучшению безопасности пациентов.

Ключевые слова: рентгеновские лучи, диагностика, ионизирующее излучение, компьютерная томография, ангиография, радиационная безопасность.

Annotatsiya. Ushbu maqolada rentgen nurlarining zamonaviy tibbiyotdagi o‘rni, ularning fizik asoslari, qo‘llanilishi va xavfsizlik choralari ko‘rib chiqiladi. Rentgenografiya, kompyuter tomografiyasi va angiografiya kabi tasvirlash usullari invaziv aralashuvsiz tananing ichki tuzilmalarini aniq tasvirlash imkonini berishi ko‘rsatilgan. Raqamli rentgen texnologiyasi tasvirlarning yuqori sifatini ta'minlaydi, nurlanish darajasini pasaytiradi va diagnostika jarayonini tezlashtiradi. Ionlashtiruvchi nurlanishning biologik ta'siriga, potentsial xavflarga va bemorlar va tibbiyot xodimlarini himoya qilish usullariga alohida e'tibor qaratiladi. Zamonaviy rentgen tizimlaridan oqilona foydalanish diagnostika aniqligini oshirishga va bemorlarning xavfsizligini yaxshilashga yordam beradi.

Kalit so‘zlar: rentgen nurlari, diagnostika, ionlashtiruvchi nurlanish, kompyuter tomografiyasi, angiografiya, radiatsiya xavfsizligi.

Введение

В современной медицине технологии визуализации являются важнейшей частью диагностического процесса. Рентгеновские системы, основанные на ионизирующем электромагнитном излучении, играют ключевую роль в раннем выявлении заболеваний, оценке переломов костей, диагностике легочных патологий и изучении изменений в сердечно-сосудистой системе.

Появление рентгенодиагностики связано с открытием Вильгельма Конрада Рентгена в 1895 году. Уже в 1896 году учёный получил первое изображение костей кисти своей супруги, что стало одной из наиболее значимых вех в истории медицины. Сегодня рентгеновские аппараты эволюционировали от аналоговых систем к цифровым, обеспечивающим высокое качество изображения при минимальном уровне облучения и быстрой обработке данных.

В статье рассматриваются физические основы рентгеновского излучения, особенности его применения в диагностике, виды современного оборудования и принципы обеспечения радиационной безопасности.

Обзор литературы

В научной литературе роль рентгеновских лучей в медицинской диагностике изучена достаточно широко. В классических трудах (Рентген,

ISSN 3030-3907

1895; Johns & Cunningham, 1983) подчёркивается, что плотность тканей определяет степень поглощения ионизирующего излучения. Современные исследования (Bushberg, 2012; Seeram, 2015) показывают, что цифровые детекторы повышают качество изображения и снижают лучевую нагрузку.

Исследования в области КТ, ангиографии и цифровой флюороскопии (Hounsfield, 1972; Kalender, 2005) доказывают возможность получения высокоточных 3D-изображений, что значительно расширяет возможности клинической диагностики. В рекомендациях по радиационной безопасности (ICRP, 2007) подчёркивается необходимость минимизации дозовых нагрузок у пациентов и медперсонала.

Методология исследования

При подготовке статьи использованы следующие подходы:

Теоретический анализ

– изучение физических свойств рентгеновских лучей;

– анализ технических характеристик диагностического оборудования.

Сравнительный анализ

– сопоставление традиционных и цифровых рентгеновских систем;

– сравнение различных типов аппаратов: стационарных, мобильных, стоматологических, КТ и др.

Анализ радиационной безопасности

– изучение норм ICRP;

– оценка современных методов защиты пациентов и медперсонала.

Анализ и результаты

1. Механизм работы рентгеновских лучей

В рентгеновском аппарате электроны ускоряются под высоким напряжением и сталкиваются с металлическим анодом, в результате чего возникает ионизирующее излучение. Проходя через тело человека, рентгеновские лучи по-разному поглощаются тканями:

Костная ткань (высокая плотность) - светлая область на снимке.

Мягкие ткани - серые оттенки.

Воздушные полости - тёмные участки.

2. Преимущества цифровых рентгеновских аппаратов

Высокое качество изображений благодаря чувствительным детекторам.

Снижение лучевой нагрузки на 40–70 % по сравнению с плёночной технологией.

Быстрое получение результатов - изображение появляется через несколько секунд.

Цифровое хранение и передача данных (PACS-системы).

ISSN 3030-3907

Использование искусственного интеллекта для выявления патологий (пневмония, опухоли и др.).

3. Основные виды рентгеновских аппаратов

Стационарные цифровые рентген-системы

Мобильные и портативные аппараты

С-дуги (C-Arm) для хирургии

Стоматологические системы (периапикальные, bitewing, окклюзионные)

Маммографы

Ангиографические комплексы

Флюорографические установки

4. Негативное воздействие рентгеновских лучей

Возможные повреждения ДНК

Повышение риска развития онкологических заболеваний

Подавление функции костного мозга

Особая чувствительность плода у беременных женщин

5. Методы защиты от радиации

Свинцовые средства защиты - фартук, воротник, ширмы.

Минимизация дозы - отказ от необоснованных исследований.

Использование современных технологий - цифровые детекторы, контроль доз (дозиметры).

Заключение

Рентгеновские лучи являются одним из наиболее важных и надёжных методов диагностики в современной медицине. Они обеспечивают визуализацию костей, мягких тканей, органов и сосудов с высокой точностью. Переход к цифровым технологиям позволил существенно снизить уровень облучения и улучшить качество изображений.

Несмотря на наличие рисков, связанных с ионизирующим излучением, соблюдение принципов радиационной безопасности и использование защитных средств делает рентгенодиагностику безопасной и эффективной. Современные рентгеновские технологии продолжают развиваться, обеспечивая новые возможности для клинической практики и улучшения здоровья пациентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рентген, В. К. О новом виде лучей. - Мюнхен: Научное общество, 1896.

2. Бушберг, Дж. Т., Зайдель, У.Х., Ленс, Э.М. Физические принципы медицинской визуализации. - М.: МЕДпресс, 2014.

3. Карлтон, Р., Эдлер, М. Основы радиологической визуализации. - СПб.: ЭЛБИ, 2018.

ISSN 3030-3907

4. Синделар, Дж. Компьютерная томография: принципы и применение. - М.: Практика, 2016.
5. Хаддад, М., Баллантайн, Р. Рентгенология в клинической практике. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020.
6. European Commission. Radiation Protection No. 180: Medical Radiation Exposure. - Luxembourg: Publications Office of the EU, 2018.
7. WHO (World Health Organization). Diagnostic imaging in primary care. - Geneva: WHO Press, 2019.
8. Seeram, E. Digital Radiography: Physical Principles and Quality Control. - New York: Springer, 2019.
9. Трухин, В.И. Рентгенология и радиология: учебник. - М.: МЕДпресс-информ, 2021.
10. Гапонов, В.В. Основы радиационной безопасности. - СПб.: Питер, 2017.
11. NCRP (National Council on Radiation Protection and Measurements). Diagnostic Reference Levels in Medical Imaging. - NCRP Report No. 172. - Bethesda, 2018.
12. Voxidov D.A. Tibbiy-biologik masalalarni chiziqli korrelyatsiya usuli yordamida hisoblash. Barqarorlik va yetakchi tadqiqotlar onlayn ilmiy jurnali, 2024-yil 4-aprel. 1–6-b.
13. Voxidov A.M., Voxidov D.A. LearningApps platformasining tibbiyot talabalari bilimini oshirishdagi o‘ziga xos jihatlari. Eurasian Journal of Academic Research, 2024-yil 24-mart, 141–145-b.
14. Voxidov A.M., Voxidov D.A. Oilaviy shifokor mutaxassislarining malakasini oshirish tizimida samarali masofaviy o‘qitishning pedagogik shartlari. TMA Axborotnomasi, 2024-yil 10-may, 36-b.
15. Vokhidova D.N., Usmanova D.D., Khozhimetov D.N. Ishemik miya shikastlanishida HIF-1α ning patogenezdagi roli. Problems of Biology and Medicine, 2020, №1 (116), 214–218-b.
16. Vokhidova D.A., Usmanova D.D., Khodjimetov D.N., Vokhidov A.M. Ishemik insultda molekulyar markerlar: genetik polimorfizmlar va xavf bahosi. American Journal of Medicine and Medical Sciences, 2024, 14(9): 2307–2310-b.
17. Xodjimetov D.N. va boshq. Medulloblastoma neyro-radiologik diagnostikasining zamonaviy usullari. Science and Education, 2024-yil avgust, 5(8): 30–39-b.
18. Xodjimetov D.N. va boshq. Bosh miyada o‘sma bilan og‘rigan bemorlarda intrakranial bosimni ultratovush bilan o‘lchash usulini qo‘llash. Science and Education, 2024-yil avgust, 5(8): 40–49-b.

ISSN 3030-3907

19. Xodjimetov D.N. va boshq. Uch shoxli nerv nevralgiyasini mikrojarrohlik dekompressiyasi samaradorligi: 46 holat tahlili. Science and Education, 2024-yil avgust, 5(8): 22–29-b.
20. Voxidov A.M. Biologiya va tibbiyotda matematik statistika. Yashil iqtisodiyot va taraqqiyot, 2025-yil mart, №3, 271–276-b.

ISSN 3030-3907

УДК 581.14

ERKIN TEBRANISHLAR TUSHUNCHASI VA FIZIK MOHIYATI

Axmedova Umeda Farhod qizi
Buxoro davlat pedagogika instituti 2-bosqich magistranti
E-mail: umidaaxmedova661@gmail.com
Ro‘ziyev To‘lqin Razzoqovich
Buxdupi fizika kafedrasi dotsenti, f.-m.f.f.d. (PhD)., dotsenti
E-mail: ruzievtulqin@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada erkin tebranishlar tushunchasi, ularning fizik mohiyati, matematik ifodasi hamda turli tizimlarda ro‘y berish sabablari keng yoritilgan. Shuningdek, tebranish jarayonining asosiy parametrlari amplituda, davr, chastota va fazaning o‘zaro bog‘lanishi tahlil qilinadi. Erkin tebranishlarning mexanik, elektr va akustik tizimlardagi namoyon bo‘lishi nazariy asosda ko‘rib chiqilib, ularning differensial tenglamalar orqali modellashtirilishi amaliy misollar bilan ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: erkin tebranishlar; mexanik tizim; differensial tenglama; burchak chastota; amplituda; faza burchagi; rezonans; energiya saqlanishi; LC-kontur; elastik kuch; Guk qonuni; Nyuton qonuni; tebranish nazariyasi; barqarorlik tahlili.

Аннотация. В статье дан комплексный обзор понятия свободных колебаний, их физической природы, математического выражения и причин возникновения в различных системах. Проанализирована взаимосвязь между основными параметрами колебательного процесса: амплитудой, периодом, частотой и фазой. Теоретически рассмотрено проявление свободных колебаний в механических, электрических и акустических системах, а также показано их моделирование дифференциальными уравнениями на практических примерах.

Ключевые слова: свободные колебания; механическая система; дифференциальное уравнение; круговая частота; амплитуда; фазовый угол; резонанс; закон сохранения энергии; LC-контур; сила упругости; закон Гука; закон Ньютона; теория колебаний; анализ устойчивости.

Abstract. This article provides a comprehensive overview of the concept of free oscillations, their physical nature, mathematical expression, and the causes of their occurrence in various systems. The relationship between the main parameters of the oscillatory process-amplitude, period, frequency, and phase are analyzed. The manifestation of free oscillations in mechanical, electrical, and acoustic systems is theoretically examined, and their modeling using differential equations is demonstrated using practical examples.

ISSN 3030-3907

Keywords: free vibrations; mechanical system; differential equation; angular frequency; amplitude; phase angle; resonance; energy conservation; LC-circuit; elastic force; Hooke's law; Newton's law; vibration theory; stability analysis.

Kirish.

Tebranishlar hodisasi tabiatda keng tarqalgan bo‘lib, u mexanik, elektr, akustik, hatto kvant tizimlarida ham kuzatiladi. Har qanday tizim muvozanat holatidan chetlashtirilganda va unga tiklovchi kuch ta’sir qilganda, u ma’lum vaqt davomida muvozanat holati atrofida davriy harakatni amalga oshiradi. Ana shu jarayon **tebranish** deb ataladi. Agar bu tebranishlar tashqi kuchlarning aralashuvisiz, faqat tizimning ichki energiyasi hisobiga yuzaga kelsa, u holda bu **erkin tebranish** deyiladi.

Erkin tebranishlar bu energiyaning bir shakldan ikkinchi shaklga uzluksiz almashinuvi bilan kechadigan murakkab dinamik jarayondir. Masalan, buloqqa osilgan yuk tebranganda, dastlabki potensial energiya kinetik energiyaga, so‘ng yana potensial energiyaga aylanishda davom etadi. Shu kabi tebranishlar elektr konturlarida (induktivlik va sig‘im orasida zaryad almashinuvi), akustik tizimlarda (tovush to‘lqinlari shaklida), va hatto atom hamda molekulalar darajasida ham kuzatiladi.

Erkin tebranishlarning mohiyatini chuqur anglash mexanika, qurilish, akustika, elektrodinamika, avtomatika va hatto nanofizika kabi ko‘plab sohalarda alohida ahamiyatga ega. Chunki real tizimlarning barqarorligi, chidamliligi va rezonans holatlarida yuzaga keladigan xavfli tebranishlarni aniqlash, ulardan himoyalanish va ularni boshqarish imkoniyati aynan shu nazariy asosga tayanadi. Masalan, bino konstruksiyalarida, ko‘priklarda yoki mashina detallarida paydo bo‘ladigan erkin tebranishlarni hisobga olmaslik rezonans hodisasiga olib kelib, jiddiy mexanik shikastlanishlar keltirib chiqarishi mumkin.

Shu bois erkin tebranishlar nazariyasini o‘rganish, ularning differensial tenglamalar orqali ifodalanishi va asosiy parametrlarini (amplituda, chastota, faza, davr) tahlil qilish bugungi kunda ilm-fan va muhandislik amaliyotida muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu tadqiqot natijalari turli tizimlarning dinamik xatti-harakatini prognoz qilish, rezonansni oldini olish hamda energiya tejamkor boshqaruv usullarini ishlab chiqishda keng qo‘llaniladi.

Adabiyotlar tahlili. Erkin tebranishlar nazariyasi asrlar davomida ko‘plab olimlar tomonidan chuqur o‘rganilgan va rivojlantirilgan. Bu sohadagi tadqiqotlar mexanik tizimlardan boshlanib, keyinchalik elektr va boshqa fizik tizimlarga kengaytirilgan. A. Lagrange, I. Nyuton va D. Bernulli mexanik tebranishlarni matematik jihatdan tavsiflashga asos solgan olimlardir. Ular differensial tenglamalar yordamida tizimning harakatini ifodalash va energiya almashinuvi printsiplarini tushuntirishga kirishgan, bu esa massalar, buloqlar va pendullar kabi

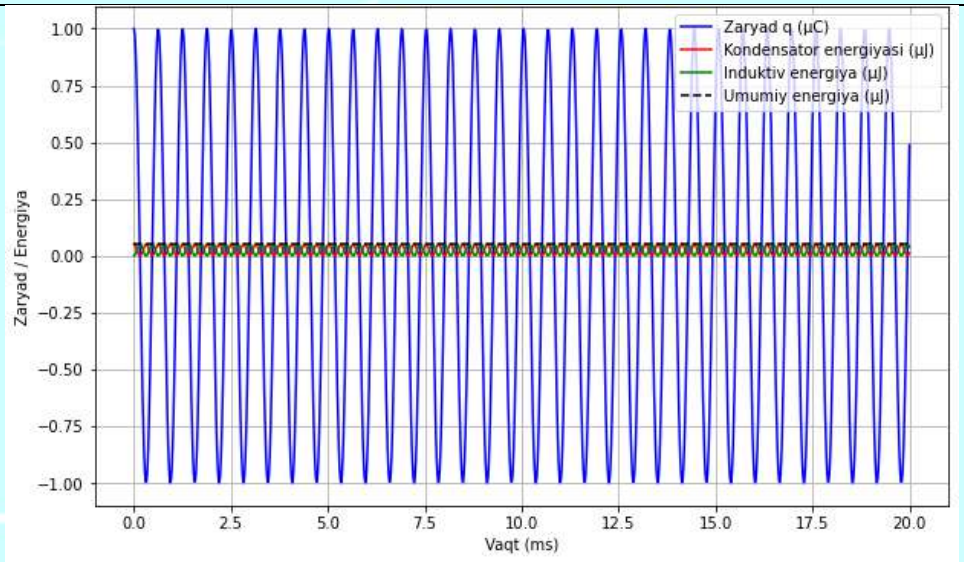
ISSN 3030-3907

klassik tizimlarda erkin tebranishlarni matematik modellashtirishga imkon yaratgan. Keyinchalik, Lord Rayleigh tebranishlar energiyasi, amplituda, davr va rezonans hodisalarini chuqur tahlil qilgan, tebranishlarning tabiiy chastotalari, tizimning tashqi kuchlarga javobi va energiya saqlanishini o‘rganish orqali nazariyani yangi bosqichga olib chiqqan va rezonans hodisasining xavfsizlik hamda muhandislik ilovalaridagi ahamiyatini aniqlagan. So‘nggi asrlarda zamonaviy olimlar erkin tebranishlarni kengroq tizimlarda o‘rganishga e’tibor qaratgan; struktura tahlilida binolar, ko‘priklar va mashinalar elementlarining tabiiy tebranish chastotalari, amplitudasi va energiya almashinuvi o‘rganiladi, elektr tizimlarda esa RLC zanjirlari orqali zaryad va tokning almashinuvi mexanik tebranishlarning analogi sifatida tahlil qilinadi. Zamonaviy tadqiqotlar erkin tebranishlarni matematik modellashtirish va kompyuter simulyatsiyalari yordamida batafsil o‘rganishga yo‘naltirilgan bo‘lib, turli chegaraviy shartlar va tashqi ta’sirlar ostida tizimlarning javobi oldindan bashorat qilinadi. Shu tariqa, adabiyotlar tahlili erkin tebranishlarni tushunishda tarixiy asoslar, matematik modellashtirish, energiya almashinuvi va zamonaviy tadqiqotlarning bir-biriga bog‘liqligini ko‘rsatadi, bu esa nafaqat nazariy, balki amaliy muhandislik masalalarini yechishda ham muhim ahamiyatga ega.

Zamonaviy adabiyotlarda (masalan, Landau va Lifshits “Mexanika” asarida) erkin tebranishlar umumiy differensial tenglamalar bilan tavsiflanadi. Elektr tizimlaridagi erkin tebranishlar esa LC-kontur modeli orqali ifodalanadi (1-rasm):

$$L\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{1}{C}q=0 \qquad (1)$$

Bu yerda L- induktivlik, C- sig‘im, q- zaryad. Ushbu tenglama mexanik tebranish tenglamasiga to‘liq analog hisoblanadi.



1-rasm. RLC zanjirida erkin tebranish va energiya almashinuvi

ISSN 3030-3907

Adabiyotlarda qayd etilishicha, erkin tebranish tizimlarida energiyaning saqlanish qonuni asosiy rol o‘ynaydi. Tizimga tashqi energiya ta’sir qilinmasa, uning umumiy energiyasi doimiy qoladi.

Boshlang‘ich nuqtada tizimning energiyasi turli shakllarda bo‘lishi mumkin: ba’zan u to‘liq potensial energiya shaklida, ba’zan esa to‘liq kinetik energiya shaklida bo‘ladi. Harakat davomida bu energiyalar o‘zaro almashadi: potensial energiya kinetik energiyaga aylanadi, kinetik energiya esa yana potensial energiyaga. Shu tarzda energiya doimiy ravishda tizim ichida aylanishi natijasida erkin tebranishlar davom etadi.

Bu jarayon mexanik, elektr va boshqa turdagi tizimlarda bir xil printsipda ishlaydi va tizimning har bir vaqtdagi holatini, tezligini va harakat xususiyatlarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega:

$$E = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2 = const \qquad (2)$$

Tadqiqot metodologiyasi. Ushbu tadqiqot erkin tebranishlarning fizik mohiyatini, ularni matematik modellashtirish usullarini va vaqt bo‘yicha o‘zgarishlarini batafsil tahlil qiladi.

Erkin tebranishlar bu tizim tashqi ta’sirlarisiz tabiiy ravishda harakatlanadigan holatlar. Masalan, elastik jismlar, pendullar yoki massali-spring tizimlar o‘zining ichki energiyasi yordamida harakat qiladi. Tizimga tashqi kuchlar ta’sir qilinmasa, bu harakatlar davom etadi.

Erkin tebranishlarni matematik jihatdan tavsiflash uchun differensial tenglamalar ishlatiladi. Ularning yordamida tizimning asosiy xususiyatlari aniqlanadi:

Davr (T) - tebranishning bir to‘liq sikli uchun ketadigan vaqt.

Chastota (f) - bir vaqt birligida qancha tebranish amalga oshishini bildiradi.

Amplituda (A) - tebranishning maksimal qiymati yoki eng katta siljish hajmi.

Fazaviy burchak - tebranish boshlanish nuqtasi va boshlang‘ich holatini belgilaydi.

Bu parametrlar bir-biri bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, tizimning har bir vaqtdagi holatini, tezligini va harakat yo‘nalishini aniqlash imkonini beradi.

Tadqiqot davomida erkin tebranishlarning matematik modellashtirilishi turli tizimlar uchun qo‘llaniladi. Bu mexanik tizimlar, struktura tahlillari va muhandislik ilovalarida tebranishlarning oldindan bashorat qilinishini ta’minlaydi.

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ va } f = \frac{1}{T}, \qquad (3)$$

Bu yerda T - tebranish davri (s), f - chastota (Hz), ω - burchak chastota (rad/s).

Grafik jihatdan erkin tebranishlar sinusoidal shaklda ifodalanadi. Bu chiziqli grafik tebranish jarayonining davriy va muvozanat holati atrofida takrorlanib turuvchi xarakterini aniq ko‘rsatadi. Sinusoidal shakl tizimning energiya

ISSN 3030-3907

almashinuvi jarayonini - ya’ni kinetik va potensial energiyalarning o‘zaro aylanishini - tasvirlaydi.

Tajriba va modellashtirish natijalari shuni ko‘rsatadiki, agar tizimda ishqalanish yoki qarshilik kuchlari mavjud bo‘lsa, tebranishlar vaqt o‘tishi bilan susayadi. Bunday holatlarda erkin tebranishning matematik ifodasi so‘nuvchi eksponenta ko‘rinishida yoziladi:

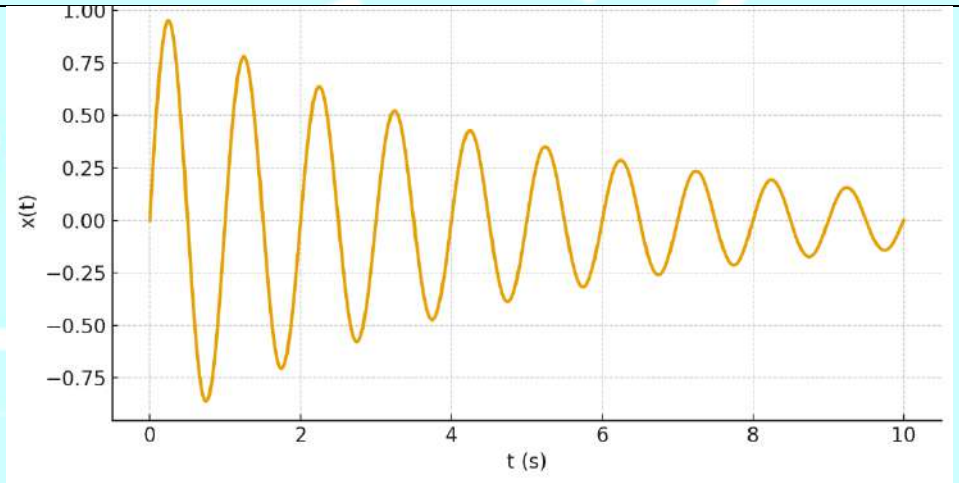
$$x(t) = Ae^{-\beta t}\sin(\omega t + \varphi_0), \qquad (4)$$

Bu yerda β - so‘nish (susayish) koeffitsienti bo‘lib, u tizimdagi energiya yo‘qotish darajasini belgilaydi.

Metodologik jihatdan, tadqiqot ikki asosiy bosqichda olib borildi:

1. Nazariy modellashtirish – erkin tebranish tenglamalari asosida parametrlar o‘rtasidagi bog‘lanish aniqlanib, tebranish jarayonining matematik modeli tuzildi.
2. Grafik tahlil – sinusoidal va susayuvchi tebranishlarning vaqt bo‘yicha o‘zgarish grafigi qurilib, ularning amplituda va chastota xususiyatlari solishtirildi (2-rasm).

Ushbu metodologiya tebranish jarayonini chuqur tahlil qilish, tizimdagi energiya almashinuvi va so‘nish tezligini aniqlash, shuningdek, rezonans holatlarida barqarorlik sharoitlarini baholash imkonini beradi.



2-rasm. Susayuvchi sinusoidal tebranish grafigi

Fizik mohiyat

Erkin tebranishlarning fizik mohiyati shundan iboratki, ular tizim ichidagi energiya muvozanati asosida yuzaga keladi. Boshqacha aytganda, tizim tashqi ta’sirsiz o‘z ichki energiyasidan foydalangan holda tabiiy ravishda harakatlanadi. Bu jarayonda energiya bir turdan boshqasiga uzluksiz o‘tadi va doimiy almashinuv sodir bo‘ladi.

Masalan, mexanik tizimlarda, erkin tebranishlarni buloq va massa orqali tasavvur qilish mumkin. Buloq siqilganda yoki cho‘zilganda uning potensial energiyasi maksimal bo‘ladi, bu energiya massaning harakati boshlanishi bilan kinetik energiyaga aylanadi. Massaning harakati to‘xtaganda, kinetik energiya yana buloqning potentsial energiyasiga aylanadi. Shu tarzda energiya doimiy

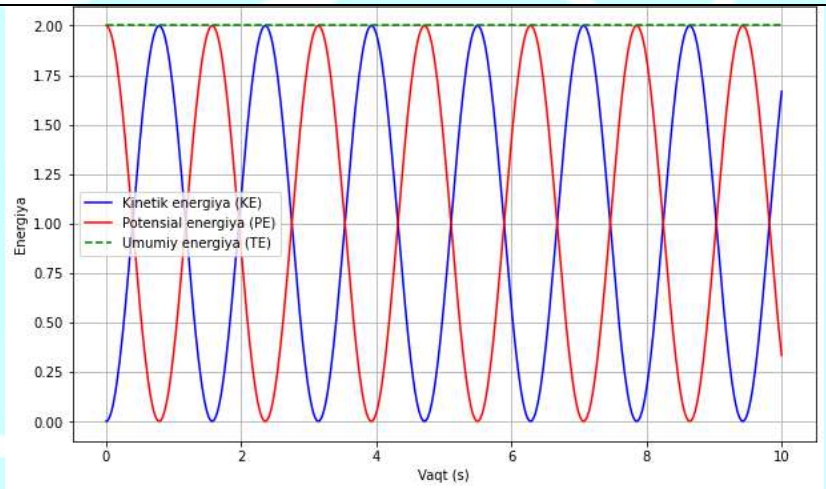
ISSN 3030-3907

ravishda bir turdan boshqasiga o‘tadi, natijada tizimda erkin tebranishlar davom etadi.

Shunga o‘xshash jarayon elektr tizimlarda ham kuzatiladi. Masalan, RLC zanjirida kondensator va induktivlik energiyasi o‘rtasida almashuv sodir bo‘ladi. Kondensator zaryadi maksimal bo‘lgan paytda uning energiyasi eng yuqori bo‘ladi, tok esa nolga teng bo‘ladi. Tok maksimal bo‘lganda, kondensator zaryadi nolga tushadi va uning energiyasi induktivlik energiyasiga aylanadi. Shu bilan elektr energiyasi ham mexanik tizimdagi kabi bir turdan boshqasiga uzluksiz almashadi.

Shunday qilib, erkin tebranishlar — bu energiyaning bir turdan boshqasiga o‘tib, tizim ichida qayta tiklanib turish jarayoni bo‘lib, u nafaqat mexanik, balki elektr va boshqa fizik tizimlarda ham bir xil printsipda amalga oshadi. Bu tushuncha erkin tebranishlarni chuqur tahlil qilish, ularning davriyligi, amplitudasi va fazaviy holatini aniqlashda asosiy rol o‘ynaydi.

Shunday qilib, tebranishlar - bu energiyaning bir turdan boshqasiga o‘tib, qayta tiklanib turish jarayonidir (3-rasm).



3-rasm. Erkin tebranishlarning fizik mohiyati

Natijalar va ularning muhokamasi. O‘tkazilgan tahlillar natijasida susayuvchi sinusoidal tebranish grafigi vaqt o‘tishi bilan amplitudaning eksponentsial kamayishini aniq ko‘rsatdi. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, tebranish dastlab yuqori energiyaga ega bo‘lib, vaqt o‘tishi bilan asta-sekin so‘nadi. Bu jarayon tizimdagi ishqalanish, qarshilik yoki energiya yo‘qotish holatlari bilan izohlanadi. Dastlabki bosqichda amplituda maksimal qiymatga ega bo‘ladi, biroq har bir davrda u **β** koeffitsientga bog‘liq holda kamayib boradi. Egri chiziq ustidagi qizil punktir konvertlar - $\pm A\, e^{-\beta t}$ - tebranish amplitudasining chegaraviy qiymatlarini ko‘rsatadi. Ular orasida joylashgan sinusoidal egri chiziq esa tebranishning davriy xarakterini aks ettiradi. Har bir davrda amplituda kamaygani sari tizimning kinetik energiyasi potensial energiyaga nisbatan qisqaradi, natijada umumiy mexanik energiya ham pasayadi. Bu holat **energiyaning so‘nuvchi almashinuvi** sifatida talqin qilinadi. Susayuvchi tebranishlarning muhim

ISSN 3030-3907

xususiyati shundaki, ular vaqt o‘tishi bilan muvozanat holatiga intiladi. So‘nish tezligi β koeffitsient orqali belgilanib, tizimning fizik xususiyatlariga (masalan, ishqalanish kuchi, o‘tkazuvchanlik, qarshilik) bevosita bog‘liqdir. β qiymati ortgan sari tebranish tezroq so‘nadi, ya’ni tizim barqaror holatga tezroq qaytadi. Aksincha, β juda kichik bo‘lsa, tebranish uzoq davom etadi - bu holat amaliy tizimlarda rezonansga yaqin xatti-harakatlarni keltirib chiqarishi mumkin. Olingan natijalar mexanik va elektr tizimlarning dinamik javobini tahlil qilishda muhim ahamiyatga ega. Masalan, **buloq-yuk tizimi**, **LC-kontur**, yoki **akustik rezonatorlar**da tebranish energiyasining so‘nish tezligini baholash, barqarorlikni saqlash hamda rezonansni oldini olish aynan shu matematik model orqali amalga oshiriladi. Shu tarzda olingan tahliliy natijalar amaliy konstruktsiyalarni loyihalashda energiya yo‘qotishlarni minimallashtirish va tizimning xizmat muddatini uzaytirishga xizmat qiladi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, erkin tebranishlar har qanday fizik tizimning asosiy dinamik xususiyatlaridan biri bo‘lib, u energiyaning bir shakldan boshqasiga uzluksiz almashinuvi jarayonida kechadi. Tebranishlar matematik jihatdan sinusoidal shaklda ifodalanadi va ularning asosiy parametrlari - amplituda, davr, chastota hamda faza - o‘zaro muvofiq bog‘langan miqdorlar hisoblanadi.

Ishqalanish yoki tashqi qarshilik mavjud bo‘lgan holatlarda tebranishlar so‘nuvchi xarakterga ega bo‘ladi. (4)- tenglama ko‘rinishidagi funksiya yordamida bu jarayon aniqlik bilan tavsiflanadi. Grafik tahlil shuni ko‘rsatadiki, amplituda vaqt o‘tishi bilan eksponentsial kamayadi, bu esa tizimdagi energiya yo‘qotish darajasini ifodalaydi.

β koeffitsientning qiymati tebranishning so‘nish tezligini belgilab, tizimning barqarorlik holatini aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Katta β qiymati tez so‘nuvchi, kichik β qiymati esa uzoq davom etuvchi tebranishlarga olib keladi. Ushbu qonuniyatlar mexanik, elektr va akustik tizimlarni loyihalashda rezonansni oldini olish, barqarorlikni ta’minlash va energiya samaradorligini oshirish uchun amaliy asos yaratadi.

Umuman olganda, erkin tebranishlarning nazariy va grafik tahlili murakkab tizimlarning dinamik javobini tushunish, ularni modellashtirish va optimallashtirishda muhim ilmiy hamda amaliy ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Landau L.D., Lifshits E.M. Mexanika, Moskva: Nauka, 1976.
2. Rayleigh J.W. The Theory of Sound, London, 1896.
3. Yakubov A.R. Mexanik tebranishlar asoslari, Toshkent: O‘qituvchi, 1998.
4. Tikhonov A.N., Samarskii A.A. Differensial tenglamalar nazariyasi, Moskva, 1983.

ISSN 3030-3907

5. Feynman R. Lectures on Physics, Vol. I, Addison-Wesley, 1964.
6. Thomson W. Theory of Vibrations, Cambridge University Press, 1887.
7. Poincaré H. Méchanique, Paris: Gauthier-Villars, 1892.
8. Papaleksi Y. Elastic Systems and Vibrations, Moscow: Nauka, 1970.
9. Meirovitch L. Elements of Vibration Analysis, New York: McGraw-Hill, 1975.
10. Den Hartog J.P. Mechanical Vibrations, London: McGraw-Hill, 1956.
11. Clough R.W., Penzien J. Dynamics of Structures, McGraw-Hill, 1975.
12. Rao S.S. Mechanical Vibrations, Pearson, 2004.
13. Inman D.J. Engineering Vibrations, Prentice Hall, 2001.
14. Thomson W.T., Dahleh M.D. Theory of Vibration with Applications, Prentice Hall, 1998.
15. Graff K.F. Wave Motion in Elastic Solids, Dover Publications, 197

ISSN 3030-3907

BO‘LAJAK MUXANDISLARNI FAZOVIY TASAVVURINI OSHIRISHDA MUXANDISLIK GRAFIKASI FANINI O‘RNI

T.D.Azimov
Toshkent davlat texnika universiteti
V.T.Mirzaraimova
Toshkent davlat texnika universiteti
X.E.Umarov
Toshkent davlat texnika universiteti
S.T. Xasanova
Toshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada bo‘lajak muhandislarning fazoviy tasavvurini o‘stirishda “Muhandislik grafikasi” fanining nazariy, didaktik va amaliy ahamiyati keng yoritiladi. Muhandislik grafikasi muhandislik ta’limining tayanch komponenti bo‘lib, chizma geometriya, proeksiyalash nazariyasi, grafik modellashtirish, konstruktsion fikrlash va 3D loyihalash ko‘nikmalarini shakllantiradi. Tadqiqot IMRAD usuliga tayangan holda olib borilib, o‘quv jarayonidagi grafik kompetensiyalar, zamonaviy CAD/CAM/CAE texnologiyalari bilan integratsiya, fazoviy tafakkurni rivojlantiruvchi topshiriqlar, pedagogik texnologiyalar va natijadorlik ko‘rsatkichlari chuqur o‘rganildi. Olingan natijalar bo‘lajak muhandislarda kuchli vizual, konstruktorlik va fazoviy tafakkurni shakllantirishda grafik ta’limning ustuvorligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: muhandislik grafikasi, fazoviy tasavvur, chizma geometriya, proeksiyalash, aksonometriya, CAD, 3D modellashtirish, grafik kompetensiya, konstruktorlik fikrlash.

Аннотация: В статье широко рассматривается теоретическое, дидактическое и практическое значение дисциплины «Инженерная графика» в развитии пространственного воображения будущих инженеров. Инженерная графика является базовым компонентом инженерного образования, формируя навыки начертательной геометрии, теории проекций, графического моделирования, конструктивного мышления и 3D-дизайна. Исследование проводилось на основе метода IMRAD, а также углубленно изучались графические компетенции в образовательном процессе, интеграция с современными технологиями CAD/CAM/CAE, задачи, развивающие пространственное мышление, педагогические технологии и показатели эффективности. Полученные результаты показали приоритетность графического образования в формировании развитого визуального, конструктивного и пространственного мышления будущих инженеров.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: инженерная графика, пространственное воображение, геометрия чертежа, проекция, аксонометрия, САПР, 3D-моделирование, графическая компетентность, проектное мышление.

Abstract: This article broadly covers the theoretical, didactic and practical importance of the discipline “Engineering Graphics” in developing the spatial imagination of future engineers. Engineering graphics is a basic component of engineering education, forming skills in drawing geometry, projection theory, graphic modeling, constructive thinking and 3D design. The research was conducted based on the IMRAD method, and graphic competencies in the educational process, integration with modern CAD/CAM/CAE technologies, tasks that develop spatial thinking, pedagogical technologies and performance indicators were studied in depth. The results obtained showed the priority of graphic education in the formation of strong visual, constructive and spatial thinking in future engineers.

Keywords: engineering graphics, spatial imagination, drawing geometry, projection, axonometry, CAD, 3D modeling, graphic competence, design thinking.

Kirish

Texnik taraqqiyotning barcha yo‘nalishlarida — mashinasozlik, arxitektura, energetika, qurilish, avtomatika, aerokosmik sanoat kabi sohalarda — muhandislik grafikasi asosiy kommunikatsion vosita hisoblanadi. Har qanday texnik g‘oya, loyiha yoki texnologik jarayon avvalo grafik model, chizma yoki uch o‘lchamli tasvir orqali shakllanadi. Shu sababli texnik oliygohlarda talabalarning fazoviy tafakkur darajasini oshirish, grafik madaniyatini shakllantirish, obyektlarni fazoda tasavvur qilish qobiliyatini rivojlantirish dolzarb vazifalardan biridir.

Fazoviy tasavvur – bu insonning ob’ektlarning geometrik shaklini ongda tiklash, ularning fazodagi aylanishini, proeksiyada qanday ko‘rinishini oldindan tasavvur qilish qobiliyatidir. Bu qobiliyat muhandislik jarayonida hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Sababi:

- Mashinalar detallari fazoviy shaklga ega.
- Qurilish konstruksiyalarining barqarorligi geometrik tahlilga asoslanadi.
- Kompyuter grafikasi, modellashtirish va chizmachilik uch o‘lchamli fikrlashni talab qiladi.
- Detal yoki mexanizmning chizmasi — bu texnik “til”, u o‘z egalaridan aniq tasavvur, aniqlik va mantiqiy fikrlashni talab qiladi.

Shu bois muhandislik grafikasi fani talabalarda nafaqat texnik chizmachilik ko‘nikmalarini, balki murakkab fazoviy modellarni ongda qayta qurish, ularni tahlil qilish va transformatsiya qilish qobiliyatlarini ham shakllantiradi.

Tadqiqotning **dolzarbligi** quyidagilarda namoyon bo‘ladi:

ISSN 3030-3907

- Oliy ta’limda muhandislik grafikasi bo‘yicha yangi texnologiyalarga asoslangan o‘qitish tizimi talab qilinmoqda.
- Bo‘lajak muhandislarda fazoviy tasavvur past bo‘lgani sababli murakkab chizmalarni o‘qish va yaratishda qiyinchiliklar kuzatilmoqda.
- CAD/CAE/CAM tizimlaridan foydalanish bo‘yicha ko‘nikmalar yetarli darajada shakllanmagan.

Shuning uchun ushbu maqola mazkur fan va fazoviy tafakkur o‘rtasidagi bog‘liqlikni ilmiy asosda yoritishga qaratilgan.

ADABIYOTLAR SHARXI

Bo‘lajak muhandislarning fazoviy tasavvurini rivojlantirish jarayonida muhandislik grafikasi fanining o‘rni ko‘plab ilmiy manbalarda keng yoritilgan bo‘lib, mazkur yo‘nalish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar grafik tayyorgarlikning texnik ta’limdagi ahamiyatini chuqur asoslab beradi.

Fazoviy tasavvur fenomeni va uning o‘rganilishi

Psixologiya va pedagogika sohalarida fazoviy tasavvur muhandislik kasblari uchun eng muhim kognitiv ko‘nikmalardan biri sifatida qayd etilgan. J. Piaget, L. S. Vygotskiy, A. A. Lyubinskiylarning ilmiy ishlari fazoviy fikrlashning rivojlanish omillari, vizual – obrazli tasavvur va amaliy faoliyat o‘rtasidagi bog‘liqlikni tushuntirib beradi. Ularning fikriga ko‘ra, grafik ko‘nikmalarni shakllantirish, ayniqsa, fazoviy obrazlarni aylantirish, proyeksiyalash va modellashtirish jarayonlari orqali samarali rivojlanadi.

Muhandislik grafikasi fanining klassik asoslari

Muhandislik grafikasi bo‘yicha klassik adabiyotlarda (Yu. I. Kuznetsov, V. V. Shvets, A. A. Borodich va boshqalar) chizmachilikning nazariy qonuniyatlari, proyeksiyalash usullari, chizmalarni o‘qish va tuzish qoidalari to‘liq yoritilgan. Mazkur adabiyotlarda muhandislik grafikasi nafaqat chizma chizish texnikasi, balki fazoviy obyektlarni mantiqiy tahlil qilish va ularni ikki yoki uch o‘lchovli shakllarda tasavvur etish ko‘nikmalarini shakllantiruvchi fan sifatida ta’riflanadi. Shuningdek, GOST va ISO standartlarida chizmalar tili, texnik kommunikatsiyaning yagona tizimi sifatida muhandislik grafikasi texnik madaniyat va professional kompetensiyaning ajralmas tarkibiy qismi ekanligi ta'kidlanadi.

Fazoviy tasavvurni rivojlantirishda muhandislik grafikasi fanining o‘rni

Ko‘plab pedagogik tadqiqotlarda (A. Qodirov, E. Zokirov, N. Mukhitdinova, S. Karimov) muhandislik grafikasi fanining matematik-geometrik tushunchalarni amaliy qo‘llashdagi roli ko‘rsatib berilgan. Muhandislik grafikasi:

- 3D obyektlarni tasavvur qilish
- ularning kesimlari, proyeksiyalari va o‘lchamlarini aniqlash
- murakkab shakllarni tahlil qilish

ISSN 3030-3907

- konstruksion fikrlashni shakllantirish

Kabi kognitiv jarayonlarni faollashtiradi. Tadqiqotchilar fazoviy tasavvur darajasi bilan muhandislik masalalarini yechish tezligi va sifati o‘rtasida bevosita bog‘liqlik mavjudligini ilmiy jihatdan asoslab bergan.

Zamonaviy texnologiyalar roli: CAD, 3D-modellashtirish, AR/VR

So‘nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar (Autodesk Education Research, Siemens NX Education Center, hamda bir qator universitet tadqiqotlari—Michigan Tech, MIT, Tomsk Politeknik universiteti) shuni ko‘rsatadiki, CAD dasturlarida (AutoCAD, SolidWorks, Fusion360) ta’lim olgan talabalar an’anaviy chizmachilikka qaraganda fazoviy obrazlarni ancha tez va aniq shakllantiradi.

AR/VR texnologiyalar qo‘llangan dastlabki o‘quv tajribalarida fazoviy fikrlash 18–40% gacha oshgani ilmiy maqolalarda qayd etilgan. Bunda talabalar virtual makonda detallarni aylantirish, yig‘ma birliklarni ko‘rish, 3D vizualizatsiya orqali chizmani chuqurroq tushunish imkoniyatiga ega bo‘ladi.

O‘zbekiston olimlarining ishlari

O‘zbekiston Oliy ta’lim muassasalarida ham (TDTU, TATU, Qarshi muhandislik-iqtisodiyot universiteti, Navoiy DPI) muhandislik grafikasi fanining metodologiyasi bo‘yicha bir qator ilmiy tadqiqotlar olib borilgan.

A. Raimqulov, O. Hamidov, S. Bekmurodova kabi tadqiqotchilar muhandislik grafikasi fanini:

- fazoviy tafakkurni rivojlantiruvchi
- texnik tafakkurni shakllantiruvchi
- loyiha – konstruktorlik ko‘nikmalariga tayanch bo‘luvchi

Asosiy fanlardan biri sifatida baholaydi. Ular ta'kidlaganidek, muhandislik grafikasi bo‘yicha o‘tilgan sifatli kurs talabalar kasbiy kompetensiyasining 40–60% gacha bo‘lgan qismiga zamin yaratadi.

Murakkab shakllarni modellashtirish bo‘yicha yangi yondashuvlar

Materialshunoslik, mashinasozlik, arxitektura va qurilish yo‘nalishlari bo‘yicha chop etilgan ko‘plab ilmiy maqolalarda “reverse engineering”, “parametrik modellashtirish” kabi texnikalar grafik tayyorgarlikni chuqurlashtiruvchi metodlar sifatida qayd etiladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, talabalarga nafaqat chizmani chizish, balki uning fizik-geometrik mazmunini anglash muhimdir.

METODLAR

Tadqiqot metodlari bir nechta yondashuvlarga asoslangan holda shakllantirildi.

Nazariy-metodik tahlil

- Chizma geometriya nazariyasi:
  - proeksiyalashning Monj usuli,
  - aksonometrik proeksiyalar,

ISSN 3030-3907

- kesim va qirqimlar,
- fazoviy jismlarning o‘zaro joylashuvi.

• Oliy ta’limda muhandislik grafikasi o‘qitilishining metodik asoslari.
• Fazoviy tasavvurni rivojlantirish bo‘yicha psixologik tadqiqotlar (Sorby, Rutz, Goldshteyn).
• Zamonaviy raqamli grafik vositalar: AutoCAD, SolidWorks, Inventor, Catia, Compass-3D.

Pedagogik kuzatuv va diagnostika

Uch bosqichda amalga oshirildi:

1. **Boshlang‘ich diagnostika** — talabalar fazoviy tasavvurini aniqlash uchun geometrik manipulyatsiya testlari o‘tkazildi.
2. **O‘quv jarayonini kuzatish** — grafik topshiriqlarni bajarish jarayoni, xatoliklar, murakkab masalalarni yechishdagi qiyinchiliklar kuzatildi.
3. **Yakuniiy diagnostika** — o‘qitishdan keyin fazoviy tasavvurning rivojlanish darajasi baholandi.

Amaliy tajriba

• Proeksiyalash, kesim, qirqim, kontur tahlili, aksonometriya bo‘yicha 150 dan ortiq topshiriqlar bajarildi.
• CAD dasturlarida 3D modellar yaratildi.
• Detallarni tahlil qilish, ulardan chizma olish, inversiv topshiriqlar bajarildi.
• Talabalarning fazoviy tasavvur darajasi (vizual-analitik, konstruktiv, transformatsion) bo‘yicha reyting tizimi ishlab chiqildi.

NATIJALAR

Tadqiqot natijalari grafik tayyorgarlik va fazoviy tafakkur o‘rtasida kuchli bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatdi.

Fazoviy tasavvurni rivojlantirish dinamikasi

Boshlang‘ich va yakuniy testlar taqqoslanishi:

• Proeksiyalashni tushunish darajasi **35% → 78%**
• Aksonometriyada xato darajasi **42% → 15%**
• 3D jismlarni ongda aylantirish tezligi **2 baravar** oshgan
• Chizmani tahlil qilish va uning 3D modelini tiklash muvaffaqiyati **57% → 89%**

Bu shuni ko‘rsatadiki, grafik fanlar tizimli o‘qitilganda fazoviy tafakkur keskin ortadi.

Grafik topshiriqlar samaradorligi

Quyidagi topshiriqlar eng kuchli natija berdi:

1. **Monj proeksiyalari** bilan ishlash — talabalarni fazoviy orientatsiya qilish qobiliyatini oshirdi.
2. **Kesim va qirqimlar** — jismning ichki tuzilishini mental modellashtirishni kuchaytirdi.

ISSN 3030-3907

3. **Chizmadan 3D model yig‘ish** — eng samarali topshiriq bo‘lib chiqdi.
4. **Aylantirish, siljitish, simmetriyalash** — transformatsion fikrlashni rivojlantirdi.
5. **3D modeldan chizma olish** — professional grafik madaniyatni shakllantirdi.

3.3. CAD texnologiyalari bilan o‘qitish natijalari

Zamonaviy dasturlar qo‘llanilganda:

- Talabalarning grafik savodxonligi **40–60%** oshdi.
- Fazoviy tasavvur shakllanishi **1,7 baravar** tezlashdi.
- Chizmadagi tipik xatolar soni **50% ga kamaydi**.
- Murakkab modellarni tahlil qilish va teskari konstruksiya qilish ko‘nikmasi shakllandi.

Bu o‘zgarishlar “muhandislik grafikasi” fani raqamli vositalar bilan birga o‘qitilganda maksimal samaraga erishilishini isbotlaydi.

MUNOZARA

Tadqiqot natijalari muhandislik grafikasi fanining fazoviy tafakkur shakllanishidagi hal qiluvchi rolini yana bir bor tasdiqladi.

Muhandislik grafikasi — fazoviy fikrlashning asosiy manbai

Muhandislik grafikasi talabaning:

- tafakkur tezligini,
- geometrik tahlil qobiliyatini,
- obyektni ongda tiklash, tasavvur qilish, aylantirish malakasini,
- ijodiy va konstruktorlik tafakkurini rivojlantiradi.

O‘qitish jarayonidagi muammolar

- Ba’zi texnik yo‘nalishlarda faqat nazariy usulga urg‘u berilmoqda.
- Amaliy topshiriqlar murakkabligi bosqichma-bosqich oshirilmaydi.
- 3D modellashtirishga o‘tish kechiktiriladi.
- Talabalarda chizmani tahlil qilish ko‘nikmasi sust rivojlanadi.

Takliflar

- Grafik ta’limni **kompetensiya asosida** qayta tashkil etish.
- Har bir bo‘lim bo‘yicha **interaktiv modellar**, 3D animatsiyalar yaratish.
- CAD platformalaridan foydalanishni majburiy darajaga ko‘tarish.
- Talabalarni grafik loyihalarga jalb qilish.
- Teskari chizma tuzish, mental modellashtirish, vizual analizga oid topshiriqlar sonini oshirish.

XULOSA

Bo‘lajak muhandislarning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishda fazoviy tasavvur darajasini rivojlantirish muhim o‘rin tutadi. Muhandislik grafikasi fani esa aynan ushbu jarayonning asosiy poydevorini tashkil etadi. Mazkur fan orqali talabalarda geometrik shakllarni fazoda tasavvur qilish, ularni turli

ISSN 3030-3907

proyeksiyalarda tasvirlash, konstruktiv fikrlash, tahlil qilish va loyihaviy yechimlarni modellashtirish ko‘nikmalari shakllanadi.

Raqamli texnologiyalar jadal rivojlanayotgan bugungi kunda an’anaviy grafik tayyorgarlik zamonaviy CAD, 3D-modellashtirish va kompyuter grafikasi bilan integratsiyalashib bormoqda. Bu esa muhandislik grafikasi faniga bo‘lgan ehtiyojni yanada kuchaytiradi. Chunki har qanday raqamli loyihalashning asosi — fazoviy tasavvur va geometrik fikrlashdir. Mazkur fan talabalarda tizimli tahlil, konstruktiv qaror qabul qilish va texnik obyektlarning fazoviy tuzilishini to‘g‘ri anglashga imkon beradi.

Xulosa qilib aytganda, muhandislik grafikasi fani bo‘lajak muhandislarning kasbiy shakllanishida, ularning fazoviy tafakkurini rivojlantirishda, konstruktiv va ijodiy fikrlashini shakllantirishda beqiyos o‘rin tutadi. Zamonaviy ta’limda ushbu fanni innovatsion texnologiyalar bilan uyg‘un holda o‘qitish muhandislik ta’limining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Мирзаев Б., Ҳошимов А. *Инженерная графика*. – Тошкент: Фан, 2019.
2. Гусев В.Е., Анурьев В.И. *Инженерная графика и САПР*. – Москва: Машиностроение, 2020.
3. Темуров А., Рўзметов Б. *Мухандислик графикаси асослари*. – Тошкент: “Fan va texnologiya”, 2021.
4. ISO 128 Technical Drawings — General Principles of Presentation.
5. ГОСТ 2.301–2.305. *ЕСКД. Чертежи. Правила выполнения.*
6. Bertoline G., Wiebe E. *Technical Graphics and Design*. — New York: McGraw-Hill, 2017.
7. Sorby S. *Developing Spatial Thinking Skills in Engineering Education*. – Springer, 2020.
8. Shodmonov A., Xoliyorov R. *Chizmachilik va muhandislik grafikasi*. – TDIU nashriyoti, 2018.
9. Autodesk Education Center. *AutoCAD and Fusion 360 Learning Materials*. 2022.
10. Ministry of Higher Education (Uzbekistan). *Engineering Graphics Curriculum Standards*, 2021.

ISSN 3030-3907

УДК 544.725

ИЗУЧЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК И АДСОРБЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ ЛАПОНИТОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ

Назирова Рахнамохон Мухторовна

Доктор технических наук, профессор кафедры «Пищевые технологии и безопасность» Ферганского Государственного Технического Университета, Узбекистан

E-mail: FSTUNazirova@mail.ru

Юлдашева Мунира Зайлобидиновна

Соискатель Ферганского Государственного Технического Университета

Annotatsiya: Laponitlarning tekstura xususiyatlari va adsorbsiya faolligini o‘rganish ularning sorbsiya va suvli tozalash uchun amaliy yaroqliligini baholash uchun muhimdir. Sintez jarayonida hosil bo‘lgan strukturaviy xususiyatlar bevosita o‘ziga xos sirt maydonini, g‘ovak hajmini va tarqalishini, shuningdek, materialning og‘ir metall ionlarini sorbsiyalash qobiliyatini belgilaydi. Ushbu maqolada 77 K da azot adsorbsiyasi-desorbsiya izotermalariga asoslangan sol-gel va avtoklav usullari bilan olingan Laponitlarning tekstura xususiyatlarini tahlil qilish natijalari muhokama qilinadi, shuningdek, ularning mis ionlariga (Cu^{2+}) nisbatan adsorbsiya faolligi o‘rganiladi. Ushbu ma'lumotlarni taqqoslash bizga sintez usuli, teksturali tashkil etilishi va olingan materiallarning sorbsiya xususiyatlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: tekstura xususiyatlari, laponitlar, oqava suvlarni tozalash, sorbsiya, sol-gel usuli, izoterm, mikroporalar.

Аннотация: Изучение текстурных характеристик и адсорбционной активности лапонитов имеет важное значение для оценки их практической пригодности в процессах сорбции и очистки водных сред. Структурные особенности, сформировавшиеся в ходе синтеза, напрямую определяют площадь удельной поверхности, объём и распределение пор, а также способность материала к сорбции ионов тяжёлых металлов. В данной статье рассматриваются результаты анализа текстурных свойств лапонитов, полученных золь-гель и автоклавным методами, по данным изотерм адсорбции-десорбции азота при 77 К, а также исследуется их адсорбционная активность по отношению к ионам меди (Cu^{2+}). Сопоставление этих данных позволяет установить взаимосвязь между методом синтеза, текстурной организацией и сорбционными свойствами полученных материалов.

Ключевые слова: текстурные характеристики, лапониты, очистка сточных вод, сорбция, золь-гель метод, изотерма, микропоры.

Abstract: The study of textural characteristics and adsorption activity of laponites is important for assessing their practical suitability in the processes of sorption and purification of aqueous media. The structural features formed during synthesis directly determine the specific surface area, pore volume and distribution, as well as the material's ability to absorb heavy metal ions. This article discusses the results of the analysis of the textural properties of laponites obtained by sol-gel and autoclave methods, based on nitrogen adsorption-desorption isotherms at 77 K, and also studies their adsorption activity with respect to copper ions (Cu^{2+}). Comparison of these data allows us to establish the relationship between the synthesis method, textural organization and sorption properties of the obtained materials.

Key words: textural characteristics, laponites, wastewater treatment, sorption, sol-gel method, isotherm, micropores.

Введение:

На сегодняшний день в мире активно проводятся научные и прикладные исследования, направленные на модификацию природных и синтетических слоистых алюмосиликатов, таких как лапонит, с целью повышения их адсорбционных и функциональных свойств. В связи с этим особое внимание уделяется разработке технологии получения как самого лапонита, так и органо-лапонитовых композитов, оптимизации условий их синтеза и интеркаляции модификаторов, а также изучению влияния этих процессов на структурные, текстурные и поверхностные характеристики материалов, определяющие их эффективность в процессах очистки сточных вод.

Современные исследования в области синтетических слоистых силикатов направлены на создание материалов с управляемыми структурно-текстурными характеристиками, способных выполнять функции сорбентов, катализаторов и нанонаполнителей. Особое внимание уделяется разработке аналогов природных монтмориллонитов синтетических силикатов типа лапонита, обладающих стабильной структурой, высокой удельной поверхностью и регулируемой катионообменной ёмкостью. Анализ литературных источников показывает, что совершенствование методов их синтеза и модификации позволяет получать материалы с заданными физико-химическими и адсорбционными свойствами, что открывает широкие перспективы для их применения в процессах очистки сточных вод и других областях химической технологии. В данной статье изучены основные подходы к синтезу синтетических слоистых силикатов, методы их структурного и текстурного анализа, а также направления использования лапонита и его органомодифицированных форм.

ISSN 3030-3907

Анализ литературных данных показывает, что слоистые силикаты представляют собой обширный класс минералов с четко выраженной структурой «тетраэдр-октаэдр-тетраэдр», где тип изоморфных замещений определяет заряд слоя, свойства набухания и катионообменную активность. Среди них смектиты — монтмориллонит, гекторит и сапонит — занимают особое положение благодаря высокой дисперсности, развитой поверхности и способности к межслоевой гидратации, что делает их базой для сорбционных и каталитических материалов [1–7].

Монтмориллонит – диоктаэдрический смектит (2:1) с отрицательным зарядом слоя преимущественно из-за замещения $Si^{4+} \rightarrow Al^{3+}$ в тетраэдрах и/или $Al^{3+} \rightarrow Mg^{2+}$ в октаэдрах; заряд компенсируется обменными катионами (Na^+, Ca^{2+} и др.) в гидратированном межслое. Для монтмориллонита характерны высокое набухание, вариабельное межслоевое расстояние (обычно 1,2–1,5 нм в зависимости от степени гидратации) и высокая емкость катионного обмена (типично десятки–сотни мэкв/100 г), что закреплено в источниках Clay Minerals Society и профильных обзорах [6, 7].

С развитием материаловедения и нанотехнологий всё большее внимание уделяется синтетическим аналогам природных глин – искусственным слоистым силикатам. Основные мотивы создания таких материалов заключаются в стремлении к контролируемой, однородной структуре, минимальному содержанию примесей и возможности точного управления морфологией и поверхностными свойствами.

Первый важный аргумент – однородность структуры и состава. Природные глинистые минералы содержат разнообразные примеси (оксиды Fe, Ti, органические вещества, карбонаты и др.), а также структурные дефекты и полиминеральные включения, что снижает воспроизводимость и мешает сравнению между образцами. В синтетических глинах можно обеспечить химически чистые, стехиометрически заданные формулы и минимизировать нежелательные компоненты. Как отмечается в обзоре Carrado и др. синтетические глины позволяют получить материалы с высокой чистотой, узким распределением размеров и предсказуемостью структуры, что важно в исследованиях поверхностных явлений и адсорбции [8].

Второй аргумент – управляемая морфология и размер частиц. В синтетических условиях возможно контролировать скорость осаждения, условия поликонденсации, время созревания и температуру, что позволяет формировать диски, пластины или слоистые кристаллы с заданной толщиной и площадью поверхности. Это особенно важно, если материал используется как носитель или сорбент, поскольку поверхность и форма частиц сильно влияют на кинетику и равновесие адсорбции. В обзоре «Synthesis of clay

ISSN 3030-3907

minerals» подчеркивается, что синтетические слоистые силикатные материалы могут быть «приспособлены» (tailored) для конкретных задач, в отличие от природных аналогов [9].

Отсутствие нежелательных примесей и посторонних фаз делают их также перспективными. В природных образцах неизбежны включения кварца, полевых шпатов, металлов и органики, которые могут мешать физико-химическим измерениям и приводить к ложным результатам. Синтетические аналоги допускают методическую чистоту: высокая степень контроля над исходными реагентами, очистка исходных растворов и использование методов промывки/диализа. В книге *Handbook of Clay Science* отмечается именно это как одно из главных достоинств синтетической глинистой химии [1].

Вместе с вышеотмеченными достижениями при синтезе можно сразу интегрировать дополнительные атомы, допанты или функциональные группы (например, Li, Al, Fe, органические компоненты) с нужной концентрацией, что облегчит дальнейшую модификацию или создание композитов. Такая гибкость важна для создания материалов с заданной селективностью по отношению к загрязнителям.

Наконец, синтетические аналоги облегчают фундаментальные исследования: благодаря контролю над структурой и составом уменьшаются взаимные влияния параллельных факторов, что позволяет точнее изучать механизмы адсорбции, влияния заряда, дезагрегации и межслоевой кинетики.

Объекты и методы исследования: Текстурные характеристики лапонитов, включая удельную поверхность (Sуд), суммарный объём пор (ΣV) и средний диаметр пор (dпор), определялись методом низкотемпературной адсорбции азота при 77 К на установке статического типа Quantachrome Nova 1000e. Перед измерениями образцы дегазировали в вакууме при 100 °C в течение 12 ч. Изотермы адсорбции-десорбции регистрировали в диапазоне относительных давлений 0,005–0,995 P/P_0. Обработка экспериментальных данных проводилась по методу БЭТ для расчёта удельной поверхности, по методу t-Plot — для определения объёма микропор, а по методу Баррета–Джойнера–Халенды (BJH) — для оценки параметров мезопористости. Средний диаметр пор рассчитывали по соотношению Dcp = 4V/S. Распределение микропор по размерам и их объём (в среднем 1,15–1,17 нм) оценивали методом Horvath–Kawazoe (HK).

Результаты и их обсуждения Адсорбционную способность лапонитов по ионам меди (Cu^{2+}) определяли статическим методом из водных растворов с известной начальной концентрацией соли меди. Навеску адсорбента помещали в мерную колбу с определённым объёмом раствора и выдерживали

ISSN 3030-3907

при 25 ± 1 °C в течение заданного времени при постоянном перемешивании до установления равновесия. После фильтрования или центрифугирования остаточную концентрацию Cu^{2+} определяли спектрофотометрически или атомно-абсорбционным методом. Количество адсорбированной меди рассчитывали по разности между начальной и равновесной концентрациями по выражению:

$$q = (C_0 – C_e) \times V/m,$$

где C_0 и C_e — начальная и равновесная концентрации меди (мг/л), V — объём раствора (л), m — масса адсорбента (г). Степень удаления меди выражали в процентах как:

$$R = (C_0 – C_e)/C_0 \times 100.$$

На рис. 1 приведены изотермы адсорбции-десорбции азота на изучаемых лапонитах.

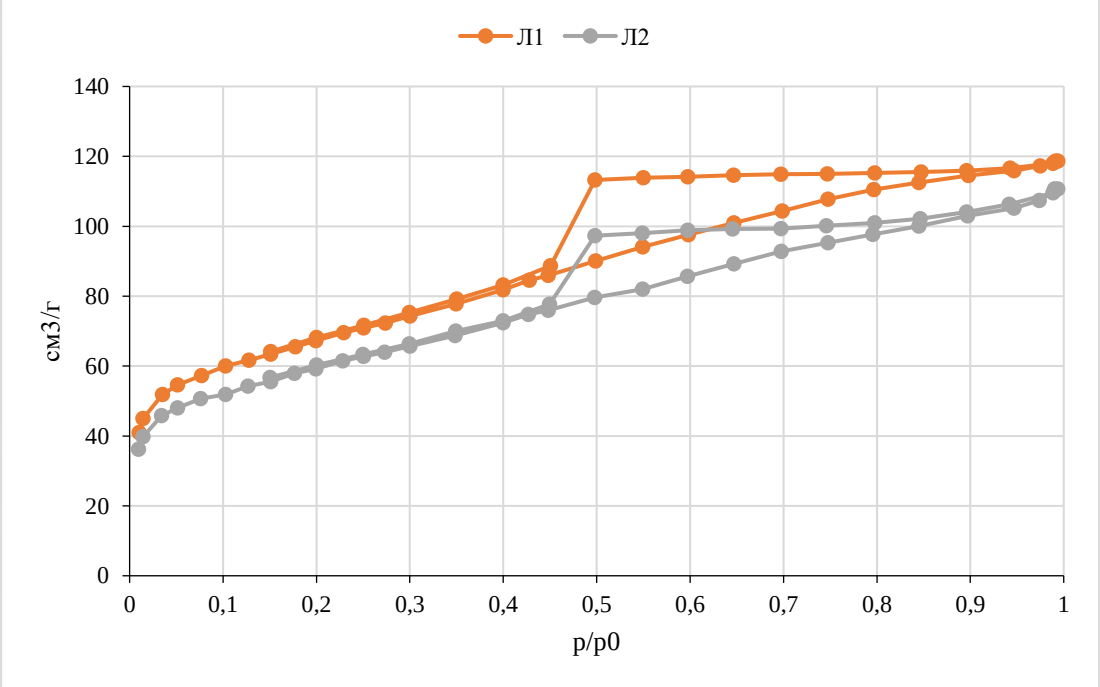


Рис. 1. Изотермы адсорбции-десорбции азота на образцах лапонита.

На представленной изотерме адсорбции-десорбции азота для образцов лапонита Л1 и Л2 наблюдаются типичные кривые мезопористых материалов. В обоих случаях изотермы соответствуют типу IV по классификации IUPAC, что характерно для материалов с развитой системой мезопор (2–50 нм).

На начальном участке ($p/p_0 < 0,3$) отмечается плавный рост объёма адсорбции, обусловленный заполнением микропор и сильным взаимодействием адсорбата с поверхностью твердой фазы. В интервале $p/p_0 \approx 0,4–0,6$ появляется характерный резкий скачок объёма адсорбции, свидетельствующий о капиллярной конденсации азота в мезопорах. Именно в этой области отчётливо формируется петля гистерезиса, отражающая

ISSN 3030-3907

различие путей адсорбции и десорбции типичная особенность для мезопористых структур с капиллярной конденсацией.

Форма гистерезиса ближе всего соответствует типу H3, характерному для агрегатов пластинчатых частиц или слоистых структур без замкнутых пор. Это согласуется с морфологией лапонита тонкодисперсного глинистого минерала с пластинчатой частицей и неравномерным распределением межчастичных зазоров, функционирующих как щелевидные мезопоры.

Сравнение кривых показывает, что образец Л1 (оранжевая линия) обладает более высоким общим объёмом адсорбции и более выраженным скачком при $p/p_0 \approx 0{,}45–0{,}5$, что указывает на большую пористость и больший объём мезопор. Образец Л2 (серая линия) демонстрирует аналогичную форму изотермы, но меньшие значения объёма адсорбции по всему диапазону давлений, что свидетельствует о менее развитой пористой структуре и, вероятно, более плотной упаковке частиц.

Таким образом, оба образца характеризуются мезопористой структурой с петлёй гистерезиса типа H3, однако лапонит Л1 имеет более развитую текстуру и большую сорбционную ёмкость по сравнению с Л2, что, вероятно, связано с различиями в условиях синтеза (золь-гель и автоклавная обработка).

Таблица-1

Текстурные характеристики образцов лапонита

Образец	$S_{уд}$, $м^2/г$	V_1, $см^3/г$	V_2, $см^3/г$	R, Å	Average pore hydraulic radius (V/A)
Л1	94,12	0,0289	0,1585	76,238	6,468
Л2	83,10	0,0196	0,1404	77,683	6,418

Как видно из данных табл. 2.11 Лапонит, синтезированный по золь-гель-методу (Л1), обладает более развитой пористой структурой по сравнению с образцом, полученным автоклавным способом (Л2). Его удельная поверхность составляет 94,12 $м^2/г$ против 83,10 $м^2/г$, что указывает на более значительное развитие поверхности и большее количество доступных активных центров. Объём микропор у Л1 также выше (0,0289 $см^3/г$ против 0,0196 $см^3/г$), что свидетельствует о большем количестве узких пор (<2 нм), ответственных за высокую сорбционную активность.

Объём мезопор у образца Л1 (0,1585 $см^3/г$) также превышает аналогичный показатель у Л2 (0,1404 $см^3/г$), что говорит о более развитой системе пор радиусом 2–50 нм, участвующих в диффузии и накоплении сорбата. Средние значения радиуса пор ($R \approx 76–78$ Å) и гидравлического радиуса (около 6,4 нм) у обоих образцов близки, то есть геометрический

ISSN 3030-3907

размер пор практически одинаков, а различие заключается именно в их объёмной доле.

Таким образом, лапонит Л1 характеризуется большей удельной поверхностью, повышенным объёмом микропор и мезопор, что обеспечивает ему более развитую текстуру и потенциально более высокую адсорбционную ёмкость. Различие, вероятно, связано с условиями синтеза: при золь-гель-методе формируется более рыхлая структура с большим количеством межчастичных пор, тогда как автоклавная обработка способствует частичному уплотнению частиц и снижению доступного порового пространства.

На рис. 2 приводятся изотермы адсорбции Cu^{2+} на изучаемых образцах лапонита.

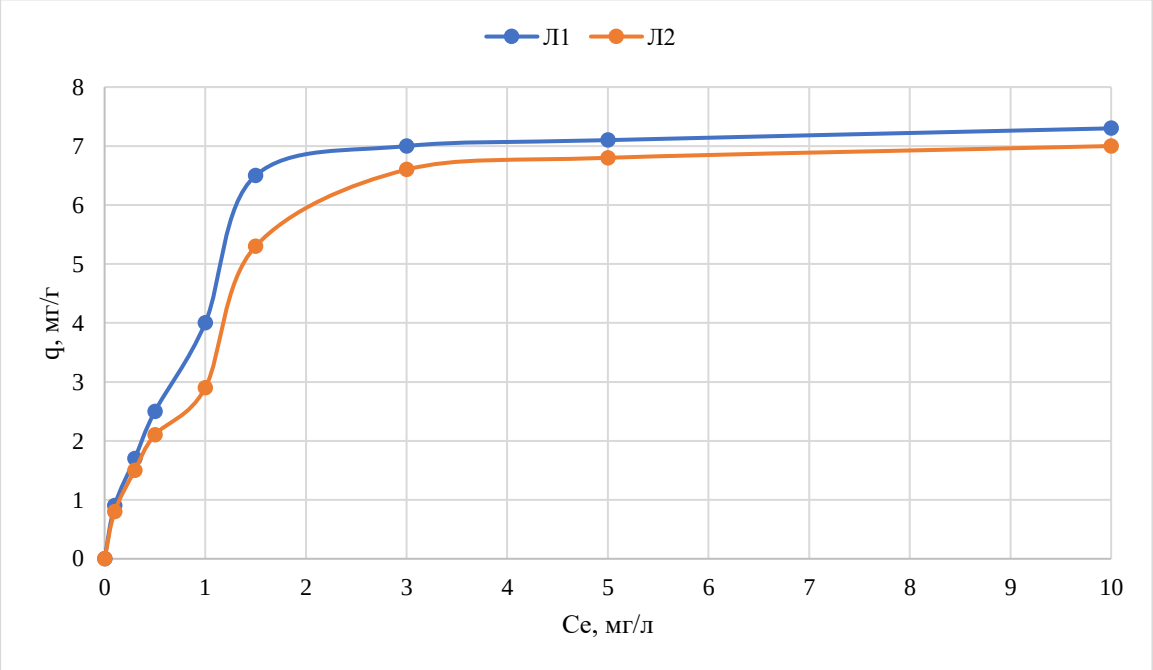


Рис. 2.6. Изотермы адсорбции адсорбции Cu^{2+} на изучаемых образцах лапонита.

Из представленных изотерм адсорбции ионов меди (Cu^{2+}) на образцах лапонита Л1 и Л2 видно, что оба материала проявляют высокую сорбционную активность, однако их ёмкость и форма кривых имеют различия, связанные с текстурными особенностями.

Обе изотермы относятся к типу L по классификации Джайлса, что характерно для процессов, протекающих на однородной поверхности с ограниченным числом активных центров. В начальной области концентраций (Ce < 1 мг/л) наблюдается резкий рост адсорбции, что указывает на сильное взаимодействие ионов меди с активными центрами поверхности. По мере увеличения концентрации равновесного раствора рост адсорбции постепенно замедляется, и кривые выходят на плато, что

ISSN 3030-3907

свидетельствует о достижении состояния насыщения поверхности адсорбента.

Максимальная сорбционная ёмкость (q_{max}) для лапонита Л1 составляет около 7,3 мг/г, а для Л2 7,0 мг/г, то есть разница достигает примерно 4–5 %. Более высокая адсорбционная способность образца Л1 связана с его большей удельной поверхностью и объёмом микропор, что обеспечивает большее количество доступных активных участков для координации ионов Cu^{2+}.

В области низких концентраций различие между кривыми наиболее заметно: лапонит Л1 быстрее достигает равновесного насыщения, что указывает на более высокое сродство активных центров к ионам меди. Для Л2 равновесие наступает при больших концентрациях, а максимальная ёмкость немного ниже, что согласуется с его меньшей пористостью и плотной упаковкой частиц.

Таблица-2

Параметры уравнения Ленгмюра для адсорбции меди

Показатель	Л1	Л2
q_{max}, мг/г	8,53	8,42
K_L, л/мг	1,1	0,8
R^2	0,9626	0,9672

По данным табл. 2 установлено, что адсорбция ионов меди (Cu^{2+}) на синтезированных лапонитах хорошо описывается моделью Ленгмюра, о чём свидетельствуют высокие значения коэффициента детерминации (R^2 = 0,9626 для Л1 и 0,9672 для Л2). Это означает, что процесс адсорбции протекает преимущественно на однородной поверхности с образованием мономолекулярного слоя и без существенного взаимодействия между адсорбированными частицами.

Максимальная адсорбционная ёмкость qmax для образца Л1 составляет 8,53 мг/г, что немного выше, чем у Л2 (8,42 мг/г). Более высокая ёмкость Л1 обусловлена его большей удельной поверхностью и более развитой системой микропор, что обеспечивает большее количество доступных активных центров для связывания ионов меди. Константа равновесия K_L, отражающая энергию взаимодействия адсорбата с поверхностью, также выше для Л1 (1,1 л/мг против 0,8 л/мг у Л2), что указывает на более сильное сродство активных центров к ионам Cu^{2+} и более быструю их фиксацию из раствора.

Таким образом, лапонит, полученный по золь-гель-методу (Л1), проявляет несколько более высокую адсорбционную способность и сродство к ионам меди, чем автоклавный образец (Л2). Это согласуется с его более развитой текстурой и большей удельной поверхностью.

ISSN 3030-3907

Выводы: Результаты комплексного исследования показали, что оба синтезированных образца лапонита обладают мезопористой структурой и высокой способностью к сорбции ионов меди из водных растворов. Золь-гель-образец (Л1) характеризуется большей удельной поверхностью (94,1 м²/г), большим объёмом микропор и, как следствие, более высокой адсорбционной ёмкостью по Cu^{2+} (8,53 мг/г) и повышенной константой сродства (K_L = 1,1 л/мг). Автоклавный лапонит (Л2) имеет несколько меньшую поверхность (83,1 м²/г) и адсорбционную ёмкость (8,42 мг/г), что связано с частичным уплотнением структуры в гидротермальных условиях.

Таким образом, метод синтеза оказывает заметное влияние на текстурные и адсорбционные свойства лапонитов. Золь-гель-метод обеспечивает более развитую микропористую структуру и высокую активность поверхности, тогда как автоклавная обработка приводит к более плотной структуре с немного меньшей ёмкостью, но сохраняющей высокую эффективность в процессах сорбции ионов тяжёлых металловИзучение характеристик органолапонитов

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Е.Н. Иванова, Н.Н. Бурмистрова, М.Б. Алехина, Т.В. Конькова: Адсорбенты для разделения газовой смеси кислород-аргон на основе пилларированных монтмориллонитовых глин / // Успехи в химии и химической технологии. – 2015. – Т. XXIX. – № 3. – С. 74-76.

2. S.M. Lee, D. Tiwari, Organo and inorgano-organo-modified clays in the remediation of aqueous solutions: An overview, Appl. Clay Sci., 59-60, 2012, 84-102.

3. Wen, K. An intercalant for Keggin-Al_{30} pillared montmorillonite. Applied Clay Science, 2019.

4. L. Zhu, R. Zhu, Simultaneous sorption of organic compounds and phosphate to inorganic-organic bentonites from water, Sep. Purif. Technol. 54 (2007) 71-76.

5. O.R. Pal, A.K. Vanjara, Removal of malathion and butachlor from aqueous solution by clays and organoclays, Sep. Purif. Technol. 24 (2001) 167-172.

6. S.L. Bartelt-Hunt, S.E. Burns, J.A. Smith, Nonionic organic solute sorption onto two organobentonite as a function of organic-carbon content, J. Colloid Interface Sci. 266 (2003) 251-258.

7. Ma Q., Huang X. PLA-laponite nanocomposites for biomedical applicationsnternational Journal of Biological Macromolecules. - 2024. - Vol. 237. - P. 167-173.

8. Nazirova R.M., Khoshimov A.A., Tadjiyev S.M., Mirsalimova S.R. //Investigation of solubility kinetics and interaction of stabilizing additive in production of complex fertilizers based on granular nitrate and stabilizing

ISSN 3030-3907

additives//Academicia an international multidisciplionary research journal. 2020. vol 10.issue 5,may page 657-664.
9. Wei X., Liu Z. Laponite-based drug delivery systems for sustained release // Pharmaceutical Research. - 2020. - Vol. 37. - P. 445-451.
10. Zhang M., Liu Y. Ag-laponite nanocomposites for biomedical applications // Biomaterials Advances. - 2024. - Vol. 148. - P. 214-220.
11. Parodia, A.; Prasniski, J. A.; Bertella, F.; Pergher, S. B. C. Keggin-Al_{13} Polycations: Influence of Synthesis and Intercalation Parameters on the Structural Properties of Al-*Pillared Clays.* Minerals, 2021, 11(11), 1211.
12. Икрамов, М., Назирова Р.М, Мирсалимова, С., Таджиев, С. //Новые виды суспендированных удобрений на основе местного сырья//. Монография. Фергана-Винница: ОО «Европейская научная платформа», 2020. 123 с. https://doi.org/10.36074/ik-na-mi-ta.monograph
13. Wang, M.; Pang, J.; Wang, J.; Niu, J. Recent advances in mono-lacunary Keggin-type polyoxometalate-based crystalline materials: From synthetic strategies to functional applications.Coordination Chemistry Reviews, 2024, 508, 215730.
14. Назирова Р.М., Таджиев., Мирсалимова С.Р., Кодирова М.Р//Сложные удобрения на основе азотнокислотной переработки необогащённой фосфоритной муки в присутствии нитрата аммония// Universum: технические науки: научный журнал. – № 6(75). Часть 3. М., Изд. «МЦНО», 2020.–стр.18-22. http://7universum.com/ru/tech/archive/category/675
15. Xing-yun Zou, Fei Xiao, Sheng-rong Liu, Xiao-qiang Cao, Lin Li, Ming Chen, Liang Dong, Xian-jun Lyu, Yu-jie Gai, Preparation and application of CPC/Keggin-Al30 modified montmorillonite composite for Cr (VI) removal, Journal of Water Process Engineering, Volume 37, 2020, 101348, https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101348.
16. Назирова Р.М, Таджиев С.М., Мирсалимова С.Р., Хошимов А.А.// Сложные удобрения на основе азотно-сернокислотной переработки необогащенной фосмуки, нитрата аммония и карбамида.“Проблемы современной науки и образования” научно-методический журнал. Издательство «Проблемы науки». Москва, 2020. № 5 (150). стр 20-25.

ISSN 3030-3907

ГИЛ АДСОРБЕНТЛАР ЁРДАМИДА САФЛОР МОЙИНИ ТОЗАЛАШ

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

Аннотация: Адсорбентлар минерал кислоталар билан ишлов берилганда, улар таркибидаги баъзи оксидлар эрийди ва модданинг юза қатлами ифлос ва пассив бирикмалардан тозаланади. Бу эса адсорбентнинг солиштирма фаол юза майдонини ошириш билан бирга, ранг берувчи моддаларни ютиш қобилиятини ҳам сезиларли даражада оширилади. Мазкур мақолада сафлор мойини маҳаллий гилларни кислотали активациялаш йўли билан олинган адсорбентлар ёрдамида тозалаш натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: гиллар, адсорбент, тозалаш, солиштирма юза, ифлослантирувчи моддалар.

Аннотация: При обработке адсорбентов минеральными кислотами происходит растворение части содержащихся в них оксидов и очистка поверхностного слоя вещества от примесей и пассивных соединений. Это, наряду с увеличением относительной активной поверхности адсорбента, значительно повышает его способность поглощать красящие вещества. В данной статье представлены результаты очистки сафлорового масла с использованием адсорбентов, полученных кислотной активацией местных глин.

Ключевые слова: глины, адсорбент, очистка, относительная поверхность, загрязняющие вещества.

Abstract: When adsorbents are treated with mineral acids, some of the oxides they contain dissolve and the surface layer of the substance is cleaned of impurities and passive compounds. This, along with increasing the relative active surface area of the adsorbent, significantly increases its ability to absorb coloring substances. This article presents the results of the purification of safflower oil using adsorbents obtained by acid activation of local clays.

Key words: clays, adsorbent, cleaning, relative surface, pollutants.

Кириш:

Ёғ-мой саноати ўз хом ашёсининг хилма-хиллиги ва ўзига хослиги, шунингдек, ёғларнинг инсоннинг озиқланиш рационидаги аҳамияти туфайли озиқ-овқат соҳасида асосий ўринни эгаллайди.

Ўсимлик ёғлари рационда муҳим аҳамиятга эга, чунки улар организм учун энергия ва қурилиш материаллари манбаи бўлиб, метаболизмни

ISSN 3030-3907

тартибга солиш, қон босими ва ортиқча холестерин ва бошқа моддаларни танадан олиб ташлашда иштирок этадиган муҳим моддалар билан таъминлайди [1].

Сафлор мойини озуқавий хусусиятлари ва соғлиқ учун фойдали жиҳатларига кўра кунгабоқар ва зайтун мойидан устун туради. Унинг таркибида 80 % гача линолен кислота, шунингдек, бошқа кўп тўйинмаган ёғ кислоталар мавжуд бўлиб, улар қон таркибидаги холестеринни камайтиришга ва турли касалликларга қарши курашишга ёрдам беради. Ёғлардан ёт моддаларни тозалаш жараёни қайта ишлаш деб аталади. Қайта ишлаш жараёнида нафақат кераксиз аралашмаларни олиб ташлаш, балки ёғ таркибидаги барча фойдали компонентларни сақлаб қолиш, уларнинг йўқолиши ва бузилишининг олдини олиш ҳам муҳимдир. Мой таркибидаги қўшимчаларга фосфатидлар, мумлар, қатронлар, эркин ёғ кислоталари, ароматик ва хушбўй моддалар, госсипол, шилимшиқ ва бошқалар киради [2].

Ёғ ва ёғларни қайта ишлашнинг замонавий усуллари учта тоифага бўлинади: физик (чўктириш, центрафугалаш, фильтрлаш); кимёвий (гидратация, ишқорий рафинациялаш); ва физик-кимёвий (адсорбцион тозалаш, дезодорация). Усулни танлаш аралашмаларнинг таркиби ва ҳажмига, уларнинг хусусиятларига ва мойдан мақсадли фойдаланишга боғлиқ. Кўпинча, тўлиқ тозалашга эришиш учун турли усулларнинг комбинацияси қўлланилади.

Фосфатидлар, стероллар ва токофероллар ёғларнинг биологик қийматини яхшилайди, мумлар, эркин ёғ кислоталари ва госсипол уларнинг сифатини пасайтиради. Бироқ, мойда фосфатидларнинг мавжудлиги ҳам унинг технологик хусусиятларига салбий таъсир кўрсатиб, қайта ишлаш ва гидрогенлаш жараёнларини мураккаблаштиради. Шунинг учун нефтни бирламчи қайта ишлаш унинг сифатини сақлаб қолишда муҳим рол ўйнайди. Суюқликларни, хусусан, ўсимлик мойларини тозалашнинг адсорбцион усуллари кўплаб мамлакатларда кенг қўлланилади, бунда асосан маҳаллий фаоллаштирилган гиллардан фойдаланади. Бугунги кунда хориждан олиб келинаётган фаоллаштирилган гил адсорбентлар сотиб олиш ўсимлик мойи тан нархини ошишига олиб келади.

Тадқиқот объекти ва мақсадлари: Шу мақсадда маҳаллий бентонитдан адсорбцион тозалаш учун адсорбентлар яратиш устида тадқиқот олиб борилди [3].

Монтмориллонит минераллари тузилиш жиҳатдан пирофиллитдан фақат панжарани шишириш қобилияти билан фарқланади ва табиатда жуда майда ва номукаммал кристаллар шаклида учрайди [4].

ISSN 3030-3907

Монтмориллонитнинг тузилиши унинг панжарасидаги мумкин бўлган изоморф алмаштиришларни ҳисобга олган ҳолда пирофиллит-талк тузилишига ўхшайди [5]. Табиий бентонитлар соф ҳолда кичик сирт майдонига эга (59-90 $м^2$) [6].

Ўзбекистонда, хусусан, Тошкент, Бухоро, Хоразм, Навоий, Фарғона, Самарқанд вилоятлари ва Қорақалпоғистон Республикасида адсорбцион хусусиятга эга бўлган 100 дан ортиқ табиий гил конлари мавжуд [7,8].

Бентонит гиллари турли хил гил материаллардан ташкил топган ва уларнинг асосий таркибий қисмлари: Al_2O_3:SiO_2 нисбати билан монтмориллонит ва бейделит 1:2-1:4 оралиғида тенг [9].

Олинган натижалар ва уларнинг муҳокамаси: Бентонитнинг таркибий хусусиятлари шуни кўрсатадики, самарали адсорбент олиш учун бир қатор бойитиш ва фаоллаштириш жараёнлари амалга оширилиши керак. Албатта, юқори фаол адсорбент олиш учун хом ашёнинг ҳолатини ҳисобга олиш керак, чунки унинг таркибида ранг берувчи оксидлар, жумладан, темир ва титан оксидлари ва бошқалар кўп бўлган ҳолда қазиб олинади [10,11].

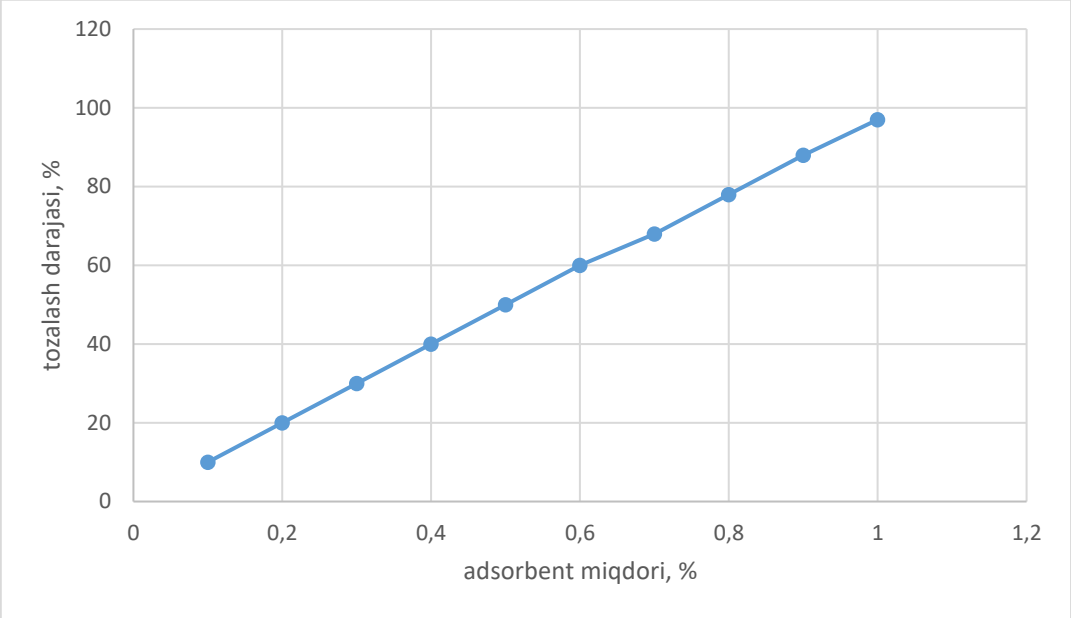
Гилларни кислотали фаоллашувининг оқилона режимларида микроғоваклар йўқолади, адсорбент юзасида водород боғлари сони ортади, улар юқори молекуляр моддаларни ўз ичига олган мойли эритмаларни тозалаш учун зарур бўлган жуда кичик ўлчамли ғоваклар (3-20 нм) билан сезиларли даражада бойитилади [12].

Шу мақсадда илгари Крантау бентонитига кислота билан ишлов бериш натижасида олинган, ишлаб чиқилган гил адсорбентлари ёрдамида адсорбцион тозалаш бўйича тадқиқот ўтказилди [13].

Сафлор мойини тозалашни контакт усули қуйидаги шароитларда амалга оширилди: 70 °С ҳароратда, аралаштириш тезлиги 400-500 айл/мин, турли миқдорда адсорбент билан амалга оширилади.

1-расмда олинган адсорбентлар томонидан тозалаш даражасининг ўзгариши кўрсатилган.

ISSN 3030-3907



3.11-расм. Тозалаш даражасининг киритилган адсорбент миқдорига боғлиқлиги

1-расмдан кўриниб турибдики, адсорбент миқдори ортиши билан тозалаш даражаси ҳам ортади, аммо адсорбент миқдори ортиши билан ёғнинг чиқиши пасаяди, бу эса ҳосил бўлган ёғнинг нархига таъсир қилади. Кейинчалик, киритилган адсорбент миқдорининг физик-кимёвий кўрсаткичларга таъсири ўрганилди.

1-жадвал.

Сафлор мойини гил адсорбентлари билан оқартиришдан олдин ва кейин натижалар

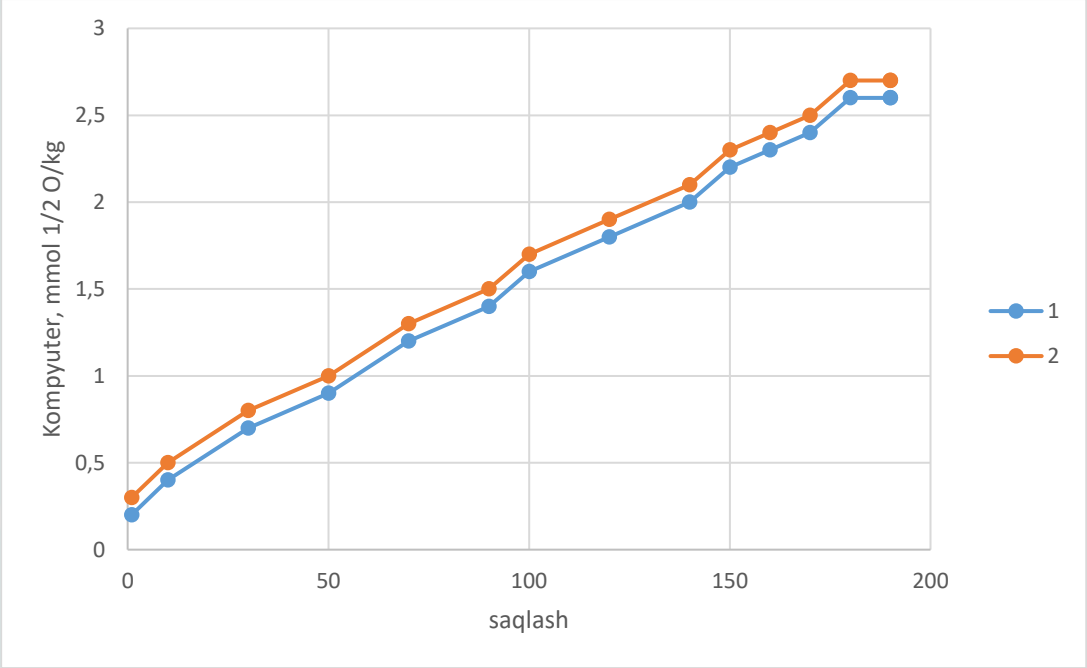
Кўрсаткич-лар номи	Сафлор мойининг дастлабки кўрсаткич-лари	Ўсимлик ёғини оқартирилгандан кейинги кўрсаткичлари			
		Гил адсорбент миқдори			Покистон гил адсорбенти (назорат)
		0,25	0,5	1.0	
Ранг рақами, мг J_2	18	10	8	6	7
Кислота сони, мг КОН/г	2.6	2.1	1.8	1.5	1.5
Пероксид қиймати, ммол фаол кислород, кг	4.5	4.0	3.4	2,9	3.0

ISSN 3030-3907

Адсорбент-нинг мой сиғими, %	-	45	45	45	42

1-жадвалдан кўриниб турибдики, адсорбент миқдорининг умумий ёғ массасининг 0,25 дан 1,0 % гача кўтарилиши билан ранг, кислота сони ва пероксид сони мос равишда 15 дан 6 мг / г J_2, кислоталилик кўрсаткичи 2,6 дан 1,5 мг гача КОН/г гача, пероксид қиймати эса 4.4 дан 2,9 м\моль фаол кислородгача, (кг) камаяди. Бундан ташқари, 1 % адсорбент қўшилиши билан олинган қийматлар назорат намунасига тенг. Бу Крантау конидан кислотали ишлов бериш натижасида олинган бентонит импорт қилинган адсорбентдан кам эмаслигини тасдиқлайди .

Сафлор мойининг оксидланиш барқарорлиги мой сифатининг асосий кўрсаткичидир. Натижалар 2-расмда кўрсатилган.



2-расм. Перекис сонининг (ПС) ўзгаришини ишлаб чиқилган гил адсорбентлари билан оқартирилгандан кейин мойларни сақлаш муддатига боғлиқлиги

1-таклиф қилинган адсорбентлар билан оқартирилгандан кейин;

2-импорт қилинган Покистон адсорбент билан оқартирилгандан кейин.

2-расмда сақлаш вақти билан пероксид сони кинетикасининг ўзгариши кўрсатилган. Кўриниб турибдики, пероксид сони вақт ўтиши билан ортиб боради, бу ёғнинг сифати ёмонлашишини кўрсатади. Ўртача, нормал шароитда ёғнинг сақлаш муддати 1-2 йил. Бироқ, ДАСТ ларда келтирилган талабларга риоя қилмаслик мойнинг ёмонлашишини тезлаштириши мумкин. 150 кун давомида пероксид сони 0,3 ммол ½ O / кг дан 2,8 ммол ½ O / кг гача ўзгаради, бу деярли беш бараварга кўпайганини билдиради.

ISSN 3030-3907

Ҳулоса: Шундай қилиб, маҳаллий бентонитлардан олинган гил адсорбентлари сафлор мойини оқартириш учун қўлланилиши мумкин. Сафлор мойини оқартириш учун 1% гил адсорбентидан фойдаланилганда ранги 15 мг / J_2 дан 6 мг / J_2, кислоталилик кўрсаткичи 2,6 дан 1,5 мг КОН/г гача, фаол кислород миқдори 4,5 дан 3,0 ммол / кг гача ўзгаради. Тавсия этилган адсорбент билан оқартирилгандан сўнг мойнинг оксидланиш барқарорлигини ўрганиш шуни кўрсатадики, 150 кун ичида мойнинг сифати ДАСТ талабларида келтирилган мейёрлардан ошмайди ва импорт қилинган адсорбентникидан пастроқ.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Патент РФ 2459863, МПК C11B 3/00, B01J 20/22. Способ очистки растительных масел с применением подсолнечной лузги/ Ковалев. Ю.Н., Канифатов Е.Г. Общество с ограниченной ответственностью "ЮНКАгропродукт"; опубл. 27.08.11, Бюл. №24. –4 с.: https://yandex.ru/patents/doc/RU2459863C1_20120827.
2. Camas N, Cırak C, Esendal E. (2007). Seed Yield, Oil Content and Fatty Acids Composition of Safflower. Grown In Northern Turkey Conditions. Journal of Faculty of Agriculture. 2007; 22(1):98-104.
3. Bhat ZF, Pathak V, Bukhari SAA, Ahmad SR. Physicochemical and organoleptic evaluation of oat bran. Beverage and Food World. 2010;37(6):37–43.
4. Ездаков В.Н. Адсорбционные свойства глин Узбекистана. Автореф. докт. диссертации Ташкент, 1961-47 с.
5. Арипов Э.А. Природные минеральные сорбенты, их активирование и модифицирование. Ташкент: Фан, 1970-250 с.
6. Овчаренко Ф.О. Гидрофильность глин и глинистых минералов. Киев, Изд-во АН Украины, 1961, 291 с.
7. Изучение отбельных земель месторождений Средней Азии //под рук. Залесова Ю.П.// Отчет САФ ВНИИЖ, 1956-52 с.
8. Орипов Э.О. Табий минерал сорбентлар ва фармация// Кимё ва фармация.1993, №2, 28-37 б.
9. Быков В.Т. Структура и адсорбционные свойства природных сорбентов. В сб. Природные сорбенты. М.: Наука, с.77-87.
10. Викулова М.Ф. Глинистые пароды- В кн: Справочное руководство по петрографии осадочных пород.Л.: Недра, 1958, т.2, с.147-188.
11. Рекшинская Л.Г. Атлас электронных микрофотографии глинистых минералов и их природных ассоциаций в осадочных породах, М.: Недра, 1966, 230 с.
12. Абдурахимов С.А., Бахтияров С.Б., СалимовЗ.С., Латипов Б.Х., Тиллаева Г.У. Оценка степени осветления масла и избирательность адсорбента и

ISSN 3030-3907

сопутствующим триацилглицеринам веществ. Узбекский химический журнал, 1998, №1, с.66-69.

13. Салиханова Д.С. Мамажонова М.А. Исмаилова М.А. Сагдуллаева М.Ш. Рузметова Д.Т. Азимова Д.А. Савриева Д.Д. Изучение влияния кислотной активации бентонита на текстурные и адсорбционный свойства // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Салиханова Д.С. [и др.]. 2024. 11(128). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18496 (дата обращения: 14.12.2024).

ISSN 3030-3907

MASAFAVIY TA’LIMDA “MUXANDISLIK GRAFIKASI” FANINI O‘QITISH METODLARI

A.T.Azimov
Toshkent davlat texnika universiteti
K.A. Aripova
Toshkent davlat texnika universiteti
N.S. Tairova
Toshkent davlat texnika universiteti
B.X.Muradov
Toshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada masofaviy ta’lim sharoitida “Мухандислик графикаси” fanini o‘qitish metodlari tahlil qilinadi. Tadqiqotda zamonaviy elektron resurslar, interaktiv platformalar, multimedia vositalari, CAD dasturlari va virtual laboratoriyalar yordamida ta’lim jarayonini samarali tashkil etish usullari ko‘rib chiqildi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, masofaviy ta’lim usullari talabalar mustaqil ishlash qobiliyatini oshiradi, o‘quv jarayonini moslashtirilgan va individual yondashuv asosida olib borishga imkon beradi, amaliy ko‘nikmalarni rivojlantiradi va fan o‘qitish sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi.

Kalit so‘zlar: masofaviy ta’lim, инженерия графикаси, elektron o‘quv resurslari, virtual laboratoriya, interaktiv o‘qitish metodlari, CAD dasturlari, multimedia.

Аннотация: В статье анализируются методы преподавания дисциплины «Инженерная графика» в дистанционной форме обучения. В ходе исследования рассматриваются методы эффективной организации учебного процесса с использованием современных электронных ресурсов, интерактивных платформ, мультимедийных средств, программ автоматизированного проектирования и виртуальных лабораторий. Результаты показывают, что методы дистанционного обучения повышают способность студентов к самостоятельной работе, позволяют реализовать адаптивный и индивидуальный подход к учебному процессу, развивать практические навыки и значительно повышают качество преподавания предмета.

Ключевые слова: дистанционное обучение, инженерная графика, электронные образовательные ресурсы, виртуальная лаборатория, интерактивные методы обучения, САПР, мультимедиа.

Abstract: This article analyzes the methods of teaching the subject "Engineering Graphics" in distance learning. The study examined methods for effectively organizing the educational process using modern electronic resources, interactive platforms, multimedia tools, CAD programs and virtual laboratories. The results show that distance learning methods increase students' ability to work

ISSN 3030-3907

independently, allow for an adapted and individual approach to the educational process, develop practical skills and significantly improve the quality of teaching the subject.

Keywords: distance learning, engineering graphics, electronic learning resources, virtual laboratory, interactive teaching methods, CAD programs, multimedia.

Kirish

Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining tez rivojlanishi ta’lim jarayonlarini tubdan o‘zgartirdi. Ayniqsa, masofaviy ta’lim (online learning) sohasida yangi metod va yondashuvlarni joriy etish ta’lim sifati va samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Muhandislik grafikasini o‘qitish esa talabalar uchun nafaqat chizmachilik va loyihalashtirish ko‘nikmalarini shakllantirish, balki texnik tafakkur va vizual tafsir qobiliyatlarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

An’anaviy dars jarayonlarida bu fan ko‘pincha auditoriya sharoitida, real chizmachilik asboblari va materiallardan foydalanib o‘tiladi. Biroq, masofaviy ta’lim tizimlari talabalar uchun yangi interaktiv platformalar, 3D-modellashtirish dasturlari va onlayn simulyatsiya vositalarini taqdim etadi. Shu sababli, “Muhandislik grafikasini masofaviy ta’limda o‘qitish metodlari” mavzusi nafaqat o‘quv jarayonining samaradorligini oshirish, balki texnologik yondashuvlarni o‘rganish va amaliyotga joriy etish nuqtai nazaridan ham dolzarb hisoblanadi.

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi – masofaviy ta’lim sharoitida muhandaslik grafikasini o‘qitish metodlarini tahlil qilish, ularning samaradorligini baholash va talabalar faoliyatini optimallashtirish usullarini aniqlashdir. Tadqiqotning vazifalari sifatida: mavjud metodologiyalarni o‘rganish, interaktiv vositalarni sinovdan o‘tkazish va o‘quv jarayonini takomillashtirish yo‘llarini ishlab chiqish belgilangan.

Muhandislik grafikasi – bu muhandislik sohasidagi chizmalar, loyihalar va texnik tasvirlarni tayyorlash, o‘qish va tahlil qilish bilimlarini o‘rgatuvchi asosiy fanlardan biridir. An’anaviy ta’lim sharoitida bu fan laboratoriya mashg‘ulotlari, amaliy chizmalar va real loyihalar orqali o‘qitiladi. So‘nggi yillarda masofaviy ta’lim texnologiyalari rivojlanib, muhandislik grafikasi kabi amaliy fanlarni onlayn shaklda o‘qitish imkoniyati paydo bo‘ldi.

Masofaviy ta’limning afzalliklari:

- Talabalar uchun vaqt va joy cheklovlarini kamaytiradi;
- Individual o‘quv rejasi tuzish imkonini beradi;
- Turli interaktiv vositalar orqali bilimlarni mustahkamlashni ta’minlaydi;
- Amaliy mashg‘ulotlarni virtual laboratoriya va CAD dasturlari yordamida amalga oshirish imkonini beradi;
- Talabalar mustaqil ishlash va o‘z-o‘zini boshqarish ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, masofaviy ta’lim talabalar motivatsiyasini oshirish va fanlarni qiziqarli tarzda o‘rgatish imkonini yaratadi.

Adabiyotlar tahlili

So‘nggi yillarda masofaviy ta’lim va muhandislik grafikasi bo‘yicha tadqiqotlar interaktiv metodlar va elektron resurslardan foydalanish samaradorligini ko‘rsatmoqda.

Tadqiqot natijalari:

1. **Smith (2021)**: Virtual laboratoriyalar va CAD dasturlarining qo‘llanilishi talabalar amaliy ko‘nikmalarini 25–35% oshiradi.

2. **Karimova (2022)**: Masofaviy ta’lim platformalaridan foydalangan holda o‘qitish talabalarning o‘z-o‘zini boshqarish qobiliyatini sezilarli darajada yaxshilaydi.

3. **Johnson va boshq. (2020)**: Multimedia vositalari va interaktiv modullar yordamida talabalarning fanlarni qabul qilish tezligi va qiziqishi oshadi.

Tahlil: Adabiyotlar shuni ko‘rsatadiki, masofaviy ta’lim talabalar va o‘qituvchilar o‘rtasida interaktiv aloqani oshiradi, talabalarning amaliy ko‘nikmalarini rivojlantiradi, va o‘quv jarayonini individuallashtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, texnologik cheklovlar (internet sifati, texnik vositalar yetishmasligi) masofaviy ta’lim samaradorligini pasaytirishi mumkin.

Tadqiqot maqsadi va vazifalari

Maqsad: Masofaviy ta’lim sharoitida muhandislik grafikasi fanini o‘qitish metodlarini aniqlash va samaradorligini baholash.

Vazifalar:

1. Masofaviy ta’lim platformalarining samaradorligini tahlil qilish;
2. Virtual laboratoriya va CAD dasturlarining amaliy mashg‘ulotlarga ta’sirini o‘rganish;
3. Talabalar va o‘qituvchilar fikrini so‘rovnomalar orqali aniqlash;
4. O‘quv jarayonida interaktiv metodlarni qo‘llashning afzalliklari va kamchiliklarini aniqlash.

Metodologiya

Tadqiqot quyidagi metodlar asosida olib borildi:

1. **Tajriba-uslubiy metod:** Masofaviy ta’lim sharoitida muhandislik grafikasi fanini o‘qitish tajribasi o‘rganildi.
2. **So‘rovnomalar va intervyular:** Talabalar va o‘qituvchilarning qiyinchiliklari, afzalliklari va maslahatlarini aniqlash uchun so‘rovnomalar o‘tkazildi.
3. **Analitik metod:** Masofaviy ta’lim vositalari va elektron resurslarning samaradorligi baholandi.
4. **CAD va virtual laboratoriyalar:** Talabalar o‘z mustaqil ishlarini virtual laboratoriya va CAD dasturlari yordamida bajardilar.

ISSN 3030-3907

5. **Interaktiv darslar:** Zoom va Microsoft Teams platformalarida jonli mashg‘ulotlar tashkil qilindi, talabalar chizmalarni real vaqt rejimida ko‘rsatdilar va tahlil qildilar.

6. **Ma’lumotlarni statistik tahlil:** Tadqiqot natijalari Excel va SPSS dasturlari yordamida tahlil qilindi, grafik va jadvallar orqali vizual tarzda taqdim etildi.

Natijalar

1-jadval

Virtual laboratoriya va CAD dasturlarining samaradorligi (%)

Metod	**Bilim o‘zlashtirish (%)**	**Amaliy ko‘nikmalar (%)**
An’anaviy ta’lim	70	65
Virtual laboratoriya	85	90
CAD dasturlari bilan	88	92
Interaktiv mashg‘ulotlar	90	95

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, virtual laboratoriya va CAD dasturlaridan foydalangan holda amaliy mashg‘ulotlar samaradorligi sezilarli darajada oshadi.

Natijalar xulosalari:

- Talabalar interaktiv darslar orqali amaliy ko‘nikmalarini yaxshiroq egallashdi;
- Virtual laboratoriya va CAD dasturlari yordamida chizmalarni tayyorlash va tahlil qilish 30–35% samaraliroq bo‘ldi;
- So‘rovnomalar natijasida talabalar 85–90% holatda darslarni o‘z vaqtida va samarali o‘zlashtirishlarini ta’kidlashdi;
- Muntazam feedback tizimi orqali o‘qituvchi va talabalar o‘rtasida samarali aloqa o‘rnatildi.

Muhokama

Masofaviy ta’lim sharoitida muhandislik grafikasi fanini o‘qitishda quyidagi jihatlar muhim:

1. **Interaktiv va vizual vositalar:** Multimedia va CAD dasturlari talabalar amaliy ko‘nikmalarini rivojlantiradi.
2. **Virtual laboratoriyalar:** Amaliy mashg‘ulotlarni uy sharoitida amalga oshirish imkonini beradi, laboratoriya jihozlarining yetishmasligi muammosini bartaraf qiladi.
3. **Individual yondashuv:** Har bir talaba o‘z tezligi va qobiliyatiga moslashgan rejada ishlaydi.
4. **Texnologik cheklovlar:** Internet sifati va texnik vositalar talabalar o‘quv jarayonini cheklashi mumkin.

ISSN 3030-3907

5. **Mentorlik va feedback:** O‘qituvchining individual yondashuvi va muntazam baholash tizimi talabalarning bilimini mustahkamlaydi.

Shuningdek, masofaviy ta’lim talabalarga nazariy bilimlarni mustahkamlash bilan birga amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirish imkonini beradi, bu esa kelajakdagi ish faoliyatida samarali ishlashga yordam beradi.

Xulosa

Masofaviy ta’limda “Мухандислик графикаси” fanini o‘qitish quyidagi jihatlar asosida samarali bo‘ladi:

- Interaktiv darslar va multimedia resurslardan foydalanish;
- Virtual laboratoriya va CAD dasturlarini integratsiya qilish;
- Masofaviy ta’lim platformalari orqali muntazam feedback ta’minlash;
- Talabalarning mustaqil ishlash va o‘z-o‘zini baholash qobiliyatini rivojlantirish;
- Amaliy mashg‘ulotlarni jonli va virtual tarzda birlashtirish.

Kelajakda masofaviy ta’lim metodlarining takomillashuvi fan o‘qitish sifatini yanada oshirish, amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirish va talabalarning motivatsiyasini yuqori darajada saqlash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Smith, J. (2021). *Virtual Laboratories in Engineering Education: Enhancing Practical Skills*. Journal of Online Engineering Education, 15(3), 45–60.
2. Karimova, D. (2022). *Masofaviy ta’limda muhandislik grafikasi fanini o‘qitish metodlari*. Tashkent: O‘zbekiston Milliy Universiteti Nashriyoti.
3. Johnson, P., Lee, A., & Roberts, M. (2020). *Interactive Learning Tools for Engineering Graphics in Remote Education*. International Journal of Engineering Pedagogy, 10(2), 12–28.
4. UNESCO. (2021). *Guidelines for Remote Teaching and Learning in Engineering Education*. Paris: UNESCO Publishing.
5. Moodle Documentation. (2023). *Using Moodle for Distance Learning in Technical Subjects*. Retrieved from https://docs.moodle.org
6. Autodesk. (2022). *CAD Software for Engineering Education: Teaching and Learning in Remote Settings*. Autodesk Education Resources.
7. Moore, M. G., & Kearsley, G. (2019). *Distance Education: A Systems View of Online Learning*. 4th Edition. Cengage Learning.

ISSN 3030-3907

QAYTA ISHLANADIGAN TABIIY GAZLARINI GAZSIMON VA DISPERS ZARRACHALARDAN TOZALASH TEXNOLOGIYASI

Dustqobilov Eldor Nurmamatovich
Qarsh davlat texnika universiteti
0009-0003-3703-0860
Yuldashev Toshmurza Raxmanovich
Qarsh davlat texnika universiteti
0009-0002-4978-1218

Annotatsiya. Bugungi kunda yer osti va yer usti tabiiy boyliklarimizni qayta ishlashda atmosferaga chiqarilayotgan zararli komponentlarning hisobiga tkologiyadagi muammolarni yomonlashayotganligiga bog‘liq ravishda sanoat gazlarining tashlanmasini gazsimon va dispers zarrachalaridan tozalash dunyoda va respublikamiz miqyosida umumiy milliy muammolarga aylanib bo‘lganligi sababli tabiiy gaz xomashyosini talablar darajasida tozalash masalalari maqolada ko‘rib chiqilgan. Bu ilmiy maqolada gidroliz sanoati korxonalarining sanoat gazlarini tozalash bilan bog‘liq bo‘lgan masalalar ko‘rib chiqilgan bo‘lib, qaysiki, ular ekologik xavfni oshiruvchi manbalardan hisoblanadi hamda tarmoq uchun ekologik talablarni o‘ta murakkablashtirish muammolari va tashlanmalar uchun to‘lovlarning o‘lchamini keskin oshishi bilan bog‘liqligi ishlari tadqiqotlangan.

Kalit so‘zlar. dispers, gazsimon, parnik effekti, gidroliz sanoati, rektifikatsiya, tashlanmalar, pardali apparatlar, kondensatsiya.

Аннотация. В настоящее время, в связи с обострением технологических проблем, связанных с выбросами вредных компонентов в атмосферу при переработке наших подземных и поверхностных природных ресурсов, очистка промышленных газовых выбросов от газообразных и дисперсных частиц стала общенациональной проблемой в мире и в нашей республике, и в статье рассматриваются вопросы очистки природного газового сырья на требуемом уровне. В данной научной статье рассматриваются вопросы, связанные с очисткой промышленных газов предприятий гидролизной промышленности, являющихся источниками повышенного экологического риска, а также исследуются проблемы ужесточения экологических требований к отрасли и резкого увеличения размеров платежей за выбросы.

Ключевые слова. дисперсный, газообразный, парниковый эффект, гидролизное производство, ректификация, отходы, завесные аппараты, конденсация.

Annotation. Currently, due to the aggravation of technological problems associated with the emission of harmful components into the atmosphere during the processing of our underground and surface natural resources, the purification of industrial gas emissions from gaseous and dispersed particles has become a

national problem in the world and in our republic, and the article discusses the issues of cleaning natural gas feedstock to the required level. This scientific article examines issues related to the purification of industrial gases from hydrolysis industry enterprises, which are sources of increased environmental risk, and also examines the problems of tightening environmental requirements for the industry and a sharp increase in the size of emissions fees.

Keywords. dispersed, gaseous, greenhouse effect, hydrolysis production, rectification, waste, curtain apparatus, condensation.

Kirish.

Dispers – halqali ikki oqimli sanoat gazlarini gazsimon va dispers zarrachalardan samarali tozalash, gidrodinamika va massa almashishning eksperimental va nazariy tadqiqotlarining natijalarini ko‘rib chiqamiz. Apparatlar ishlab chiqilgan bo‘lib, nisbiy katta bo‘lmagan energetik xarajatlarda o‘rnatilgan chegaraviy ruxsat etilgan (ChRET) zararli tashlanmalarni pasaytirish imkoniyatini beradi.

Ekologik muammolarni yomonlashayotganligiga bog‘liq ravishda sanoat gazlarining tashlanmasini gazsimon va dispers zarrachalaridan tozalash dunyoda va respublikamiz miqyosida umumiy milliy muammolarga aylangan. Respublikamizda bu muammolar muhim ahamiyatga ega bo‘lib, tabiatni quriqlash korxonalari tomonidan zaruriy e’tiborni qaratmasligi tufayli, tabiatni va atmosfera muhitini ifloslanish darajasi oshib ketmoqda.

O‘zbekiston Respublikasida 1999 yilda 12 oktabrda Kiot bayonnomasi ratifikatsiya qilingan va shunga asosan 2005 yil 16 fevraldan kuchga kirgan. Kiot bayonnomasi bo‘yicha O‘zbekistonda chiqindi gazlarning 6 ta turi nazorat qilinadi: uglerod oksidi (CO_2), metan (CH_4), azot oksidi (N_2O), perfuglevodorodlar (PFU), gidroftoruglevodorodlar (SF_2).

Tahillar va natijalar: Parnik effekti yer atmosferasidagi gazlarning tarkibini o‘zgartirib yuboradi. Atmosferadagi gazning konsentratsiyasini kuchayishi natijasida yerga kirib keladigan “infraqizil” nurlarni yutib oladi hamda issiqlikning bir qismini atmosferada ushlab qoladi va o‘z navbatida bunday holat planetada iqlimning global isib ketishiga olib keladi.

CO_2 parnik gazlari bo‘lib hisoblanadi (uglerod dioksidi, CO_2) va uning hisobiga 80 %, metanning effekti hisobiga esa (CH_4) – 20 % ga yaqin parnik effekti paydo bo‘ladi, boshqa gazlarning parnik effekti esa iqlimning o‘zgarishiga kam ta’sir qiladi. So‘nggi o‘n yillik oralig‘ida yer atmosferasida CO_2 ning miqdori 3 martadan ko‘p, metan esa - 2,5 martadan ko‘proq ko‘paygan.

Bugungi kunda sanoat gazlaridan tejamkorlik bilan foydalanish butun jahon amaliyotida muammoli masalalardan biri bo‘lib qolmoqda. Dunyoda har yili 180

ISSN 3030-3907

mlrd.m^3 sanoat gazi atmosferaga yoqib yuboriladi. Bunday holat qazib oladigan davlatlarning ekologiyasiga va iqtisodiyotiga katta zarar keltirayotganligi tabiiy holdir (1-jadval).

Dunyo mamlakatlari ichida Nigeriya va Rossiya davlatlarida chiqindi gazlarni yoqish ulushi eng ko‘p hisoblanadi. Atmosferaga mash’ala gazlarini yoqish hisobiga chiqindilarni chiqarilishi evaziga insonlarning sog‘ligiga xavf tug‘dirilmoqda, zararli moddalar juda katta miqdorda ko‘paymoqda, uning tarkibidagi zararli metallar har xil turdagi og‘ir kasalliklarni keltirib chiqarmoqda.

Bu ilmiy maqolada gidroliz sanoati korxonalarining sanoat gazlarini tozalash bilan bog‘liq bo‘lgan masalalar ko‘rib chiqilgan bo‘lib, qaysiki, ular ekologik xavfni oshiruvchi manbalardan hisoblanadi ya’ni, tarmoq uchun ekologik talablarni o‘ta murakkablashtirish muammolari va tashlanmalar uchun to‘lovlarning o‘lchamini keskin oshishi bilan bog‘liqdir.

1-jadval

Yoqiladigan yoki atmosferaga chiqariladigan sanoat gazi hajmining dunyo regionlari bo‘yicha taqsimlanishi

№	Regionlar	Hajmi, mlrd m^3/yil
1	Shimoliy Amerika	17
2	Markaziy va Janubiy Amerika	10
3	Afrika	37
4	Yaqin va O‘rta Sharq	16
5	Osiyo	20
6	MDH	32
7	Yevropa	3
	Jami	135

Gidroliz sanoati korxonalarida texnologik jarayonlarni va jihozlarni takomillashtirilmaganligi bilan bog‘liq holda atmosferaga chiqib ketuvchi gazlarni to‘planishi, uning tarkibida har xil zararli gazlarning mavjudligi, organik hosil bo‘lgan bug‘lar, suyuqlikning mayda dispersli tomchilari, birlamchi xomashyoning qattiq zarrachalari (changlar), lignin, quyqumlar, qurumlar va boshqalar mavjud bo‘ladi. Birinchi navbatda atmosferaning tozalik holatiga asosiy ishlab chiqarish sexlarining tashlanmalari ta’sir qiladi:

-tarkibida nordon uglerod gazi bo‘lgan achitqilardan ishlangan havo, oziqlantiruvchi muhit va jonli mikroorganizmlar, issiqlikni tashigich, tarkibida suyuqlikning bug‘lari mavjud bo‘lgan quritgich tashlanmalari va o‘lchamlari 3-16 mkm. bo‘lgan quruq mikroorganizmlarining zarrachalari;

-gidroliz apparatlar, asbob-uskunalar va tindirgichlarni tashlanmalarning ekologik xavfliligi birinchi navbatda gazda furfurolning mavjudligi bilan bog‘liqdir;

ISSN 3030-3907

-rektifikatsiya kolonnasidan chiqqan kondensatsiyalanmagan gazlarning tashlanmasini tarkibida metanol va butun bir qator organik kislotalar mavjud bo‘ladi.

Bunda qozonxonalarni va yordamchi bo‘linmalarning tashlanmalari ham mavjud. Masalan, bir ohaktoshli pechning tashlanmasining hajmi 30000 m^3/soat bo‘lganda atmosferaga har yili 2,5 t qattiq zarralarni, 7,7 t azotning ikki oksidini, 8,5 t oltinguugrt ikki oksidini, 0,6 t uglerod ikki oksidini chiqaradi.

Gidroliz sanoati karxonalarida gazlarni tozalashni tashkillashtirishning murakkabligi bir vaqtning o‘zida gazdan gazsimon va dispers (qattiq yoki suyuq) komponentlarni hamda jarayonning optimal haroratini ushlab turish bilan yakunlanadi.

Tashlanmalarni chegaralangan ruxsat etilgan meyorgacha (ChREM) pasaytirishni amalga oshirish yangi texnologiyalarni va amaldagi texnologik tozalash jarayonlarini jadallashtirish bilan bog‘liqdir.

Asosiy ma’lum bo‘lgan tozalash usullarini taqqoslash tahlili (absorbsiya, adsorbsiya, katalitik va termik) ya’ni, gazni kompleks tozalashni amalga oshirishda absorbsiya (namli) usulni qo‘llash eng zaruriy usul ekanligini ko‘rsatadi.

Namli tozalash gazni qo‘shimcha tozalashni va qimmatbaho katalizatorlarni yoki adsorbentlarni qo‘llashni talab qilmaydi, bir vaqtning o‘zida gazdagi tashlanmalarni va dispers zarrachalarni optimal haroraт rejimida tozalashni olib borish imkoniyatini beradi.

Ma’lum “namli” turdagi apparatlarni asosiy tavsiflarini taqqoslash tahlili (2.4-jadval) shuni ko‘rsatadiki, ularning orasida eng katta samaradorlikga yuqori tezlikdagi Ventura, ko‘pikli apparatlar, psevdoojijenniy qatlamli apparatlar va pardali quvurli apparatlar ega bo‘ladi.

Ularning orasidagi pardali apparatlar dispers-halqali rejimda ishlaydi. Ular bir qator qo‘shimcha afzalliklarga ega: bu apparatlarda gazsimon va dispersli zarrachalarni birgalikda tozalashning imkoniyati mavjud, kontakt fazalari zonasidagi optimal haroratni ta’minlash mumkin, ular gaz bo‘yicha va suyuqlikning keng oraliqdagi yuklanmalarida barqaror ishlaydi, kichik o‘lchamlarga ega va ularni nisbatan konstruktiv jihozlash oddiy, katta vaqt davomida kontaktni (Venturi quvurlaridagiga nisbatan 100 marta katta) ta’minlaydi.

Bunda pardali apparatlarda miqyosli o‘tish muammolar oson hal qilinadi hamda laboratoriya va tajriba - sanoat sharoitlarida yakka quvurlarda olingan ma’lumotlarni tezda sanoat apparatlariga ko‘chirish mumkin. Bundan tashqari osongina bir nechta jadallashgan tozalash zonasini tashkil qilish, sug‘oriladigan suyuqlikning energiyasi hisobiga tabiiy gazni olib kirish mumkin, ya’ni,

ISSN 3030-3907

ifloslangan gazni qo‘shimcha mexanik qurilmasiz tashish ta’minlanadi va amalda umumiy energiya xarajatlari pasayadi.

Quvurli pardali apparat nasadkalarda (1-rasm) gaz suyuqlik bilan pardali ko‘rinishda quvurning sirtiga va oqim yadrosiga tomchi ko‘rinishda kontaktlashadi. Gazsimon komponentlarni ushlab olish fizik yoki kimyoviy absorbsiya bilan ta’minlanadi, samaradorlikni oshishi suyuqlikni va gazni turbulizatsiyasi massaberuvchanlik koeffitsiyentini oshirish hisobiga, masalan, pardasimon yuzaga buralmali sun’iy g‘adir-budurlikni o‘rnatish yo‘li orqali amalga oshiriladi [7]. Bundan tashqari buralma g‘adir-budurlik pardali suyuqlikni aylanma-qaytma harakatini ta’minlaydi va shu bilan birgalikda uni oqimini markazdan qochma kuchlarning hisobiga barqarorlashtiradi, quvurlar tiklikdan og‘ganda va quvurning yuzasidagi pardali shakllanmalarni yotqiziqlarida barqaror pardali oqimni saqlab qoladi.

Gazsimon tashlanmalarni samarali ushlanib qolishining boshqa usuli kontakt fazalarida qo‘shimcha yuzalarni yaratish bilan bog‘liqdir.

To‘g‘ri oqimli markazdan qochma ajratgichlarni asosiy afzalliklari keng oraliqdagi gazning sarfini va dispers fazasining konsentratsiyasini (qattiq yoki suyuq aerozolli zarrachalar) nisbatan katta bo‘lmagan gidravlik qarshilikda samarali ajralishini ta’minlashning mumkinligi, konstruktiv jihozlanishni ishonchliligi va soddaligi hisoblanadi [4]. Energiyani taxminan teng xarajatida va to‘g‘ri oqimli markazdan qochma ajratgichlarni ish ko‘rsatgichlari samarali ajratish bo‘yicha oddiy siklonlardan oshib ketadi (ayniqsa, zarrachalarning o‘lchamlari 5–10 mkm.dan kichik bo‘lganda) [1, 9].

Ular umumiy samaradorligi bo‘yicha namli elektr filtrlarga, fraksiyalari bo‘yicha esa – namli (ho‘l) chang tutqichlarga (zarrachalarning o‘lchamlari 0.5–1.0 mkm – yoki tolali filtrlarga ham [2, 11]) yaqindir.

O‘lchamlari 1 mkm.dan kichik bo‘lgan zarrachalarni ushlab qolish uchun unga bug‘ kiritilib ularning o‘lchami kattalashtiriladi va kanalning devori orqali sovuq oqimni berish hisobiga sovitiladi hamda bir vaqtda dispers halqali rejimda markazdan qochma kuch ta’sirida kondensatsiyalanadi va zarrachalar sirt yuzasiga cho‘ktiriladi.

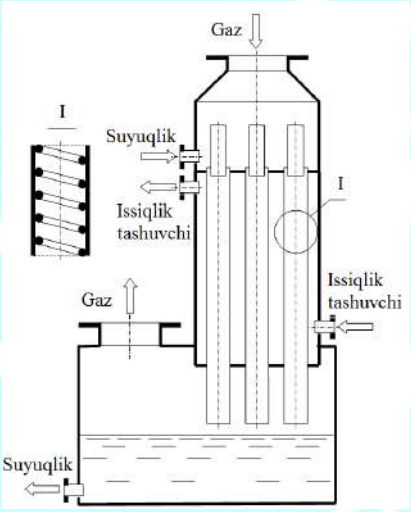
Kondensatsiya samarasini amalga oshiradigan to‘g‘ri oqimli markazdan qochma ajratgichning sxemasi 2-rasmda keltirilgan.

Kondensatsion markazdan qochma ajratgichda gaz yuqori dispers aerozolli zarrachalar tarkibidan iborat bo‘lib, u 1 chi shtutser va 2 chi oqib o‘tuvchi potrubka orqali 3 chi bug‘ bilan aralashtirish kamerasiga kirib keladi, natijada gazni to‘yinishi sodir bo‘ladi va taxminan zarrachalarni yiriklashadi.

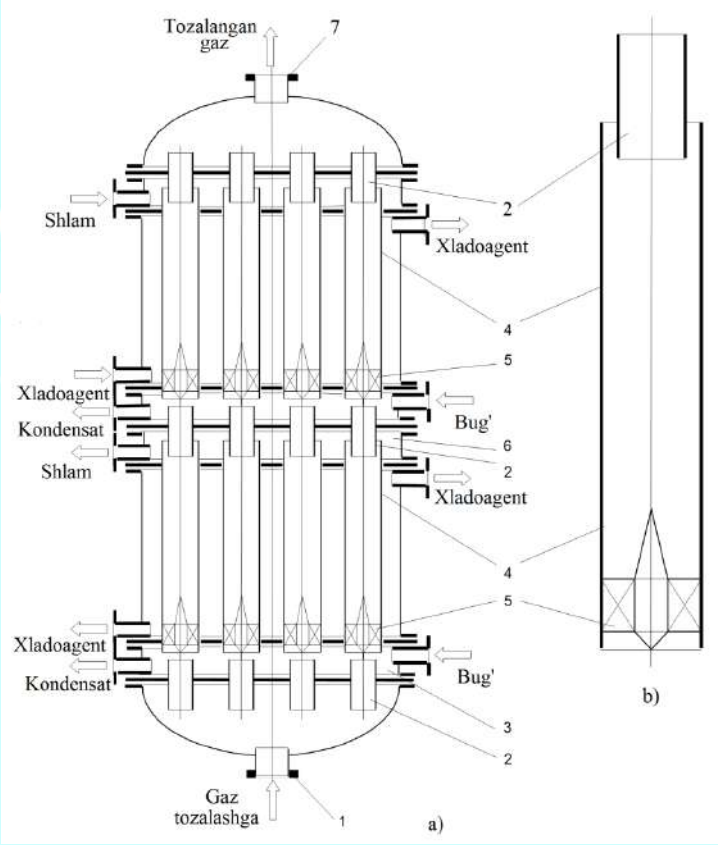
ISSN 3030-3907

Keyin esa bug‘- gazli aralashma aerozol zarrachalar bilan apparatning ishchi kamerasi 4 chiga kirib keladi, buralmali qurilma 5 chi orqali (spiralli) o‘tib aylanma harakatni egallaydi.

Zarrachalarni yiriklashishini davom etishi uchun ular apparatning quvurlar oralig‘idagi fazoga kirib keladi, ishchi kameraning kanalida esa xladoagent bilan sovitishning evaziga yiriklashishi sodir bo‘ladi. Bir vaqtning o‘zida yiriklashgan zarrachalarning markazdan qochma kuchning ta’sirida ajralishi sodir bo‘ladi.



1-rasm. Pardali apparatning sxemasi:



2-rasm. Ikki pog‘onali kondensatsion markazdan qochma ajratgichning (a) va ishchi kameraning (b) sxemasi:

1 – kirish patrubkasi; 2 – oqib o‘tuvchi (chiqaruvchi) patrubka; 3 – aralashtirish kamerasi; 4 – ishchi kamera; 5 – buralmali qurilma (uyurmali); 6 – ajratish kamerasi; 7 –chiqish patrubkasi

Shakllangan suyuqlikning pardasi (kondensatni) qattiq zarrachalar bilan birgalikda ishchi kameraning devori bo‘ylab harakatlanadi, halqali kanal orqali ajratish kamerasiga kirib keladi va quyqumlar ko‘rinishida apparatdan chiqarib yuboriladi. Gaz oqib o‘tuvchi 2 chi potrubka orqali navbatdagi tozalash bosqichiga kirib keladi.

ISSN 3030-3907

Tozalangan gaz esa 7 chi potrubka orqali apparatdan chiqarib yuboriladi. Zarrachalarning boshlang‘ich o‘lchamlariga va tozalash talablari ko‘rsatgichiga bog‘liq ravishda apparat bir nechta pog‘onalardan tashkil topgan, har bir bosqichdagi ishchi kameralar soni gazning sarfiga muvofiq aniqlanadi.

Ajralish sifati va markazdan qochma ajratgichlarning gidravlik qarshiligi kanalning diametriga, tezligiga va oqimning buralish darajasiga hamda mos holda buralma oqimning shakllanishini, ajratilishini va dispers fazasining bo‘linishini ta’minlovchi uchta asosiy zonalarning konstruktiv jihozlanishiga bog‘liqdir.

Ajratgichning diametrini ish ko‘rsatgichi va talab qilingan samarali bo‘linishni (yuqori samaradorlikni ta’minlash uchun elementlarning diametri 30-80 mm qabul qilinadi) aniqlaydi. Amalda dispers fazalarni apparatdan chiqib ketish kattaligiga eng katta kuch bilan ta’sir ko‘rsatadi va mos holda gazning tezligi ajralish samaradorligiga ta’sir qiladi. Gaz oqimining uyurmasiga (buralmali) uchta asosiy usullarda erishish (yoki ular birgalikda olib borilganda) mumkin [1, 4]: gazni tangensial olib kelish, o‘qli uyurmali qurilmalarni qo‘llash (kurakli, tarmoqli, shnekli va b.) va ajratgichning o‘zini aylantirish (ajralish jarayonlarida amaliyotda foydalanilmaydi) orqali erishiladi.

Dispers halqali rejimda ishlaydigan apparatlarni sanoatga tadbiq qilish ularda olib boriladigan jarayonlarni yetarlicha o‘rganilmaganligi tufayli ushlab turilmoqda. Gaz-suyuqlik dispers-halqali o‘qli turbulent yoki uyurmali oqimni modellashtirishning va yuqori jadallikdagi fazalar oralig‘idagi o‘zaro ta’sirni hisoblash, birinchi navbatda ko‘pgina ikkilamchi determinalashtirilgan tartibsiz tabiiy jarayonlarning murakkabligi esa yaxlit harakat va dispers fazasining turbulentli pulsatsiyasi bilan bog‘liqdir.

Bunday tizimni o‘rganishdagi an’anaviy yondoshuv klassik mexanikani, suyuqlik mexanikasini va gazini, fizik - kimyoni va termodinamikaning fundamental qonunlariga asoslanadi. Ammo termik yoki massaalmashinuv jarayonlarini va apparatlarini fazalarga jadallashgan holda o‘zaro ta’sirini modellashtirishda oqimning tuzilmasini yaxlit emasligi, parametrlarni notekis taqsimlanishi, bir qatorda determinilashtirish bilan birga ehtimolliy-sxotik usullarni va modellarni hisobga olish zarurdir.

Umumiy holatda quyidagi kutilmagan omillarni hisobga olish zarur: dispers fazasining polidispers tarkibi (qattiq yoki suyuq zarrachalari) va ularni vaqt bo‘yicha o‘zgarishi, harakatning sxotik xususiyatlari va apparat sig‘imiga zarrachalarni har xil vaqtda kirib kelishi, fazaning nisbiy tezligini fluktuatsiyasi (har xil zarrachalar bilan aralashib boyitilgan holati) hisobga olinadi.

Olib borilgan eksperimental pardali apparatda dispers – halqali rejimni tadqiqotlashda quvurning kesim yuzasi bo‘yicha gazning tezligi Pito-Prandtl quvurchasi yordamida, gazning harorati esa - termoparalar yordamida o‘lchanadi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot ishlari quvurlarni silliq va g‘adir-budurli yuzalarida olib borilgan. Uyurmali sirt yuzalarining g‘adir – budurligi 3 mm.li simlar yordamida quvurning ichki yuzasida 0,4-0,8 mm.da juda kichik tirqishlar bilan, simlarning o‘ramlari oralig‘idagi masofa 30 mm.da o‘lchamda yaratiladi.

Suyuqlikning sarfi 1 dan 15 m^3/soat, gazning tezligi esa 6 dan 50 m/sek oralig‘ida variantlangan. Suyuqlik pardasining o‘rtacha qalinligini ta’minlanish manbasi qirqish usuli (uzlukli to‘sish) yordamida amalga oshirilgan. Pardaning minimal va maksimal qalinligi kontakt ignalari orqali aniqlangan, uning bo‘sh uchi esa mikrovint va shaffof kapillyar bilan biriktirilgan. Kuchli o‘zaro ta’sirda quvurdagi bosimning farqini o‘zgarishi pyezometrik quvurchalarda amalga oshirilgan, havoning sarfi esa normal diafragmalar yordamida aniqlangan.

Suyuqlikga massaberuvchanlikni tadqiqotlash suyuqlik qatlamini havodan izotermik absorbsiyalash misolida olib borilgan [3, 5]. Gazdagi tashlanmalarni NO_2 va SO_2 dan tozalash tajriba-sanoat tadqiqotlash kimyoviy usullarda olib borilgan. Birlamchi gazning tarkibida 140^0Cda 10 dan 18 mg/m^3 dispers zarrachalar, 23 dan 73 mg/m^3 gacha azot ikki oksidi NO_2 va 38 dan 80 mg/m^3 gacha oltingugurt ikki oksidi SO_2 mavjud bo‘ladi.

Kondensatsion rejimda dispers zarrachalarni samarali ajralishini tadqiqotlashda havoni changlashtirish sun’iy dozatorlar yordamida olib borildi. Apparatga bug‘ni uzatish elektrik bug‘generatorlari yordamida amalga oshirildi. Havoda, bug‘gaz aralashmasidagi va xlodoagentdagi harorat termopar (issiqlik bog‘latgichi) yordamida o‘lchanadi. Havoning changlanganligi AZ-5M aerozol zarrachalar hisoblagich yordamida nazorat qilinadi [4, 6]. Dispers fazasining ajralish samaradorligi kondensatning miqdori, umumiy changdan tozalanish samaradorligi esa - quyqumdagi quruq massaning qoldiqlari, fraksiyalash – har xil o‘lchamlardagi qog‘oz filtrlardagi quruq massaning qoldiqlari hamda AZ-5M aerozol zarrachalarni hisoblagich yordami orqali baholanadi. Alohida eksperimentlarda FP turidagi (Petryanovning filtri) FPP-15-1.7 filtrlovchi materialli tuqimali apparatdan keyin ushlab qolingan zarrachalarning miqdori bo‘yicha natijalar nazorat qilinadi [5, 9].

Laboratoriya eksperimental qurilmasida gidravlik qarshilikga, apparatning issiqlik almashinuv tavsifi va gazning boshlang‘ich tarkibidan dispers fazalarning ajralish samaradorligi, bug‘ni aralashishga sarfi, oqimning tezligi va uyurmali tezligi, dispers tarkibi, asosiy parametrlarni quyidagi oraliqlarda changning konsentratsiyasini va fizik-kimyoviy xossalarini o‘zgarishiga bog‘liqligi aniqlanadi: havoning boshlang‘ich harorati – 20÷80^{o}C; havoning boshlang‘ich namligi – 40÷80 %; havoning hajmiy sarfi – 0.003÷0.03 m^3/s; aralashishga beriladigan bug‘ning solishtirma sarfi – 0.01÷0.1 kg/kg; qattiq zarrachalarning massali konsentratsiyasi– 0÷0.005 kg/m^3; xladoagentning harorati (boshlang‘ich)

ISSN 3030-3907

– 2÷10°C; xladoagentning sarfi – 0.002÷0.02 kg/s. Eksperimentlarda dispers fazasining sifatida to‘kma zichligi 1000 dan 2000 kg/m^3 gacha va zarrachalarning o‘lchami esa 0,1 dan 10 mkm.gacha bo‘lgan hamda hosil bo‘lishi har xil bo‘lgan kukunlardan foydalaniladi.

Dispers – halqali oqimni tadqiqotlash natijasida quyidagilarga erishiladi. Dispers–halqali oqimning gidrodinamik tasviri murakkab sharoitda olib boriladi. Pardaning yuzasiga purkash – orqali chiqarib ketish shunga olib keladiki, 1.5–2.0 m masofadagi suyuqlikning ulushi dispers fazadagi umumiy sarfga nisbatan 20–80% gacha yetishadi, bunda pardaning qalinligi kamaydi va uning yuzasidagi to‘lqinning tuzilmasi almashadi.

Apparatning dispers – halqali rejimi oqimida quvurchali nasadkalarda naporning yo‘qotilishi quyidagi ma’lum bog‘lanish orqali hisoblanadi:

$$\Delta P = \lambda \frac{\rho L (w - u_s)^n}{2(D - 2h_{o'r})} \qquad (1)$$

(bu yerda ΔP – naporning yo‘qotilishi; L – quvurning uzunligi; ρ – gazning zichligi; w – gazning o‘rtacha sarf tezligi; $u_s = 1{,}15 u_{parda}$ – suyuqlik pardasining sirti tezligi; u_{parda} – suyuqlik pardasining o‘rtacha sarf tezligi; $h_{o'r}$ – suyuqlik pardasining o‘rtacha qalinligi; D – quvurning diametri; λ – gidravlik qarshilik koeffitsiyenti; n – bosqichlar ko‘rsatgichi), fazalar oralig‘i yuzasida gidravlik qarshilik koeffitsiyentini aniqlashda muammolar paydo bo‘ladi.

Lokkarta-Martinell modelining [1, gomogenli oqimni, dispers-halqali oqim rejimida gidravlik qarshilik koeffitsiyentini aniqlashda hamda pardani, gazni va suyuqlikni alohida oqimlariga [7] asoslanish prinsip jihatdan to‘g‘ri kelmaydi. Shu bilan birgalikda gidravlik qarshilik koeffitsiyentini pardaning yuzasidagi (sirtidagi) to‘lqinlarning parametrlari orqali ifodalash samarasiz bog‘liqlik hisoblanadi.

Gidravlik qarshilik koeffitsiyentini bosim gradiyentining eksperimental qiymatlari orqali hisoblash eng ko‘p qo‘llaniladigan usullar bilan aniqlash optimaldir. Urinma kuchlanishning kanaldagi umumiy qiymatini uning uzunligi bo‘yicha o‘zgarmasligi o‘rnatiladi. Dispers – halqali rejimda sirtlarning fazasi oraliqlaridagi gidravlik qarshilik koeffitsiyentini hisoblashdagi quvurning gidravlik silliq sirti uchun emperik bog‘lanish quyidagi ko‘rinishda olinadi:

$$\lambda = 6{,}5 \left(\mathrm{Re}_0 \frac{u_{qat}}{w} \frac{\nu}{\nu_s} \right)^{-1,3} \mathrm{Re}_{qat}^{1,24} \qquad (2)$$

ISSN 3030-3907

bu yerda Re_0 – gazning nisbiy Reynolds soni: $\mathrm{Re}_{qat} = 4\Gamma / \nu_s$ – suyuqlik pardasining Reynolds soni; va gazning va suyuqlikning kinematik qovushqoqlik koeffitsiyentlari.

Xuddi shunday tenglama doimiy sun'iy g'adir – budurlikga ega bo'lgan quvurlar uchun olinadi. Gidravlik qarshilik koeffitsiyentining kattaligi gaz va suyuqlikning yuklamasiga hamda pardani shakllantiruvchi sirtning (yuzaning) holatiga bog'liq ravishda 0,08 dan 2 gacha o'zgaradi.

Suyuqlik pardasining o'rtacha qalinligi orqali pardaning tezligi hisoblanadi, yoki [1] ning umumiy ishida taqdim qilingan tenglamalar bo'yicha hisoblanishi ham mumkin (boshqa ma'lum tenglamlarda pardaning sirtidan suyuqlikning olib chiqib ketishi hisobga olinmagan, bu gaz bo'yicha yuqori yuklanmada ayniqsa, sun'iy g'adir-budurlikga ega bo'lgan sirt bo'yicha pardani oqishida pardaning qalinligini oshirilgan qiymatda olishga olib keladi). (1)chi tenglamadagi n darajaning ko'rsatgichi bir fazali oqimdan (n = 2) farqli ravishda oqim yadrosidagi tomchining konsentratsiyasiga bog'liq ravishda 1,4 dan 1,8 gacha o'zgaradi. Bu dispers zarrachalarni turbulentli pulsatsiyasi oqimini qisman "laminarizatsiyalash" holati kabi so'ndirish bilan tavsiflanadi.

Pardada gazsimon tashlanmalarni tozalashda massaberaoluvchanlik koeffitsiyenti qiyin eruvchan gazlarni izotermik absorbsiyasida gazning va suyuqlikning sarfiga hamda parda hosil qiluvchi sirtning holatiga bog'liq ravishda $2 \cdot 10^{-3}$–$5 \cdot 10^{-2}$ m/s ni tashkil qiladi [10].

Dispers-halqali rejimda eng katta jadallikda massa uzatuvchanlik yirik miqyosli g'adir-budurlikning uyurmali sirti bo'yicha pardaning harakatida erishiladi. Noizotermik jarayonda pardadan suyuqlikni bug'lanish holatida massaberaoluvchanlik qiymati 20–50 % ga kamayadi. Suyuqlikni sirt tortishish kuchlarini pasaytiruvchi erituvchi sirt – faol moddaning mavjudligi, massaberaoluvchanlik koeffitsiyentni 10–30 % ga kamaytirishga olib keladi.

Pardaning sirt yuzasidan suyuqlik tomchisini qo'shimcha sun'iy uzilishi (ajralishi) absorbsiya samaradorligini oshirishga olib keladi. Massaberaoluvchanlik koeffitsiyentini tajriba qiymatini aniqlashga olib keladigan amaldagi yondoshuvlarda dispers halqali oqimda tomchilarning mavjudligi (sirt yuzada) hisobga olinmaganligi bir qator holatlarda jiddiy xatoliklarga olib keladi va jarayon parametrlarining haqiqiy qiymatini o'rnatish imkoniyatini bermasligi belgilanadi.

XULOSA: Ekologik muammolarni yomonlashayotganligiga bog'liq holda tabiiy gazlarni sanoatda qayta ishlashda ulardan ajralib chiqadigan gazsimon va dispers zarrachalaridan tozalash dunyoda va respublikamiz miqyosida umumiy milliy muammolarga aylangan holatlar ko'rib chiqilgan. Bu ilmiy maqolada gidroliz sanoati korxonalarining sanoat gazlarini tozalash bilan bog'liq bo'lgan

ISSN 3030-3907

masalalar ko‘rib chiqilgan bo‘lib, qaysiki, ular ekologik xavfni oshiruvchi manbalardan hisoblanadi, tarmoq uchun ekologik talablarni o‘ta murakkablashtirish muammolari va tashlanmalarning o‘lchamlarini ekologiya va insoniyatning sog‘ligini keskin oshishirishi bilan bog‘liqligi to‘g‘risida mulohazalar yuritilgan. Gazsimon komponentlarni ushlab olish fizik yoki kimyoviy absorbsiya jarayonlari bilan ta’minlanadi, samaradorlikni oshishi suyuqlikni va gazni turbulizatsiyasi massaberuvchanlik koeffitsiyentini oshirish hisobiga, pardasimon yuza buralmali sun’iy g‘adir-budurlikni o‘rnatish yo‘li orqali amalga oshirilish masalalari ilmiy asoslangan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Кореченко О.В., Харламова М.Д. Эффективность применения метилдиэтаноламина в процессе аминовой очистки газов // Химические науки. - 2017. - №2 (56). - 94-98 стр.
2. Хафизов Ф.Ш., Афанасенко В.Г., Хафизов Н.Ф. Обоснование необходимости использования новых сорбентов в процессах абсорбционной очистки технических газов от сероводорода и углекислого газа. // Международная молодежная научная конференция «Севергеоэкотех - 2007»: в 3 ч; ч. 2. - Ухта: УГТУ, 2007. - с.204-206
3. Способы очистки газа от сероводорода и выбор приорететиого направления развития процесса // Международная научно-практическая конференция «НЕФТЕГАЗОПЕРЕРЛБОТКА И НЕФТЕХИМИЯ - 2007». г. Уфа: ГУП ИНХП РБ, 2007. - с. 81 -82
4. Арипджанов О.Ю., Нуруллаев Н.П. Интенсификация процесса очистки серосодержащих кислых растворов производства // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2017. № 11 (44). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/5300 (дата обращения: 28.12.2023). 1-7 стр.
5. Комиссаров Ю.А., Глебов М.Б., Гордеев Л.С. и др. Химикотехнологические процессы. Теория и эксперимент: М.: Химия, 1998. - 360 с.
6. Баннов П. Г. Процессы переработки нефти: // В 3 т. - М.: Изд-во ЦИНТИхимнефтемаш, 2000—2003. - Ч. I, 2000. - 224 с.; Ч. II, 2002. - 551 с.; Ч. III, 2003. - 504 стр.
7. Тараканов Г.В. Глубокая переработка газовых конденсатов //Тараканов Г.И., Нурахмедова А.Ф., Попадин Н.В; Под.ред. Тараканова Г.В. – Астрахань: «Факель», ООО «Астрахангазпром, 2010. - 276 стр.
8. Бусыгин И.Г., Бусыгина Н.В. Оптимизация селективной МДЭА- очистки смеси газов. // Газовая промышленность. - 1997. - № 6. - 47-48 стр.

ISSN 3030-3907

9. Yuldashev T.R. Tabiiy gazni nordon komponentlaradan tozalashda selektivligi yuqori bo‘lgan kompozitsiyalarni olish texnologiyasi. “Intellekt” nashriyoti – 2024. - 153 bet.
10. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. - Изд. 3-е. В 2-х кн.: Часть 2. Массообменные процессы и аппараты. М.: Химия, 2002. - 368 с
11. Юлдашев Т.Р. Процессы разделения углеводородных смесей в колонных аппаратах. Монография. Карши – Издательства «Intellekt» - 2022. -113 с.

ISSN 3030-3907

UDC 532.595.2:532.529

ANALYTICAL CALCULATION OF POSITIVE HYDRAULIC SHOCK IN THE PRESENCE OF A DAMPER

Jonkobilov Ulugmurad Umbarovich,
Karshi State Technical University Doctor of Technical Sciences, Professor
E-mail: ulugmurad@inbox.ru

Annotation. The article presents calculations of water hammer in the presence of a damper with a diaphragm installed at the end of the pipeline. Analytical solutions of hyperbolic wave equations are proposed for the polytropic exponent n = 1.20. To reduce the intensity of hydraulic shock with increasing pressure in pressure-hydraulic systems, an effective design of a hydraulic shock absorber with a diaphragm is proposed. The article describes the results of analytical and experimental studies of water hammer in the presence of a damper.

Keywords: hydraulic shock, pressure pipeline, hydraulic shock absorber, pressure-hydraulic system, damper with a diaphragm, positive hydraulic shock.

Аннотация. В статье приведены расчеты гидроудара при наличии гасителя с диафрагмой, установленным в конце трубопровода. Предложены аналитических решений волновых уравнений гиперболического типа при значении показателя политропы n = 1,20. Для гашения интенсивности гидравлического удара с повышения давления в напоро-гидравлических системах предложена эффективная конструкция гасителя гидроудара с диафрагмой. В статье описаны результаты аналитических и экспериментальных исследований гидроудара при наличии гасителя. The results of the proposed water hammer calculation method are in good agreement with experimental data. This confirms the validity of the proposed analytical method for calculating water hammer.

Ключевые слова: гидравлический удар, напорный трубопровод, гаситель гидравлического удара, напоро-гидравлическая система, гаситель с диафрагмой, положительный гидроудар.

Annotatsiya. Maqolada bosim quvuri oxirida diafragmali so‘ndirgich o‘rnatilganda gidravlik zarbani hisoblashga bag‘ishlangan. Politropik ko‘rsatkich n=1,20 bo‘lganda giperbolik turdagi to‘lqin tenglamalarining analitik yechimlari taklif etiladi. Bosimli gidravlik tizimlarda bosimning ortishidan hosil bo‘lgan gidravlik zarba kuchini kamaytirish uchun diafragmali gidravlik zarba so‘ndirgichning samarali konstruksiyasi taklif etiladi. Maqolada so‘ndirgich mavjud bo‘lgan holatda gidravlik zarbaning analitik va eksperimental tadqiqotlari natijalari keltirilgan. Gidravlik zarbani hisoblash uchun taklif qilingan usulning natijalari eksperimental ma’lumotlarga yaxshi mos keladi. Bu gidravlik zarbani hisoblash uchun tavsiya etilgan analitik usulning ishonchliligini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: gidravlik zarba, bosim quvuri, gidravlik zarba so‘ndirgich, naporli gidravlik tizim, diafragmali so‘ndirgich, ijobiy gidravlik zarba.

1. Introduction

To protect pressure pipeline systems from the effects of hydraulic shock (HS), various dampers are used [1,2,3,4,5,6,7,8], in particular, air-hydraulic caps (AHC) [9,10,11,12,13].

N.E. Zhukovsky in [1] proposed a method for calculating HS in the presence of AHC installed on the pipeline. In this case, the author proposes an approximate formula for determining the volume of air in AHC and accepts the adiabatic law of compression and expansion of air in AHC, since, according to the author, the process HS is fast-flowing [1].

I.A. Charny in [2] uses linearized equations HS to calculate AHC. In this case, the author accepts the isothermal law (n=1.0) for compression and expansion of air in AHC.

In practice, the most widely used calculation method was the one proposed by G. Evangelisti [3]. This method is based on the use of special graphs compiled by G. Evangelisti as a result of approximate integration of wave differential equations of hydraulic shock using the finite difference method [3].

The disadvantage of these graphs is the limited range of variation of the initial parameters and therefore in many cases the G.Evangelisti method is not applicable.

In the work [4], V.S. Dikarevsky, trying to eliminate the shortcoming of G. Evangelisti’s method, constructed diagrams $\overline{Z}_{\max} = f\left(\sigma, \overline{h}_{mp0}\right)$ and $\overline{Z}_{\min} = f\left(\sigma, \overline{h}_{mp0}\right)$ for the isothermal law (n=1.0) in a wide range of changes in the parameters σ and $\overline{h}_{mp0}$ However, the author [4] allows for inaccuracies in solving the basic equations.

F.M. Darson and A.A. Kaliske [5] present an analytical method for determining the dimensions of a cap located at the end of a pressure pipeline in front of a valve. In this case, the author [5] accepts the isothermal law (n = 1.0) of the change in gas volume in AHC and does not take into account the influence of pressure losses on friction in the pressure pipeline. This method of calculating the cap is also approximate.

In the work [6] B.F. Lyamaev developed a method for calculating AHC on a computer. The proposed method is based on the joint solution of equations HS, continuity at the connection point of the cap to the pipeline and the state of the gas in AHC. The calculation is carried out by the author using the iteration method [6].

In the work [7] D.A. Fox presents a numerical method for calculating AHC. The author applies the method of characteristics with a regular rectangular grid with constant steps Δx and Δt. The author solves the equations of continuity, the state of air (gas), and the equations of relationships between characteristics

ISSN 3030-3907

simultaneously. The calculations are performed on a computer. The author [7] suggests that in calculations the value of the polytropic coefficient be taken as n=1.20 and takes into account pressure losses along the length according to the quasi-stationarity hypothesis.

To conduct the experiments, an experimental setup was designed and built, which is intended to study HS with an increase in pressure in the presence of a damper with a diaphragm installed at the end of the pressure pipeline [8].

The experiments conducted to determine the value of n confirm that when calculating HS in a gas-liquid flow, n=1.20 is very practical and effective, relative to isothermal and polytropic processes, while the experimental data are in good agreement with the calculated data [8,14]. Therefore, in this work, all studies and calculations were carried out with n=1.20.

To dampen the shock that occurs in pressure pipelines, along with other shock absorbers, a diaphragm air-hydraulic cap (DAHC) is used - a damper with a diaphragm (Fig. 1), the dimensions of the damper are determined by the conditions for starting and stopping the pumps [2,3,4,6,7,8].

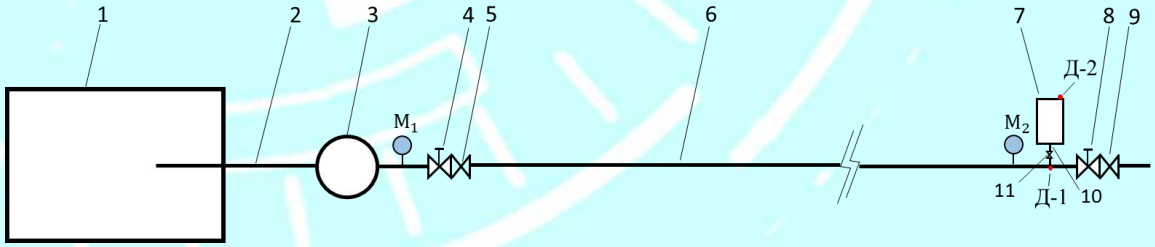


Fig. 1. Pumping unit diagram: 1- tank; 2- suction pipeline; 3- pump brand 3K-6; 4,8- valves; 5,9- quick-acting plug valves; 6- pressure pipeline; 7- hydraulic shock absorber; 10- connecting pipeline; 11- diaphragm; $Д_1$, $Д_2$ - pressure sensors; M_1, M_2 - pressure gauges.

In this work and in Fig. 1 we will use the notations that we described earlier in detail in [8,15].

2. RESEARCH METHODOLOGY

This paper presents an analytical method for calculating DAHC installed at the end of a pressure pipeline [8,14] (Рис.1).

When developing the methodology in [8,15], it was assumed that the closing time of the fast-acting plug valve 9 is equal to zero.

To calculate the hydraulic shock absorber with increasing pressure, installed at the end of the pipeline, the following system of equations is used [4,8]:

$$\left.\begin{aligned} \frac{d\bar{\vartheta}}{d\bar{t}} &= \frac{2\pi}{\sqrt{2\pi\cdot\sigma}}\cdot\left[1-h-\left(\bar{h}_{mp}+\bar{h}_{o}\right)\cdot\bar{\vartheta}\left|\bar{\vartheta}\right|\right] \\ \frac{dh}{dt} &= 2\cdot n\cdot h^{\frac{1+n}{n}}\cdot\pi\cdot\sqrt{\frac{2\cdot\sigma}{n}}\cdot\bar{\vartheta} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

The system of equations (1) is solved under the following initial conditions [4,8]:

ISSN 3030-3907

$$\left.\begin{array}{l}\bar{\vartheta}=\bar{\vartheta}_0=1;\\ h_0=1-\bar{h}_{mp0}\end{array}\right\}, \text{ при } \bar{t}=0. \quad (2)$$

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

To determine H_{amin} and H_{amax} in a pressure system with DAHC, as a result of an analytical solution of the system of equations (1), the following dependencies were obtained. To determine h_{max}

1. At $\chi \neq 1$

$$\left\{e^{-\xi_0}(1-\varkappa\sigma)+\varkappa^{\chi}\left[\frac{\xi_0^{1-\chi}}{1-\chi}-\frac{\xi_0^{2-\chi}}{(2-\chi)1!}+\frac{\xi_0^{3-\chi}}{(3-\chi)2!}-\frac{\xi_0^{4-\chi}}{(4-\chi)3!}+\ldots+\frac{\xi_0^{n+1-\chi}}{(n+1-\chi)n!}-\ldots\right]\right\}=$$
$$=\left\{e^{-\xi_m}+\varkappa^{\chi}\left[\frac{\xi_m^{1-\chi}}{1-\chi}-\frac{\xi_m^{2-\chi}}{(2-\chi)1!}+\frac{\xi_m^{3-\chi}}{(3-\chi)2!}-\frac{\xi_m^{4-\chi}}{(4-\chi)3!}+\ldots+\frac{\xi_m^{n+1-\chi}}{(n+1-\chi)n!}-\ldots\right]\right\}. \quad (3)$$

2. At $\chi=1$

$$\left\{e^{-\xi_0}(1-\varkappa\sigma)+\varkappa\left[\ln|\xi_0|-\frac{\xi_0}{1\cdot1!}+\frac{\xi_0^2}{2\cdot2!}-\frac{\xi_0^3}{3\cdot3!}+\ldots+\frac{\xi_0^n}{n\cdot n!}-\ldots\right]\right\}=$$
$$=\left\{e^{-\xi_m}+\varkappa\left[\ln|\xi_m|-\frac{\xi_m}{1\cdot1!}+\frac{\xi_m^2}{2\cdot2!}-\frac{\xi_m^3}{3\cdot3!}+\ldots+\frac{\xi_m^n}{n\cdot n!}-\ldots\right]\right\}, \quad (4)$$

where ξ_0 and $\varkappa$ are found using formula $\xi_0=\frac{\varkappa}{\bar{h}_0^{\frac{1}{\chi}}}$; $\varkappa=\frac{\bar{h}_{mp0}+\bar{h}_{\partial 0}}{\sigma}$; ξ_m - according to formula $\xi_m=\frac{\varkappa}{\bar{h}_{max}^{\frac{1}{\chi}}}$.

To determine h_{min}

1. At $\chi \neq 1$

$$\left\{\varkappa^{\chi}\left[\frac{\xi_m^{1-\chi}}{1-\chi}+\frac{\xi_m^{2-\chi}}{(2-\chi)1!}+\frac{\xi_m^{3-\chi}}{(3-\chi)2!}+\frac{\xi_m^{4-\chi}}{(4-\chi)3!}+\ldots+\frac{\xi_m^{n+1-\chi}}{(n+1-\chi)n!}+\ldots\right]-e^{\xi_m}\right\}=$$
$$=\left\{\varkappa^{\chi}\left[\frac{\xi_{max}^{1-\chi}}{1-\chi}+\frac{\xi_{max}^{2-\chi}}{(2-\chi)1!}+\frac{\xi_{max}^{3-\chi}}{(3-\chi)2!}+\frac{\xi_{max}^{4-\chi}}{(4-\chi)3!}+\ldots+\frac{\xi_{max}^{n+1-\chi}}{(n+1-\chi)n!}+\ldots\right]-e^{\xi_{max}}\right\}. \quad (5)$$

2. At $\chi=1$

$$\left\{\varkappa\left[\ln|\xi_m|+\frac{\xi_m}{1\cdot1!}+\frac{\xi_m^2}{2\cdot2!}+\frac{\xi_m^3}{3\cdot3!}+\ldots+\frac{\xi_m^n}{n\cdot n!}+\ldots\right]-e^{\xi_m}\right\}=$$
$$=\left\{\varkappa\left[\ln|\xi_{max}|+\frac{\xi_{max}}{1\cdot1!}+\frac{\xi_{max}^2}{2\cdot2!}+\frac{\xi_{max}^3}{3\cdot3!}+\ldots+\frac{\xi_{max}^n}{n\cdot n!}+\ldots\right]-e^{\xi_{max}}\right\}, \quad (6)$$

where ξ_{max} is at $\xi_{max}=\frac{\varkappa}{\bar{h}_{min}^{\frac{1}{\chi}}}$.

ISSN 3030-3907

From equation (3) or (4), with known ϰ, σ, χ and ξ_0, one can determine the value of ξ_m using the method of successive approximations, and then calculate hmax and H_{amax} using the formulas

$$h_{\max} = \left(\frac{m_2}{\xi_{\max}} \right)^n \text{ and } H_{a\max} = h_{\max} H_{za} \qquad (7)$$

From equation (5) or (6), with known ϰ, σ, χ and ξ_m (h_{max}), one can determine the value of ξ_{max} using the method of successive approximations, and then calculate h_{min} and H_{amin} using the formulas

$$h_{\min} = (\frac{m_1}{\zeta_m})^n \text{ and } H_{a\min} = h_{\min} H_{za} \qquad (8)$$

The problem of determining h_{min} and h_{max} using equations (3)-(6) is implemented on a computer.

It should be noted that the use of approximate formulas (3), (4), (5) and (6) allows us to determine the dimensions of DAHC with a margin of 0÷14.5% [8].

To verify the reliability of the above-proposed analytical dependencies for calculating DAHC, experimental studies were conducted. The results of comparison of the calculated data using formulas (3) and (5) and experimental data [8] for the study DAHC with n=1.20 are shown in Fig. 2 and Fig. 3.

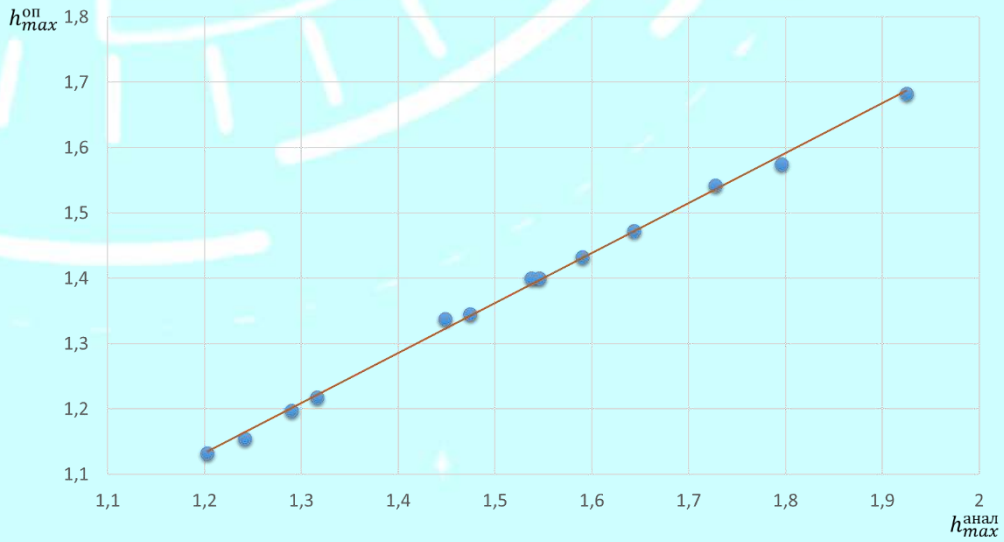


Fig. 2. Comparison of the results of analytical calculations HS in the presence of DAHC according to formula (3) with experimental data [8].

ISSN 3030-3907

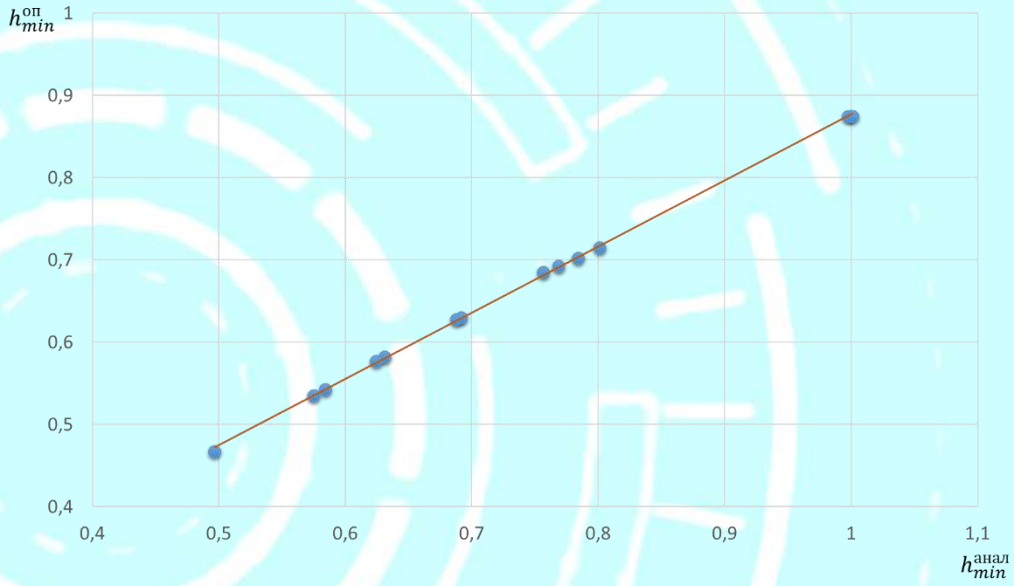


Fig. 3. Comparison of the results of analytical calculations HS in the presence of DAHC according to formula (5) with experimental data [8].

4. CONCLUSION

1. An analysis of literary sources shows that at a positive HS in a long pressure pipeline a non-stationary process occurs. To prevent this phenomenon, it is very important to develop a new calculation method for HS in the presence of DAHC installed at the end of the pressure pipeline.

2. In order to effectively dampen HS intensities in pressure systems, it is very important to take into account the changes in local resistance in the diaphragm of the connecting pipe and the law of expansion and compression of air in the proposed design of the cap. These factors must also be taken into account when integrating the wave differential equations of the HS impact using the finite difference method to establish the optimal dimensions of the proposed damper design.

3. As a result of the analytical solution of wave differential equations HS with increasing pressure in the presence of a damper, dependencies for calculating the maximum and minimum pressures HS are proposed.

4. The reliability of the proposed formulas (3) and (5) is proven by comparing the calculated values of the maximum and minimum pressures HS with their experimental values [8].

REFERENCES

1. Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. – М., Гостехиздат, 1949. – 104 с.

2. Чарный И.А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. – М., Недра, 1975. – 296 с.

3. Evangelisti G. Jl colpo d’aviete nelle condotte elevatorie munite di camera d’avia. – L’Energia, Elektrica. - Milano, 1938, № 9, p.600-615.

ISSN 3030-3907

4. Дикаревский В.С. Водоводы. Монография. Труды РААСН. Строительные науки.т.3 – М.: РААСН, 1997. – 200 с.
5. Darson F.M., Kalinske A.A. Methods of calculating Water – hammer, pressures. – Journal of the AWWA, 1939, v.31, № 11, p.1835-1864.
6. Лямаев Б. Ф., Нелюбов Г. П., Небольсин В. А. Стационарные и переходные процессы в сложных гидросистемах.-Л.: Машиностроение, 1978. -192 с.
7. Фокс Д.А. Гидравлический анализ неустановившегося в трубопроводах. – М.: Энергоиздат, 1981. – 247 с.
8. Арифжонов А.М., Жонкобилов У.У., Л.Н. Самиев, Л.Н., Ибрагимова З.И., Апакхужаева Т.У. Методика расчета воздушно – гидравлического колпака с диафрагмой. Сборник статей IX Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в науке и образовании» - Пенза, 20.10.2018 г.- С.29-32.
9. Jonkobilov U., Jonkobilov S., Rajabov U., Bekjonov R., Norchayev, A. Shock wave velocity in two-phase pressure flow. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. 1030. Pp. 012129. DOI:10.1088/1757-899X/1030/1/012129.
10. Arifjanov A., Jonqobilov U., Jonqobilov S., Khushiev Sh., and Xusanova J. The influence of hydraulic friction on the maximium pressure of water hammer. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020. 614. Pp. 012092. DOI:10.1088/1755-1315/614/1/012092.
11. Al-Khomairi A.M., Plastic water hammer damper, Aust. J. Civ. Eng. 8 (1) (2010) 73–81.
12. Kim S.G., Lee K.B., Kim K.Y., Water hammer in the pump-rising pipeline system with an air chamber, J. Hydrodyn. Ser. B 26 (6) (2015) 960–964.
13. Moghaddas S., The steady-transient optimization of water transmission pipelines with consideration of water-hammer control devices: a case study, J. Water Supply Res. Technol. - Aqua 67 (6) (2018) 556–565.
14. Жонкобилов У.У., Жонкобилов С.У., Ражабов У.М., Хушиев Ш.П. Учет влияния коэффициента политропы на гидравлический удар с двухкомпонентным потоком // Инновацион технологиялар журнали махсус сон, Карши 2021, Б. 43-47.

ISSN 3030-3907

NOGIRONLIGI BO‘LGAN SHAXSLARNI QO‘LLAB-QUVVATLASH SIYOSATINI RIVOJLANTIRISHNING ZAMONAVIY YO‘NALISHLARI

Madrahimova Muhayyo Sultonboyevna
TDTU “O‘zbekiston tarixi” kafedrasi mustaqil tadqiqotchisi
Тел: 97 777 66 26

Annotatsiya. Bugungi kunda jamiyatimizning har bir a’zosi, shu jumladan nogironligi bo‘lgan shaxslar ham teng huquq va imkoniyatlarga ega bo‘lishlari lozim. Ularning ijtimoiy hayotda faol ishtirok etishlari, ta’lim olishlari, mehnat qilishlari va madaniy hayotdan bahramand bo‘lish huquqlarini ta’minlash, ularning hayot sifatini yaxshilash davlat siyosatining asosiy va muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Mazkur maqolada bugungi kunda O‘zbekistonda ta’lim, sog‘liqni saqlash va mehnat bozorida nogironligi bo‘lgan shaxslar uchun yaratilgan sharoitlar to‘g‘risida so‘z boradi.

Kalit so‘zlar: Professional ta’lim, inklyuziv rivojlanish, reabilitatsiya, ijtimoiy himoya, ijtimoiy hayot, ijtimoiy dastur

Аннотатция. В современном обществе каждый его член, включая лиц с ограниченными возможностями, должен обладать равными правами и возможностями. Обеспечение их активного участия в общественной жизни, доступа к образованию, трудоустройству и возможности пользоваться культурной жизнью, а также повышение качества их жизни является одним из основных и важных направлений государственной политики. В данной статье рассматриваются современные условия, созданные в Узбекистане для лиц с органиченными возможностями в сфере образования, здравоохранения и рынка труда.

Ключевые слова: Профессиональное образование, инклюзивное развитие, реабилитация, социальная защита, социальная жизнь, социальная программа

Annotation. Nowadays, every member of our society including persons with disabilities, should have equal rights and opportunities. Ensuring their active participation in social life, access to education employment, and enjoyment of cultural life, as well as improving their quality of ife, is one of the main and important derections of state policy. This article discusses the current conditions created in Uzbekistan for persons with disabilities in the fields of education, healthcare, and the labor market.

Keywords: Professional education, inclusive development, rehabilitation, social protection, social life, social program

Kirish

Bugungi kunda nogironligi bo‘lgan shaxslarni qo‘llab-quvvatlash masalasi davlat ijtimoiy siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biridir. Jamiyatning barqaror rivojlanishi, aholining barcha qatlamlari uchun teng imkoniyatlarni yaratish va

ISSN 3030-3907

inklyuziv ijtimoiy muhitni shakllantirish zamonaviy davlat boshqaruvidagi eng muhim vazifalardan sanaladi. Shu boisdan nogironligi bo‘lgan shaxslarni himoya qilish, ularning huquq va erkinliklarini ta’minlash, ijtimoiy xizmatlar sifatini oshirish bo‘yicha kompleks yondashuvlarni shakllantirish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda.

Mazkur maqolada nogironligi bo‘lgan shaxslarni qo‘llab-quvvatlash siyosatining mohiyati, uning zamonaviy tendensiyalari, xalqaro standartlar bilan uyg‘unlashuvi, shuningdek, O‘zbekistonda amalga oshirilayotgan institutsional islohotlar tahlil qilinadi. Tadqiqotning asosiy maqsadi – nogironlarning ijtimoiy hayotda faol ishtirok etishi, reabilitatsiya va inklyuziv rivojlanish imkoniyatlarini kengaytishga qaratilgan samarali siyosiy mexanizmlarni asoslab berishdir.

So‘ngi yillarda mamlakatimizda nogironligi bo‘lgan shaxslarni himoya qilish sohasida bir qator ishlar amalga oshirilmoqda. Prezident farmonlari, qarorlar ishlab chiqilib hayotga tadbiq etilmoqda. Ayniqsa, “Nogironligi bo‘lgan shaxslarni qo‘llab-quvvatlash milliy dasturi” negizida ular uchun ijtimoiy dasturlar ta’lim, sog‘liqni saqlash, bandlik va infratuzilma sohalarida yangi imkoniyatlar yaratildi.

O‘zbekiston Respublikasida nogironligi bo‘lgan shaxslarni qo‘llab-quvvatlash siyosati sohasida bir qator milliy va xorijiy tadqiqotlar mavjud. Jumladan, A.Islomov(2018), N.Karimova(2020) kabi o‘zbek olimlari nogironligi bo‘lgan shaxslarning ijtimoiy himoya tizimini tahlil qilgan, ularning huquqiy va ijtimoiy jihatlarini batafsil yoritgan. Ushbu tadqiqotlar asosan davlat dasturlari, reabilitatsiya xizmatlari va ijtimoiy himoya tizimi samaradorligini o‘rganishga qaratilgan.

Xorijiy tadqiqoqtchilardan T.Shakespeare(2013), M.Groce(2015) kabi olimlar nogironligi bo‘lgan shaxslarning huquqlari, inklyuziv ta’lim va ijtimoiy integratsiya jarayonlarini keng qamrovli o‘rganishgan. Ularning ishlari nogironligi bo‘lgan shaxslarni jamiyatga integratsiya jarayonlarini keng qamrovli o‘rganishgan. Ularning ishlari nogironligi bo‘lgan shaxslarni jamiyatga integratsiya qilish bo‘yicha xalqaro tajribani ko‘rsatadi va O‘zbekistonda joriy etilayotgan siyosatni solishtirma tahlil qilish imkonini beradi.

“Yangi O‘zbekiston - bu xalq manfaati hamma narsadan ulug‘ degan g‘oya amaliy ishlar bilan o‘z tasdig‘ini topayotgan mamlakatdir”[1].

Yangi O‘zbekistonimizda olib borilayotga islohotlar asosida albatta, inson va uning manfaatlari uchun degan tamoyil birinchi o‘rinda turadi. Hozirgi vaqtda ijtimoiy himoya tizimini rivojlantirish masalasi juda ham dolzarbdir.

Bugungi kunda davlatimiz tomonidan nogironlarga qaratilayotgan e’tibor asosida O‘zbekiston Respublikasining “Nogironligi bo‘lgan shaxslarning huquqlari to‘g‘risida”gi 2020-yil 15-oktabrdagi O‘RQ – 641-son qonunining.[2] 4-moddasida nogironligi bo‘lgan shaxslarning qadr-qimmatini, ularning shaxsiy

ISSN 3030-3907

mustaqilligini, tanlash erkinligini hurmat qilish, nogironlik belgisiga koʻra, nogironlikni aniqlash va oldini olishi, ularning ta’lim olishi va ishga joylashishiga koʻmaklashish, ularga tibbiy-ijtimoiy yordam koʻrsatishning zamonaviy shakl va mexanizmlarni belgilash, nogironlikni belgilashda qoʻllanilayotgan usullarni tubdan takomillashtirish va boshqa qoidalarni nazarda tutish belgilangan. Qonun bilan nogironligi boʻlgan shaxslarning huquqlarini ta’minlashning muhim prinsiplari yaratildi. Shu bilan birga tibbiy - ijtimoiy ekspert komissiyalari faoliyatlari ham yanada takomillashtirilmoqda. Bu qonun bilan nogironligi boʻlgan shaxslarning bir qator huquq va erkinliklari mustahkamlandi. Qonunning 40-moddasida quyidagilar ifodalangan: Nogironligi boʻlgan shaxslarning umumiy, oʻrta, oʻrta maxsus, professional, maktabdan tashqari, oliy va oliy ta’limdan keyingi ta’limida quyidagi imtiyozlar berildi.

Nogironligi boʻlgan shaxslarning umumiy oʻrta va oʻrta maxsus ta’limi, professional ta’lim muassasalarida va tashkilotlarda zarurat boʻlganda esa, ixtisoslashtirilgan ta’lim muassasalarida amalga oshiriladi.

Nogironligi boʻlgan shaxslarning oliy ta’limi oliy ta’lim muassasalarida va tashkilotlarida amalga oshiriladi.

Statsionar davolash-profilaktika yoki reabilitatsiya muassasalarida davolash kursini oʻtayotgan nogironligi boʻlgan bolalar uchun mazkur muassasalarda oʻquv mashgʻulatlari tashkil etiladi.

Professional ta’lim olish uchun maxsus shart – sharoitlarga muhtoj nogironligi boʻlgan shaxslar uchun turli xil ixtisoslashtirilgan professional ta’lim muassasalari tashkil etiladi va ularda oʻqitish davlat ta’lim standartlari asosida olib boriladi.

Bundan tashqari, nogironligi boʻlgan shaxslar uchun OTM da davlat granti asosida qoʻshimcha qabul kvotalari ajratiladi.

Nogironligi boʻlgan shaxslarning avtotransport vositalari uchun ajratilgan toʻxtab turish joylaridan foydalanganlik uchun haq olinmaydi.

I va II gurux nogironligi boʻlgan shaxslarga DXM va YAIDXP orqali xizmat koʻrsatishda 50 foiz miqdorida chegirma qoʻllaniladi.

Nogironligi boʻlgan shaxslardan jamoat birlashmalari ramzlarini davlat roʻyxatidan oʻtkazish uchun davlat boji olinmaydi.

Nogironligi boʻlgan 18-yoshgacha boʻlgan bolalar, 18 yoshdan katta bolalikdan nogironligi boʻlgan shaxslarga nafaqa tayinlashda davlat xizmatlari bepul koʻrsatiladi.

I va II gurux nogironligi boʻlgan shaxslar bolalarini davlat maktabgacha ta’lim muassasalariga qabul qilishda imtiyozli roʻyxatga kiritilgan.

Tegishli tibbiy xulosa asosida muhtoj shaxslarga protez-ortapediya anjomlari va texnikalari beriladi.

ISSN 3030-3907

Nogironligi bo‘lgan shaxslar sanotoriy - kurortda bepul davolanadi.

Nogironligi bo‘lgan shaxslarni ijtimoiy ta’minlash tizimi bu nafaqat moddiy yordam, balki keng ko‘lamli ijtimoiy xizmatlarni qamrab oladi. Ayniqsa, yuqorida biz aytib o‘tgan ya’ni, ularni ta’lim olishi, ish bilan band qilinganlik darajasidan tashqari, reabilitatsiya markazlari, psixologik maslahat xonalari, ijtimoiy pedagoglar xizmatlari zamonaviy texnologiyalar bilan ta’minlash zarur. Bu kabi ishlar hozirgi zamon talabidir.

2017-2021yillarda O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha Harakatlar Strategiyasining[3]. Ijtimoiy sohani rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlarida ham pensionerlar, nogironlar, yolg‘iz keksalar va aholi boshqa ehtiyojmand toifalarining to‘laqonli hayot faoliyatini ta’minlash uchun ularga tibbiy-ijtimoiy yordam ko‘rsatish tizimini yanada takomillashtirish belgilangan edi. Bundan tashqari, nogironlarni sifatli ijtimoiy xizmatlar bilan ta’minlash, ularni mehnat bozoriga moslashtirish va boshqa bir qator imkoniyatlar yaratish orqali tizimni kuchaytirish belgilangan edi.

Shuningdek, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 28-fevraldagi Farmoni bilan tasdiqlangan 2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasini “Insonga e’tibor va sifatli ta’lim yili“da amalga oshirishga oid davlat dasturida ham nogironligi bo‘lgan shaxslar uchun bir qator qo‘shimcha kafolatlar belgilandi. Ya’ni, bundan buyon nogironlik idoralararo electron ma’lumotlar almashinuvi asosida, fuqarolarning ishtirokisiz belgilanishi aytildi. Bu albatta, ularning og‘irini yengil qilishda katta ahamiyat kasb etadi.

Shu bilan bir qatorda, Nogironlar huquqlari to‘g‘risidagi konvensiya ijrosi bilan o‘zaro uyg‘un holda, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 27-fevralda matbuotda e’lon qilingan “Nogironligi bo‘lgan shaxslarni qo‘llab-quvvatlash tizimini takomillashtirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi qarori bu borada ulkan ahamiyat kasb etganini e’tirof etish o‘rinlidir[4]. Bu Qarorning maqsadi birinchi navbatda, inson huquqlari shuningdek, nogironligi bo‘lgan shaxslar huquqlarining kafolatlarini mustahkamlashdan iborat va bundan tashqari, inklyuziv rivojlanish, aholining barcha qatlamlarining teng huquq va imkoniyatlarga ega bo‘lishlarini ta’minlashda samarali ishlar olib borish, nogironligi bo‘lgan shaxslarning jamiyat hayotida uning barcha sohalarida qatnashishlari uchun katta sharoitlar yaratib berishdan iborat edi.

Mazkur tadqiqotning metadologiyasi nogironligi bo‘lgan shaxslarni qo‘llab-quvvatlash siyosatini tizimli tahlil qilishga asoslandi. Tadqiqotda tizimli tahlil usuli ya’ni davlat siyosati, normativ-huquqiy hujjatlar va ijtimoiy xizmatlar o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqliklari o‘rganildi, qiyosiy tahlil, kontent-analiz uslublaridan foydalanildi.

Tahlil va natija

ISSN 3030-3907

Tahlillar shuni koʻrsatadiki, Oʻzbekistonda nogironligi boʻlgan shaxslarni qoʻllab-quvvatlash siyosati izchil rivojlanmoqda va xalqaro standartlarga yaqinlashmoqda. Siyosiy islohotlar, ijtimoiy xizmatlar tizimi, bandlik imkoniyatlari hamda reabilitatsiya yoʻnalishidagi oʻzgarishlar ijobiy natijalar bermoqda. Shu bilan birga, hududiy nomutanosibliklar, infratuzilma moslashuvchanligi va mahalliy darajadagi xizmatlar sifati boʻyicha takomillashtirish zaruligi aniqlangan.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, Nogironligi boʻlgan shaxslarni qoʻllab-quvvatlash siyosatini rivojlantirish bugungi kunda jamiyatning barqaror va inklyuziv rivojlanishi uchun muhimdir. Zamonaviy siyosatning asosiy yoʻnalishlari inklyuziv ta’limni rivojlantirish, sogʻlikni saqlash va reabilitatsiya xizmatlarini takomillashtirish, ijtimoiy himoya va moliyaviy qoʻllab-quvvatlashdan umuman olganda, ular uchun hamma sohada imkoniyatlar yaratib berishdan iborat. Nogironligi boʻlgan shaxslarni qoʻllab-quvvatlash siyosatini rivojlantirish nafaqat ularning turmush darajasini oshiradi, balki butun jamiyatning ijtimoiy adolat va tenglik tamoyillarini mustahkamlaydi.

Ushbu yoʻnalishlar orqali nogironligi boʻlgan shaxslar nafaqat ijtimoiy himoyaga ega boʻlishadi, balki, oʻzini mustaqil, faol va jamiyat hayotida toʻliq ishtirok etuvchi shaxs sifatida his qilish imkoniyatiga ega boʻladilar. Shuningdek, xalqaro tajriba va hamkorlikni tadbiq etish orqali Oʻzbekiston nogironligi boʻlgan shaxslarni qoʻllab-quvvatlash tizimini yanada samarali va zamonaviy darajaga olib chiqishi mumkin.

Takliflar

1. Reabilitatsiya xizmatlarini kengaytirish va sifatini oshirish
2. Inklyuziv ta’limni rivojlantirish, qoʻshimcha pedagogic yordam tizimini mustahkamlash.
3. Bandlik va kasb-hunarga oʻrgatish imkoniyatlarini kengaytirish.
4. Jamoat infratuzilmasini mukammallashtirish, panduslar, liftlar va transport qulayliklarini oshirish.
5. Jamiyatda inklyuziv madaniyatni kuchaytirish, aholini nogironlar huquqlari va ehtiyojlari haqida xabardor qilish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Sh.Mirziyoyev. Yangi Oʻzbekiston taraqqiyot strategiyasi. Toʻldirilgan ikkinchi nashr. – Toshkent: “Oʻzbekiston” nashriyoti, 2022. – 416 B.
2. Oʻzbekiston Respublikasining “Nogironligi boʻlgan shaxslarning huquqlari toʻgʻrisida”gi 2020-yil 15-oktabrdagi OʻRQ-641-son qonuni. https: //lex.uz/docs/5049511

ISSN 3030-3907

3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-2021-yillarga mo‘ljallangan Harakatlar Strategiyasi. – PF-4947, 2017-yil 7-fevral.
4. “Xalq so‘zi” gazetasining 2023 yil 3 mart kungi 44-soni.

ISSN 3030-3907

СИМВОЛИЗМ В ТВОРЧЕСТВЕ ДЖАДИСТОВ

Алимкулов Абдурасул Эргаш угли
Джизакский государственный педагогический университет имени А. Кадыри

Аннотация: В данной статье рассматриваются особенности символизма в творчестве узбекских джадидов – Абдулхамида Чулпона, Абдурауфа Фитрата, Хамзы Хакимзоды Ниязи, Абдуллы Авлони и других. Автор анализирует происхождение символизма как литературного направления, раскрывает особенности его проявления в европейской и узбекской литературе, а также показывает, как джадиды, используя символику, выражали идеи свободы, национального возрождения и духовного обновления. В статье подчёркивается, что символизм стал важным средством художественного выражения эпохи джадидизма, позволив авторам передать глубокие философские и общественные смыслы.

Ключевые слова: символизм, джадидизм, поэзия, Чулпон, Фитрат, Хамза Хакимзода Ниязи, символ, образ, национальное возрождение, литература Узбекистана.

Abstract: This article explores the features of symbolism in the works of Uzbek Jadids such as Cholpon, Abdurauf Fitrat, Hamza Hakimzoda Niyozi, Abdulla Avloni, and others. The author analyzes the origin of symbolism as a literary movement, examines its manifestations in European and Uzbek literature, and explains how Jadid writers used symbolic imagery to express the ideas of freedom, national revival, and spiritual renewal. The study highlights that symbolism became a powerful artistic tool of the Jadid era, enabling poets to convey profound philosophical and social meanings.

Keywords: symbolism, Jadidism, poetry, Cholpon, Fitrat, Hamza Hakimzoda Niyozi, symbol, image, national revival, Uzbek literature.

Annotatsiya: Ushbu maqolada Choʻlpon, Abdurauf Fitrat, Hamza Hakimzoda Niyoziy, Abdulla Avloniy va boshqa oʻzbek jadidlari ijodidagi simvolizmning oʻziga xos xususiyatlari oʻrganiladi. Muallif simvolizmning adabiy yoʻnalish sifatida shakllanish manbasini tahlil qiladi, uning Yevropa va oʻzbek adabiyotlaridagi namoyon boʻlish jihatlarini koʻrib chiqadi hamda jadid yozuvchilari ramziy obrazlar orqali ozodlik, milliy uygʻonish va maʼnaviy yangilanish gʻoyalarini qanday ifoda etganini tushuntiradi. Tadqiqotda taʼkidlanishicha, simvolizm jadidchilik davrida kuchli badiiy ifoda vositasiga aylangan boʻlib, ijodkorlarga chuqur falsafiy va ijtimoiy maʼnolarni yetkazish imkonini bergan.

Kalit soʻzlar: simvolizm, jadidizm, poeziya, Choʻlpon, Fitrat, Hamza Hakimzoda Niyoziy, ramz, obraz, milliy uygʻonish, oʻzbek adabiyoti.

ISSN 3030-3907

Введение

Конец XIX и начало XX веков стали переломным этапом в развитии мировой и узбекской литературы. Этот период характеризуется интенсивными общественно-политическими изменениями, формированием нового мировоззрения и поиском духовных ориентиров. В это время на мировую арену выходит литературное направление - символизм, в котором художественный образ становится средством выражения философских идей и эмоциональных состояний человека. Возникнув в Европе, символизм быстро распространился и оказал значительное влияние на литературы Востока, в том числе и на узбекскую. В начале XX века в Узбекистане зарождается джадидское движение - прогрессивное культурно-просветительское течение, направленное на обновление общественного сознания и пробуждение национального духа. Джадиды, стремившиеся соединить традиции восточной поэзии с идеями европейской литературы, нашли в символизме созвучные себе художественные средства выражения. Символизм в поэзии джадидов стал не просто эстетическим направлением, а духовным и философским инструментом осмысления эпохи. Используя символы природы, религии, мифа и человеческих чувств, джадиды передавали глубокие идеи свободы, независимости и национального самосознания.

Актуальность данной темы определяется необходимостью всестороннего изучения символизма как явления, объединяющего мировые и национальные художественные традиции, а также важностью понимания того, как именно символическое мышление стало частью поэтической системы узбекских джадидов. Исследование данного вопроса позволяет глубже раскрыть эстетическую и идейную природу джадидской литературы, а также её вклад в развитие национальной художественной мысли.

Сущность символизма. Символизм, возникший во Франции, стремился показать не внешний мир, а скрытую реальность человеческой души. Символ в поэтическом произведении становился мостом между материальным и духовным мирами. Среди известных символистов - С. Малларме, О. Уайльд, А. Рембо, А. Блок, В. Брюсов, А. Белый. Их творчество заложило основы эстетики, где образ перестал быть простым описанием и стал знаком, выражающим тайну бытия.

Символизм в узбекской литературе. Символика издавна была важной частью узбекской поэтической традиции. В классической поэзии Востока цветок означал возлюбленную, орёл - гордость, муравей - трудолюбие, а май (вино) - радость и вдохновение. В народных эпосах, например в легендах о Рустаме, герой становится символом мужества и

ISSN 3030-3907

справедливости. Такие символы, как яблоко, лошадь, голубь, ива, айва, персик, глубоко укоренены в народном сознании и несут моральное и эстетическое значение. Через символические образы поэты выражали духовные и философские идеи своего времени.

Джадидизм и символическая поэтика. Джадиды, вдохновлённые идеями просвещения и национального обновления, использовали символику как способ художественного выражения социальных и духовных стремлений. Символизм стал для них не только формой поэтической выразительности, но и средством философского осмысления действительности.

Символизм в поэзии Чулпона. Чулпон - один из самых поэтичных и философских представителей джадидской литературы. Его стихи пронизаны аллегориями, метафорами, образами света и тьмы. В стихотворении «Красавица» он через символ луны и звезды передаёт идею стремления к идеалу и свободе:

И луну я найду, и спрошу у неё:
Может, видела где-то тебя в небесах?
И ответит: «Во сне я встречала её,
Щёк румянец я помню и нежность в глазах…»

Луна символизирует духовное начало, свет - путь к истине, а огонь - страдание и испытание. Поэт выражает тоску по свободе, по светлому будущему своего народа.

Фитрат и образ матери как символ Родины. Фитрат в своих стихах через символические образы выражает национальную боль и призыв к возрождению. Образ матери становится символом родной земли, нуждающейся в спасении:

Моя мать! Вам нужна душа, чтобы спасти вас?
Нужна вера и совесть?
С кровью Тимура и Чингиза из наших вен,
Скажи это! Вам нужна кровь, чтобы спасти вас?

Мать - это не просто родительница, а олицетворение родной земли, народа, истерзанного историей. Символы крови, души и веры превращаются в знаки духовного пробуждения и призыва к единству.

Хамза Хакимзода Ниязи и нравственная символика. Поэзия Хамзы Хакимзоды Ниязи отличается особой человечностью. В его баснях символы играют роль нравственных ориентиров. В одной из басен черепаха символизирует простой народ, скорпион - зло и предательство:

«Что ж, садись на черепашью спину,
Я тебя в несчастье не покину!»

ISSN 3030-3907

Сел на черепаху скорпион,
А кругом вода со всех сторон...

Такое противопоставление раскрывает вечную борьбу добра и зла, правды и лжи. Символика у Хамзы - это не просто художественный приём, а способ воспитания нравственных ценностей.

Символизм как средство выражения национальной идеи. Одной из ключевых особенностей символизма в творчестве джадидов является его тесная связь с идеей национального пробуждения. Каждый символ у поэтов движения приобретает социальную и культурную многозначность. Например, образы света, огня, рассвета, утра часто символизируют начало новой эпохи, освобождение от тьмы невежества, приход знаний и просвещения. Эти образы можно проследить в стихотворениях Чулпона, Фитрата и Авлони, где художественная форма превращается в идеологическое послание.

Символ «дороги» также играет важную роль в поэзии джадидов. Он означает путь к свободе, духовному развитию и будущему народа. В ряде стихотворений дорога противопоставляется «болоту» или «тупику», что указывает на необходимость выбора правильного пути. Такое использование символов показывает, что джадиды стремились воздействовать не только на эстетическое восприятие читателя, но и на его мировоззрение.

Сравнение джадидской символики с европейским символизмом. Несмотря на влияние европейской литературы, символизм джадидов имеет ряд отличительных черт. В отличие от французских или русских символистов, обращавшихся преимущественно к внутреннему миру личности, джадиды направляли символический язык на выражение *общественных* задач. Для них символ - не просто эстетическая форма, а способ передачи социального послания.

Если у Малларме или Бодлера символы ведут читателя в мир индивидуальной рефлексии, то у Чулпона, Хамзы или Фитрата символы раскрывают судьбу народа, его боль и надежды. Таким образом, символизм джадидов - это синтез эстетики модернизма и национально-просветительской идеи.

Роль традиционной восточной образности. Джадиды активно использовали символы, уходящие корнями в классическую литературу Востока. Такие образы, как «соловей и роза», «сад», «ночь и заря», «путник», поражают своей многослойностью. Джадиды превратили традиционные символы в средство отражения проблем современности. Например, образ «сада» в их творчестве становится метафорой родины, а «увядшие цветы» -

ISSN 3030-3907

символом упадка народа. В сочетании с модернистскими элементами символика приобретает новое звучание.

Анализ образов в поэзии Чулпона, Фитрата и Хамзы. Чулпон создаёт атмосферу духовного поиска через образы теней, ночи, путеводной звезды, ветра. Его поэтический мир построен на контрастах: свет - тьма, надежда - отчаяние, свобода - плен. Символы у него несут эмоциональную нагрузку и отражают состояние целого поколения.

Фитрат использует символы для выражения политических и социальных взглядов. Его образ матери - это метафора родины, нуждающейся в защите. Символ крови в его поэзии - это не призыв к насилию, а знак жертвенности и ответственности за будущее.

Хамза применяет символы для нравственного воспитания. Его басни показывают характер людей через животных, которые символизируют добро, мудрость или зло. Его символизм ближе к аллегории, но он также раскрывает важные социальные смыслы.

Значение символизма для джадидской литературы. Символизм стал художественным инструментом, который помог джадидам соединить европейские модернистские тенденции с собственными культурными традициями. Через символы авторы выражали идеи, которые нельзя было передать открытым текстом из-за политической ситуации. Символы

Заключение

Таким образом, символизм в творчестве узбекских джадидов занимает особое место в истории национальной литературы. Джадидская поэзия, вобравшая в себя традиции восточной духовности и идеи европейского модернизма, стала отражением эпохи пробуждения национального самосознания. Символы, которыми пользовались поэты, служили не только эстетическим украшением, но и выразителями философских, моральных и социальных идей своего времени. Символизм позволил джадидам передавать сложные духовные состояния народа, стремление к свободе, справедливости и просвещению. Через поэтические образы луны, матери, света и огня они выражали боль, надежды и мечты общества, ищущего пути обновления. Джадидская поэзия стала зеркалом внутреннего мира нации, где личные переживания автора переплетаются с судьбой народа и историей страны.

Сегодня изучение символизма в наследии джадидов имеет не только литературное, но и культурно-историческое значение. Оно помогает глубже понять эволюцию художественного мышления узбекского народа, особенности его духовного поиска и связи с мировыми культурными процессами. Творчество джадидов, наполненное символами и идеями

ISSN 3030-3907

свободы, по праву можно считать мостом между классическим наследием Востока и современным гуманистическим мировоззрением.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сыйырбеков А. С. Роль и место хаджей-джадидов в развитии мусульманского образования. Молодой ученый, 2017.
2. Юлдашев К., Косимов Б., Кодиров В., Юлдашбеков Ж. Адабиёт. - Ташкент, 2017.
3. Фитрат. Избранные сочинения (Танланган асарлар). Т.1. - Ташкент: Маънавият, 2000.
4. Чулпон. Танланган асарлар. - Ташкент: Ғафур Ғулом номидаги нашриёт, 2010.
5. Ниязи Х. Х. Шеърлар ва асарлар тўплами. - Ташкент: Маънавият, 1998.
6. Қосимов Б. Миллий уйғониш ва жадидчилик ҳаракати тарихи. - Тошкент: Университет, 2005.
7. Ходжаев Х. История узбекской литературы XX века. - Ташкент: Фан, 2008.
8. Аскаров М. Джадидизм и современность. - Самарканд: СамДУ, 2016.

ISSN 3030-3907

ПРОБЛЕМА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ СТУДЕНТОВ - ОСНОВНАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ

Қўчқоров Нодир Бозорович

SНезависимый исследователь кафедры педагогики дошкольного и начального образования Бухарского государственного педагогического института

E-mail: nbozorovich@bk.ru

Tel: +998-90-513-68-96

Annotatsiya: Iqtisodiy madaniyat — bu insonlar faoliyatida namoyon bo‘ladigan va amalga oshiriladigan, qabul qilingan, o‘zlashtirilgan, qayta tiklangan hamda yangidan ishlab chiqilgan madaniy namunalar yig‘indisidir. Iqtisodiy madaniyat har qanday kasbiy faoliyatning asosida yotib, bo‘lajak mutaxassisning ishbilarmonlik va ijodiy sifatlarini, kompetentligini, kasbiy mahoratini, sifatli ishlash ehtiyojini hamda yuklatilgan vazifaga nisbatan mas’uliyat hissini ta’minlaydi.

Kalit so‘zlar: iqtisodiy madaniyat, o‘qitish jarayoni, talabalar, rejalashtirish, oila iqtisodiyoti, gumanistik qadriyatlar.

Аннотация: Экономическая культура проявляется и реализуется в деятельности людей, воплощающей те или иные воспринятые, усвоенные, воспроизведенные и заново выработанные образцы культуры. Экономическая культура лежит в основе любой профессиональной деятельности, обеспечивая деловые, творческие качества, компетентность, профессиональное мастерство, потребность работать качественно, чувство ответственности за порученное дело будущего специалиста .

Ключевые слова: экономическая культура, процесс обучения, студенты, планирование, экономика семьи, гуманистические ценности.

Abstract: Economic culture is manifested and realized in the activities of people who embody certain perceived, assimilated, reproduced and newly developed cultural patterns. Economic culture underlies any professional activity, providing business, creative qualities, competence, professional skills, the need to work efficiently, and a sense of responsibility for the assigned task of a future specialist.

Key words: economic culture, learning process, students, planning, family economics, humanistic values.

Введение

Ценности экономической культуры являются одной из частей общей системы гуманистических ценностей, составляющих основу ее гуманитарной культуры (нравственной, экологической, эстетической, трудовой и т.п.). Многими отечественными и зарубежными исследователями (В.А.Сластенин, Л.С.Подымова (1997); М.Куранов (2015); И.Баситханова, Г.Бакиева,

ISSN 3030-3907

О.Мусурмонова, Д.Шарипова, О.Жамолдинова (2011); Р.Х.Джураев, Р.А.Сафарова, Х.И.Ибрагимов (2004); А.С.Бегматов и др.) доказано, что от успешности внедрения в педагогический процесс этих ценностей во многом зависят перспективы гуманизации воспитания, смысл которой в том и состоит, чтобы обеспечить сознательный выбор личностью общественных ценностей и сформировать на их основе устойчивую индивидуальную систему гуманистических ценностей.

Необходимость формирования экономической культуры студентов определяются тремя причинами. Это:- социально-личностное развитие обучающегося, то есть формирование ценностных установок, нравственно-экономических качеств, развитие личностных ресурсов, мотивов, которые, так или иначе, определяют решение многих проблем жизнедеятельности, а также развитие потребности в самопознании, адекватной оценке своей готовности к различным видам социально-экономической деятельности; - воспитание субъекта хозяйственных отношений, потребителя, собственника, хозяина, ориентирующегося в сути происходящих макро- и микроэкономических событий, умеющего принимать грамотные и обоснованные решения при рассмотрении хозяйственных вопросов, при планировании экономики семьи; - гражданское становление человека как гражданина демократической страны, который может (и должен) видеть причинно-следственную зависимость экономических процессов, сознательно вырабатывать и отстаивать своё мнение, влиять на решение общественных вопросов. Экономическая культура предполагает и формирование определенных моральных и деловых качеств личности, необходимых для будущей трудовой деятельности: общественной активности, предприимчивости, инициативности, хозяйственного, бережного отношения к общественному добру, организаторских способностей, ответственности, стремления к рентабельности, обновление технологических процессов, личного успеха и благосостояния.

Экономическая культура, как частное проявление культуры вообще, основывается на знаниях, убеждениях и действиях, приобретаемых людьми не через биологическую наследственность, а через воспитание. Экономическая культура формируется как стихийно, так и в процессе экономического образования. Через образование изучаются экономические теории, идеи, взгляды, знания, в процессе воспитания формируются экономические качества и нормы поведения людей. Наиболее точно, на наш взгляд, определили экономическую культуру личности как субъекта образовательно-воспитательного процесса авторы С.Г.Медянцева и Н.В.Кавкаева (2005). Они трактуют экономическую культуру как

ISSN 3030-3907

структурное качество личности, развивающееся в процессе обучения и воспитания, синтезирующее в себе глубокие и прочные знания основ функционирования экономики и умение индивида использовать эти знания в процессе жизнедеятельности [3, с. 77].

Большинство педагогов-исследователей - В.Н.Абросимов (2000), Г.Г.Беляев (интернет-источник), И.И.Шакина (2007), Ш.Шодмонов, Р.Алимов, Т.Жураев (2002, 2010), Н.М.Эгамбердиева (2009), Р.Турдибоева (2000) - считали, что экономическая культура, как и культура вообще - это, прежде всего, образование, т.е. накопленные знания, представления, сведения. Экономическое образование - процесс и результат усвоения обучающимися систематизированных экономических знаний, умений и навыков, формирование принципов и их практическое применение, способствующее развитию экономического мышления, сознания, как условия эффективной экономической деятельности. Задача формирования экономической культуры личности в значительной степени возлагается на образовательные учреждения. Поэтому система образования, являясь важнейшим социокультурным регулятором развития общества, должна помочь осознать социальные ценности в экономической сфере, понять смысл действующих законов, их общественную и личную значимость. Существующую проблему формирования экономической культуры молодежи в новых социально-экономических условиях призвано решать педагогического сообщество. Сегодня общество сталкивается с проблемами изменения экономической культуры и, как, следствием - с необходимостью изменения подходов к экономическому образованию и воспитанию. Новое содержание экономических дисциплин формирует новую экономическую культуру, поэтому важно исследовать процесс формирования экономической культуры в современных условиях как педагогическое явление.

Проблема формирования экономической культуры, экономического мышления, социально и экономически ориентированной деятельности обучающихся в контексте подготовки будущих специалистов в Узбекистане, безусловно, относится к числу важнейших педагогических задач. Во многом это обусловлено тем, что экономическая культура выступает важным фактором социально-экономического прогресса, поскольку ее непосредственная функция - повышение экономической и социальной эффективности общественного производства. Преподавание экономики в вузе, как одной из гуманитарных наук, является в настоящее время неотъемлемым элементом национальной системы непрерывного образования. Необходимость экономического образования в вузах

ISSN 3030-3907

республики вызвана требованием воспитания граждан Узбекистана, способных правильно оценить экономические процессы и участвовать в них [4]. Без основ экономических знаний нельзя представить себе многогранный характер современного общества, который является результатом структурных взаимосвязей между экономикой, обществом, техникой, политикой, природой и не может быть ясен студенту только из его повседневного опыта. По этой причине система образования, не в полном объеме обеспечивающая в настоящее время преподавание основ экономических знаний, не выполняет своей главной задачи - научить молодого человека избегать ошибок при принятии решений в жизненно важных ситуациях в настоящем и будущем. Следует подчеркнуть, что речь идет не о специальных профессиональных знаниях, а о знаниях, необходимых для понимания экономических и политических процессов в современном обществе.

Студенты, среди которых много работающей молодежи, ежедневно сталкиваются с экономикой - дома, вне дома, а также через средства массовой информации (газеты, телевидение, радио). Сообщения о доходах, безработице,инфляции, международной конкурентоспособности народного хозяйства, структурных изменениях, конфликтах между экономикой и экологией и т.п. являются частью повседневной жизни. Экономическая деятельность в сфере личной жизни студентов затрагивает такие аспекты, как: планирование и организация личного бюджета, доходов и расходов семьи; экономически обоснованная оценка товаров - покупок для личного пользования; разумное отношение к своему здоровью, режиму и образу жизни, использование свободного времени и др.

Каждый гражданин должен бережно и по-хозяйски относиться к природе, народному достоянию, активно изучать и осмысливать экономическую политику государства. Экономическое образование и воспитание предполагает усвоение обучающимися основных положений экономической науки, дает им представления о хозяйственной деятельности, экосистемах, роли экономики в жизни людей. Экономические знания способствуют осмыслению роли человека в обществе, развитию нравственности у учащихся и студентов, формируют навыки рационального поведения. Экономическое обучение может в этом смысле рассматриваться в качестве необходимого интеллектуального ресурса, как для понимания, так и для дальнейшего развития рыночных отношений. Целью экономического образования студентов должно стать формирование современного экономического мышления, представляющего сплав познания устройства экономической действительности, осознания своего места в ней, усвоение

ISSN 3030-3907

норм цивилизованного экономического поведения, экономической культуры, выработка навыков соответствующей экономической деятельности и на ее основе - формирование экономической культуры человека как основы целесообразной адаптации человека к социально-экономическим условиям [5, 6, и др.].

Цели экономического образования в вузе:- сформировать у обучающихся основы экономического мышления, что позволит перейти от эмоциональных, неаргументированных суждений по вопросам экономической политики государства; - способствовать адаптации студентов к рыночным экономическим условиям, понимание ими происходящих и предстоящих изменений в жизни общества; - воспитать экономически грамотного члена общества, умеющего анализировать экономические процессы, и экономически активного члена общества, способного включиться в жизнь страны; - сформировать у студентов основы экономического мышления, позволяющих им приобрести навыки осмысления новых экономических институтов, их взаимосвязей, и на основе этого аргументированно объяснять свои действия; - помочь приобрести опыт самостоятельного принятия экономических решений на практике (как гражданина, как работника, как потребителя) и сформировать навыки приобретения и применения экономических знаний для анализа и объяснения экономических явлений, событий, ситуаций. Цель экономического образования определяет его основные задачи.

Стратегические задачи, решаемые в процессе экономической подготовки студентов – это, во-первых, социально-личностное развитие, то есть формирование ценностных установок, качеств, личностных ресурсов, выявление потребностей и мотивов, которые, так или иначе, определяют решение многих проблем жизнедеятельности. Во-вторых, это - поведенческий и ценностно-смысловой аспекты профессиональной карьеры человека, детерминирующие способы заработка и расходования денег. В-третьих, это - гражданское становление человека как гражданин демократической страны человек может (и должен) высказывать свое мнение и влиять на решение многих вопросов общества, включая экономические. Основными задачами экономического образования являются:- усвоение студентами экономических знаний, понятий, принципов и закономерностей функционирования экономики, хозяйствующих субъектов; - осмысление своего экономического потенциала, формирование экономического сознания и поведения; - развитие мотивации постоянной потребности в экономических и профессиональных знаниях, повышение своего интеллектуального уровня, профессиональной готовности к трудовой

ISSN 3030-3907

деятельности; - формирование и развитие экономических способностей и экономического мышления [6, 8, 9].

Это позволяет молодым специалистам быть конкурентоспособными на рынке труда, быстро адаптироваться к изменяющимся производственноэкономическим условиям, отвечать требованиям, предъявляемым к современным специалистам.

В конкретной педагогической действительности данные задачи реализуются: • в сфере обучения - освоение обучающимися основ знаний о современной экономике, принципах и закономерностях ее функционирования и развития умений экономической (трудовой, предпринимательской) деятельности; • в сфере самосознания - осмысление своего индивидуального экономического потенциала, формирование осознанного гражданского экономического поведения; • в сфере мотивации - развитие интереса к проблемам экономики, постоянной потребности в экономическом знании, стремления к цивилизованному предпринимательству, что должно стать средством социальной защиты, облегчить решение проблемы занятости молодых людей, их адаптации к рынку. На основании вышесказанного экономическое обучение в высших учебных заведениях определяется как совокупность образовательновоспитательных усилий (в системе с другими общественными предметами), направленных на то, чтобы вооружить выпускников вузов знаниями и навыками, позволяющими им вместе с другими общественными предметами осмыслить экономические условия их существования на индивидуальном, профессиональном (производственном), региональном, народнохозяйственном и международном уровнях, с целью научить их экономическим действиям в жизненных ситуациях в настоящем и будущем.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Медянцева С.Г., Кавкаева Н.В. Экономическая культура студентов в условиях рыночной экономики //Знание, понимание, умение. – 2005. - №4. - С. 74-79.

2. Маманазаров А.Б. Современные педагогические и информационнокоммуникационные технологии в формировании экономической культуры у обучающихся // «Таълим-тарбия жараёнига замонавий педагогик ва ахборот-коммуникацион технологияларни жорий этиш: муаммо ва ечимлар» Республика илмий-амалий конференцияси материаллари, ЎзПФИТИ, Тошкент, 2015.

3. Абдрахманова А.М. Формирование экономической культуры у студентов — залог развития государства / А. М. Абдрахманова, А. К. Досмуханова //

ISSN 3030-3907

Экономика, управление, финансы: материалы III междунар. науч. конф. (г. Пермь, февраль 2014 г.). — Пермь: Меркурий, 2014. — С. 14-

4. Абдрахманова А.М. Формирование экономической культуры у студентов — залог развития государства / А. М. Абдрахманова, А. К. Досмуханова // Экономика, управление, финансы: материалы III междунар. науч. конф. (г. Пермь, февраль 2014 г.). — Пермь: Меркурий, 2014. — С. 14-

5. Богданова О.В. Самостоятельная работа студентов технических вузов в процессе экономической подготовки // Вестник Томского государственного педагогического университета выпуск 5 (83) 2009. - С. 76-

6. Маманазаров А.Б. Современная методика преподавания курса экономики в высшем учебном заведении // Крымская осенняя Международная конференция математическая школа - симпозиум. Крым, 2013.

ISSN 3030-3907

TAKRORLANUVCHI VA ICHMA-ICH BAJARILUVCHI MURAKKAB STRUKTURALI ALGORITMLARNI TUZISH HAQIDA

Safar Xodjiyev
Oriental universiteti
E-mail: safar1951@yandex.ru
Yo‘ldoshev Shuhrat Savriyevich
Oriental universiteti
E-mail: yshuhrat62@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada takrorlanuvchi va ichma-ich takror hisoblash ihlarini bajrishga to‘g‘ri keluvchi masalalar algoritmlarini tuzish umumiy metodi bayon qilingan. Ikki o‘zgaruvchili funksiya qiymatini har bir argument mos ravishda berilgan oraliqda va berilgan qadamda o‘zgarishida hisoblash algoritmi izohlar bilan keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Algoritm, blok-cxema, sikl, ichma-ich, murakkab, struktura.

Аннотация. В статье описан общий метод построения циклических и вложенных алгоритмов для задач, требующих многократных вычислений. Приводится алгоритм с пояснениями, вычисления значения функции двух переменных, каждый из аргументов которой изменяется на заданном интервале с заданным шагом.

Ключевые слова: Алгоритм, блок-схема, цикл, внутренний, комплекс, структура.

Abstract: This article describes a general method for constructing cyclic and nested algorithms for problems requiring repeated computations. An algorithm is presented, along with explanations, for calculating the value of a function of two variables, each of whose arguments varies over a given interval with a given step.

Keywords: Algorithm, block-schema, cycle, internal, complex, structure.

Kirish

Iqtisodda, ishlab chiqarishda, fan va texnikada, ta’lim sohasida va boshqaruvda rivojlanish ko‘p jihatdan zamonaviy informatsion texnologiyalarni keng qo‘llashga bog‘liq bo‘lib qoldi. Bu esa o‘z navbatida bu sohani mukammal o‘zlashtirgan mutaxassislarni tayyorlashni talab qiladi. Hozirgi kunda IT ni respublikamizda rivojlantirishini va amalda qo‘llanishi Prezidentimiz tamonidan har tomonlama qo‘llab-quvvatlanib va nazorat qilib kelinmoqda. Yoshlarning zamonaviy bilim va kasb-hunar egallash imkoniyatlari kengaytirilishi munosabati bilan O‘zbekiston Respublikasi hukumatining qarorlari va “bir million dasturchi” loyihasi keng targ‘ibot qilinmoqda. IT sohasidagi yoshlarning bilimlarini rivojlantirish nafaqat kompyuter texnologiyasi bazasini oshirish bilan, balki nazariy bilimlarini mustahkamlash uchun qo‘llanmalar va darsliklar bilan ta’minlashni ham talab qiladi.

ISSN 3030-3907

Yoshlarimiz amaliy masalalarni yechishda nafaqat tayyor dasturlardan (sistemalardan) foydalanib qolmasdan, o‘zlari ham dasturiy ta’minotlar yaratmoqdalar. Dasturiy ta’minot yaratish dasturlash tillarini mukammal o‘zlashtirishni talab qiladi. O‘z navbatida esa samarali dastur tuzish algoritmlar nazariyasi va metodologiyasini fundamental o‘rganishni talab qiladi. Dastur yordamida masalalarni yechishning asosiy va eng muhim qadamlaridan biri uni algoritmini tuzish hisoblanadi.

Mukammal dastur tuzish mukammal algoritm tuzishdan boshlanadi. Hozirgi kunda o‘rta maktablarda va oliy o‘quv yurtlarining deyarli barcha mutaxassisliklarida informatika asoslari va dasturlash tillari o‘qitilmoqda. Bularning barchasi algoritmlar tuzishni o‘rganishdan boshlanadi.

Shu sababli, algoritmlar nazariyasida, algoritmi va uni ozlashtirilish qiyin bo‘lgan masalalarni algoritmini tuzishni va uni oquvchi har tomonlama chuqur o‘zlashtirishi uchun algorim ishlashini tushintirishga katta etibor berish kerak bo‘ladi. Lekin, ayrim uctozlar va dasturchilar, masalalar algoritmini tuzib o‘tirishning hojati yo‘q deiyshadi. Bir garagada to‘g‘ri dek tuyiladi. Chunki, juda ko‘p dasturlash tillari va sistemalarda, masalalar dasturlari mavjud bo‘ib, sizdan masala echimi uchun kerakli ma’lumotlarni berish talab qilinadi xolos. Biz talabalarimizni va taqiqotchilarimizni robotdek foydalanuvchi emas, balkim, mustaqil fikrlab masala algoritmi va ishlash dasturini tuzib biladigan mutassislarlar tayo‘rlasak, Respublikamida IT sohasini rivojiga hissa qo‘shgan bo‘lamiz.

Biz bu erda takrorlanuvchi algorimlar yordamida hisolashga togri keladigan ikkita masala algoritmini tuzib, ylarni ishlasini izohlar bilan keltiramiz.

Takrorlanuvchi algoritmlar turlari va umumiy bajarilish qonunlari adabiyotlarda yaxshi yoritilgan va uni quidagicha ta’riflash mumkin.

Ta’rif: Agar algoritmning biror qismi unda qatnashgan biror miqdorning o‘zgarishi bilan chekli sonda takror bajarilsa, bunday algoritmlar **takrorlanuvchi algoritmlar** deyiladi.

Algoritmning biror qismi deganda, yangi qiymat bilan bajariladigan bir yoki bir necha ko‘rsatmalar (bloklar) tushuniladi. Takrorlanishdagi bu yangi qiymat **takrorlanish parametri** deb yuritiladi.

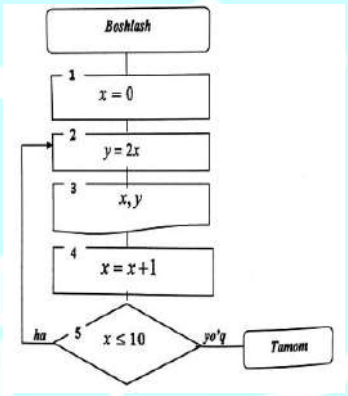
1-misol. y = *2x* funksiya qiymati $0 \le x \le 10$ oraliqda *x* o‘zgaruvchi $\Delta x = 1$ qadam bilan o‘zgarganda hisoblanish algoritmi tuzilsin.

Yechish. Bu hisoblanish quyidagi tartibda bajarilishi mumkin. Birinchi *x* ga nol qiymat berilib (*x* = 0), *y* = *2x* ifoda qiymati hisoblanadi va *y* natija bosib chiqariladi (agar zarurat bo‘lsa). So‘ng x ning oldingi qiymatiga qadam ($\Delta x = 1$) qo‘shiladi va shu *x* ning hosil bo‘lgan yangi qiymati bilan *y* = *2x* funksiya qiymati yana hisoblanadi. Bu hisoblanish ishlari *x* ning qiymati 10 ga teng bo‘lguncha takrorlanadi, *x* ning har bir o‘zgargan qiymatida doimo bir xil hisoblash ishi

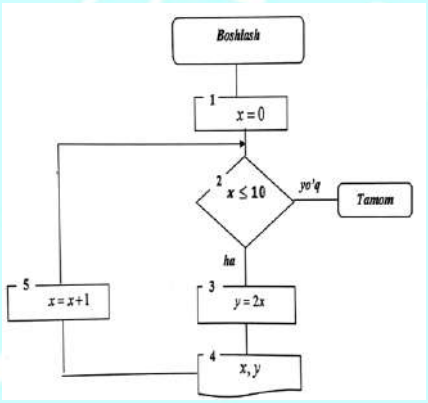
ISSN 3030-3907

bajariladi, ya’ni 2x ko‘rinishidagi ifoda qiymati hisoblanadi. Umumiy holda bu qo‘yilgan masala algoritmini quyidagicha tuzishimiz mumkin va u blok-sxema ko‘rinishida 1 chi 2-rasmlarda ko‘rsatilgan. 1-rasmdagi algoritmga quidagicha izoh berish mumkin.

Birinchi blokda x ga boshlang‘ich qiymat nol berilyapti (o‘zlashtirilayati) va ikkinchi blokda x- ning shu qiymati bilan y funksiya qiymati hisoblanyapti. Uchinchi blokda x va shu x ning qiymatida hisoblangan y natija bosib chiqarilyapti. To‘rtinchi blokda x ning oldingi qiymatiga qadam (Δx) qo‘shilayapti, natija x ning o‘zida qoldirilayapdi. Beshinchi blokda yangi hosil qilingan x ning qiymati hisoblanadigan chegaragacha kelgan yoki kelmaganligi tekshirilyapti. Agar x ning qiymati 10 dan kichik yoki teng bo‘lsa, hisoblanish yana ikkinchi blokdan boshlab x ning yangi qiymati bilan davom ettiriladi, ya’ni 2,3,4 va 5-bloklar ishi takrorlanadi.



1-rasm



2-rasm

Takrorlanuvchi algoritmlar tuzisni o‘rgatishda(o‘rgatishda), uning bajarilish qonuniyatini to‘g‘ri tasavvur qilish uchun takrorlanish parametrining bir nechta qiymatida algoritmning bajarilishini bajarib ko‘rsatgan ma’qul.. Misol sifatida 1-rasmda keltirilgan (1-misol) takrorlanuvchi algoritm blok-sxemasining bajarilishini ko‘raylik (3-rasm). Bu yerda takrorlanishning ikki qadami bajarilib ko‘rsatilgan.

Orgatishda (organishda) blok-sxema yonida yoki ichida har bir takrorlanish parametri qiymatida bloklarda bajarilishi kerak bo‘lgan ko‘rsatmalar natijasini yozish ma’quldir(3-rasm).

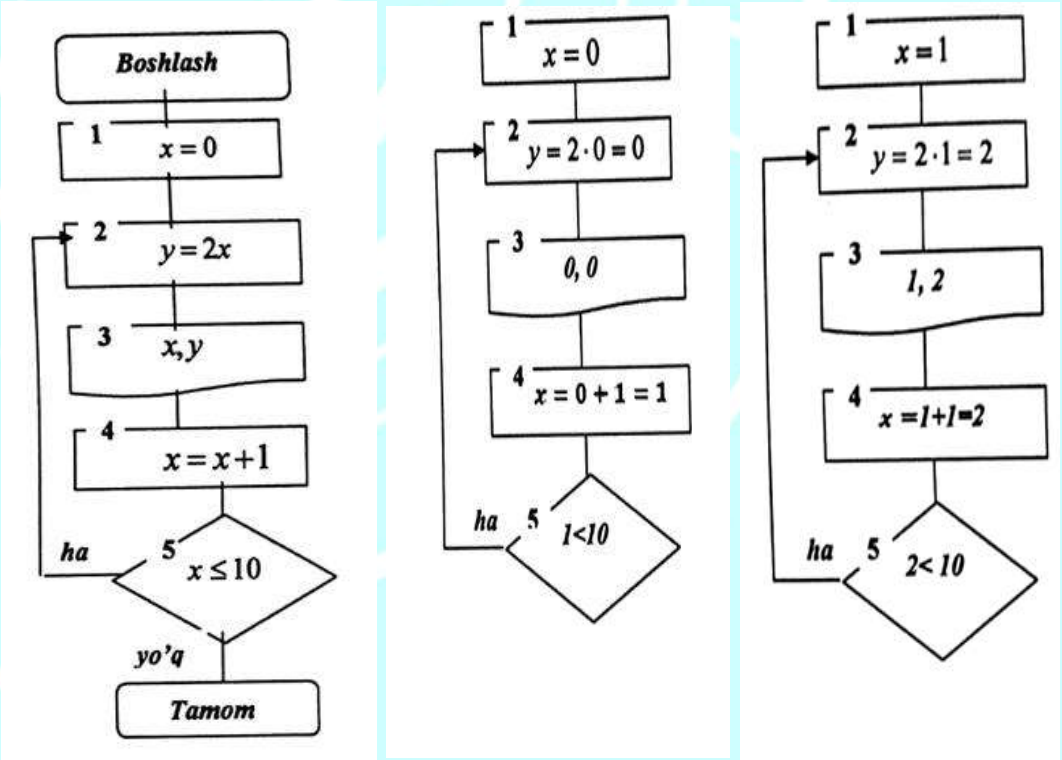
Bu yerda uchinchi blokda x-parametr qiymati va y natija bosib chiqarilishi ko‘rsatilyapti. Natijalar qaysi ko‘rinishda chiqarilishi programmalashtirishda amalga oshirilishi kerak(blok-cxemada ham ko‘rsatilishi mumkin, lekin shart emas).

Agar siklning asosiy qismi sikl strukturalari bo‘lsa, bunday algoritmlar murakkab yoki ichma-ich joylashgan takrorlanuvchi algoritmlar deyiladi. Yana tushunarliroq qilib quyidagicha aytish mumkin.

ISSN 3030-3907

Agar takrorlanuvchi algoritmning asosiy qismi (takrorlanadigan qismi) yana boshqa takrorlanuvchi asosiy qismini o‘z ichiga olgan bo‘lsa bunday algoritmlar **murakkab** yoki **ichma-ich** joylashgan algoritmlar deyiladi. Agar sikl boshqa sikl ichida bo‘lsa – **ichki sikl**, uni ichiga olgani esa **tashqi sikl** deyiladi. Ichki va tashqi sikllar yuqorida keltirilgan sikllarning ixtiyoriy bo‘lishi mumkin. Tashqi va ichki sikllarni tashkil qilish xuddi oddiy sikllarni tashkil qilish qoidalaridek bo‘ladi. Ichma-ich joylashgan sikllarni tashkil qilishda quyidagi qoidalarga qat’iy rioya qilish kerak: Ichki sikllarning barcha bajariladigan amallari tashqi siklning asosiy qismida bo‘lishi shart.

Birinchi qadam. Ikkinchi qadam.



3-rasm. 1-misol algoritmi bajarilishi.

Murakkab sikllar shartli ravishda joylashishiga qarab **saviyalarga (darajalarga)** bo‘linadi. 4-rasmda ichma-ich joylashgan sikllar saviyalari bilan sxematik ravishda parametrli sikllar uchun ko‘rsatilgan.

Bunda tashqi sikl “1-sikl” 0-darajaga ega, ichki sikllar “2-sikl” 1-darajaga ega, ichki “3-sikl” 2-darajaga ega. E’tibor qilsa, 2-sikl 3-siklga nisbatan tashqi bo‘lib, 1- siklga nisbatan ichki hisoblanadi.

2-rasmda keltirilgan murakkab strukturalı algoritmda tashqi sikl “1-sikl” parametrli sikl bo‘lib, 0-darajaga ega, ichki sikllar “2-sikl” sharti oldin tekshiriladigan takrorlanuvchi algoritmlar va “3-sikl” sharti keyin tekshiriladigan takrorlanuvchi algoritmlar bir xil – 1-darajali sikllar hisoblanadi.

Parametrli murakkab strukturalı algoritmlarda (1-rasm) har xil darajada sikllar parametri bir vaqtda o‘zgarmaydi. “1-sikl” uchun AC1 blok va undagi barcha bajarilishi kerak bo‘lgan amallar 0-daraja sikl uchun asosiy qism

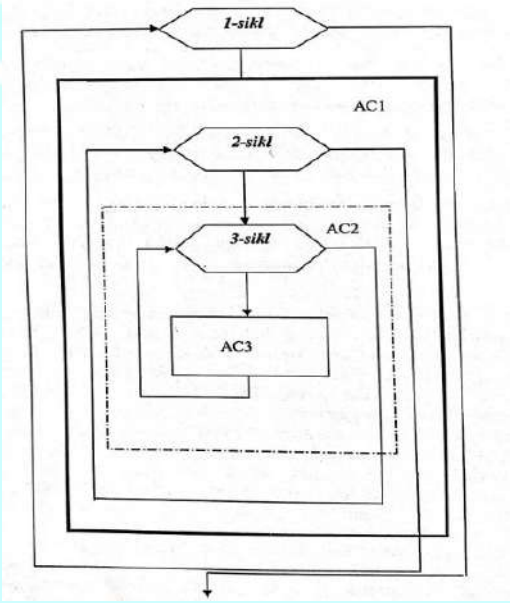
ISSN 3030-3907

hisoblanadi (uzluksiz chiziq bilan to‘g‘ri to‘rtburchak ichidagi amallar). “2-sikl” uchun AC2 blok va undagi barcha bajarilishi kerak bo‘lgan amallar 1-darajali sikl uchun asosiy qism hisoblanadi (·-·-·- chiziq bilan chegaralangan to‘g‘ri to‘rtburchak ichidagi amallar). “3-sikl” uchun AC3 blok asosiy qism (takrorlanadigan) qism hisoblanadi. Bu sikllar quyidagi tartibda bajariladi. Har bir ichki sikl parametri o‘zidan tashqi sikl barcha parametri qiymatida barcha qiymatlari o‘zgarmas asosiy qism bajariladi. Masalan “1-sikl” parametri qiymatlari (i) 1 dan N1 gacha, “2-sikl” parametri (j) 1 dan N2 gacha, “3-sikl” parametri (k) 1 dan N3 gacha o‘zgartiriladi. Unda i = 1 va j = 1, k = 1 teng bo‘lganda, “3-sikl” parametri k =1 dan k =N3 gacha o‘zgari “AC3” qism bajariladi. So‘ng j ning qiymati bitta oshadi, shundan so‘ng ichki “3-sikl” (o-darajali) parametrlari (i) qiymati bitta ortgan holda yana ichki sikllar yuqorida aytilgan tartibda bajariladi. Bu jarayon (i) parametrining qiymati N1 bo‘lguncha bajarilaveradi. Bu murakkab (ichma – ich) joylashgan algoritmimizda 3 ta daraja mavjud. Eng ichki sikldagi AC3 blok N1·N2·N3 ko‘paytma marta takrorlandi. AC2 blok esa N1·N2 marta bajariladi, AC1 blok esa N1 marta takror bajariladi.

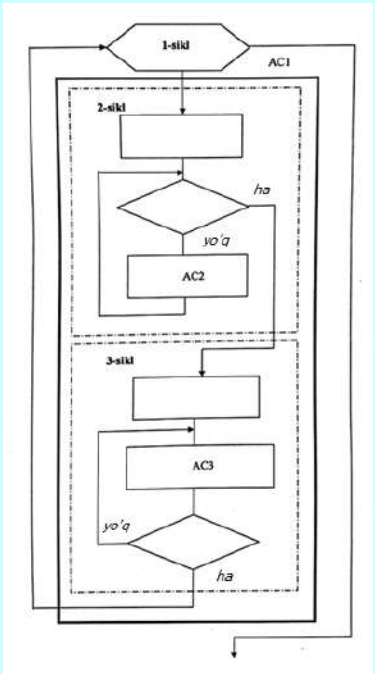
Takrorlanish darajasi k ga tenf va ularning har bir darajasidagi parametrlari o‘zgarishi mos ravishda N_1, N_2, …N_k bo‘lsa, eng ichki sikl takrorlanish soni (N) quyidagicha aniqlanadi.

$$N=N_1 \cdot N_2, \ldots . N_k$$

Shuni eslatib o‘tish kerakki, daraja soni dastur tuzishda компьютер xotirasiga ham bog‘liq bo‘ladi va u chegaralangan bo‘lishi kerak.



4-rasm. Parametrli murakkab strukturali algoritmlar ko‘rinishi.



5-rasm. Har xil turdagi murakkab takrorlanuvchi algoritm ko‘rinishi.

ISSN 3030-3907

Murakkab strukturali algoritmlarining 5-rasmdagi ko‘rinishda**,** yani har xil turdagi murakkab takrorlanuvchi algoritm ko‘rinishida, 1-sikl har bir parametrida 2- sikl va 3-sikl to‘liq bajariladi, ya’ni 1-sikl uchun AC1 asosiy qism hisoblanadi va bir xil darajali “2-sikl” va “3-sikl” larni o‘z ichiga olgan.

2-Misol. Haqiqiy x va y argumentli hamda x, y lar x $\epsilon[x_0, x_n]$, y $\epsilon[y_0, y_n]$ oraliqda mos ravishda h_x va h_y qadam bilan o‘zgarganda ushbu $z=\sqrt{x^2+y^2+1}+\left(x^2+y^2\right)^3+xy-4$ funksiya qiymatini hisoblovchi algoritm tuzilsin.

Yechish. z funksiya giymatini har bir (x,y) juftlikda hisoblash kerak. Bu hisoblash jarayonini quyidagicha tashkil qilish mumkin. Dastlab biror argumentning (fargi yo‘q x bilanmi y bilanmi) tayin qiymatida masalan $x=x_0$ da y ning barcha y_0,y_0+h_y, y_0+2h_y, ……y_n qiymatlarida z hisoblanadi. So‘ngra x ning giymati h_x ga o‘zgartiriladi, ya’ni $x+h_x$ da yana y o‘zgaruvchining to‘la o‘zgarishida (y_0,y_0+h_y, y_0+2h_y, ……y_n) z ning qiymati hisoblanadi. Bu jarayon x ning barcha qiymatlari: x_0,x_0+h_x, x_0+2h_x, ……x_n da takrorlanishi kerak. Bunday algoritmni tuzishda biz x ning qiymatini o‘zgartirish uchun tashqi sikl va y ning qiymatini o‘zgartirish uchun ichki sikllarni tashkil qilishimiz kerak bo‘ladi. Bu masalada ichki va tashqi sikllar o‘rnini(tartibini) almashtirish mumkin, bunda faqat hisoblash tartibi o‘zgaradi xolos. Bu qo‘yilgan masala algoritmini takrorlanuvchi algoritmlarning ixtiyoriy variantida tuzish mumkin, Biz tashqi va ichki sikllarni tashkil qilishni parametrli sikllardan foydalanishga harakat qilamiz.

Parametrli sikllarda parametr butun son bo‘lishi kerak. x va y o‘zgaruvchilar bo‘yicha takrorlanishni tashkil qilish uchun butun son qabul qiluvchi i va j o‘zgaruvchilarni(hisobchilarni) kiritamiz. x va y o‘zgaruvchilarning dastlabki o‘zgarishlari, o‘zgarish qadamlari va oxirgi o‘zgarish qiymatlari ma’lum. Bular yordamida har bir o‘zgaruvchi bo‘yicha takrorlanish sonini topish mumkin,

$$N_x=\left[\frac{x_n-x_0}{h_x}\right]+1,\quad N_y=\left[\frac{y_n-y_0}{h_y}\right]+1$$

Bunda […..] belgi ifodaning butun qismini bildiradi va N_x, N_y-mos ravishda x va y parametrlar bo‘yicha o‘zgarish soni bo‘ladi. Qo‘yilgan masala algoritmini blok-sxema ko‘rinishida 6 va 7-rasmlardagi ko‘rinishlarda tuzish mumkin.

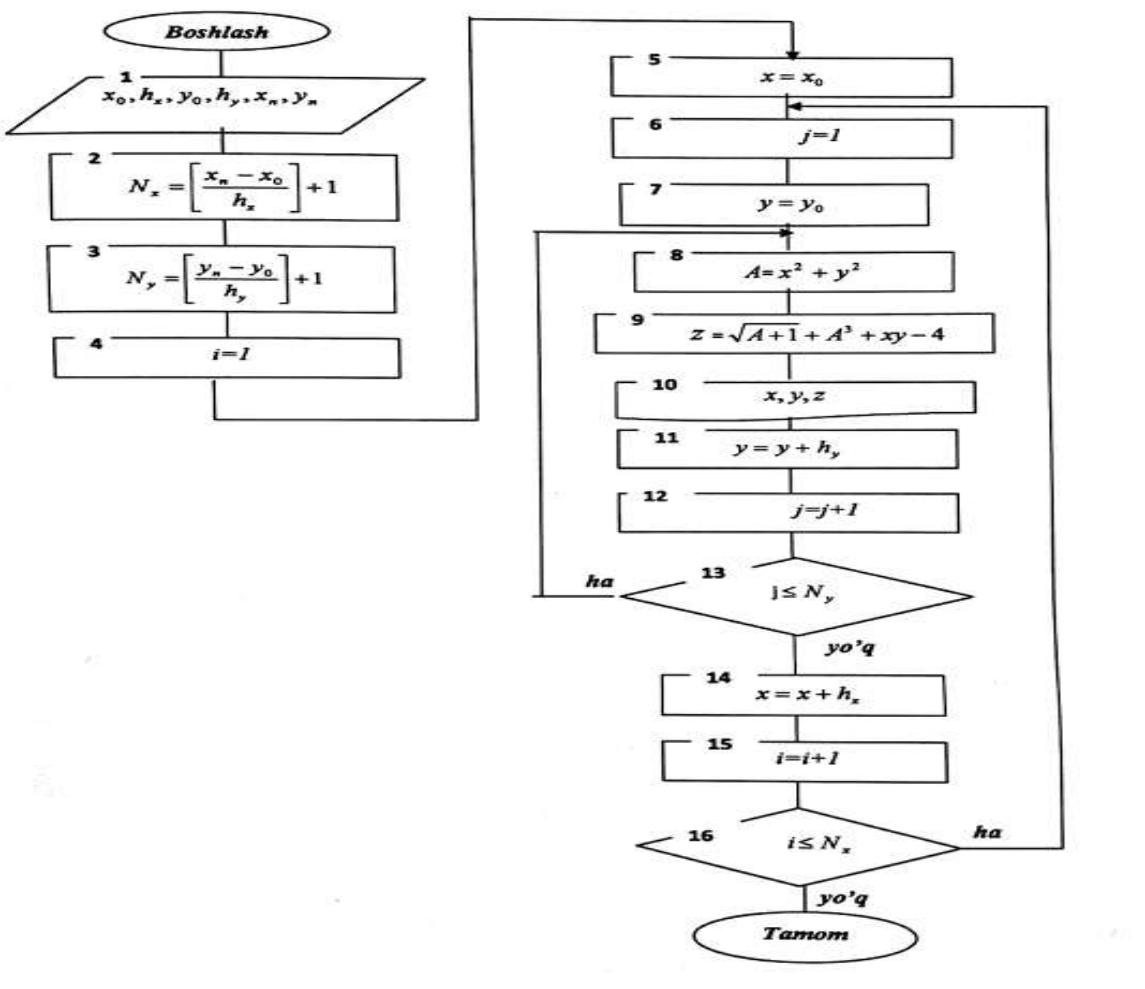
Algoritm ishlashini quyidagicha izohlash mumkin. 6-rasmda keltirilgan masala algoritmini o‘zlashtirish qiyin emas. Bu yerda 7 -rasmdagi algoritmni qanday bajarilishiga izoh beramiz. Dastlab 1-blokda berilganlar kiritilyapti. 2,3-bloklarda yuqorida aytilgan qoidaga ko‘ra x va y o‘zgaruvchilar bo‘yicha takrorlanishlar soni aniqlanadi.

4-blokda siklga tayyorgarlik uchun x o‘zgaruvchining boshlang‘ich qiymati o‘zlashtirilayapti. 5-blokda x-o‘zgaruvchi (i-parametr) bo‘yicha tashqi siklning o‘zgarishi ko‘rsatilgan. 6-11 bloklar ichki sikl bloklarini (bajariladigan amallar)

ISSN 3030-3907

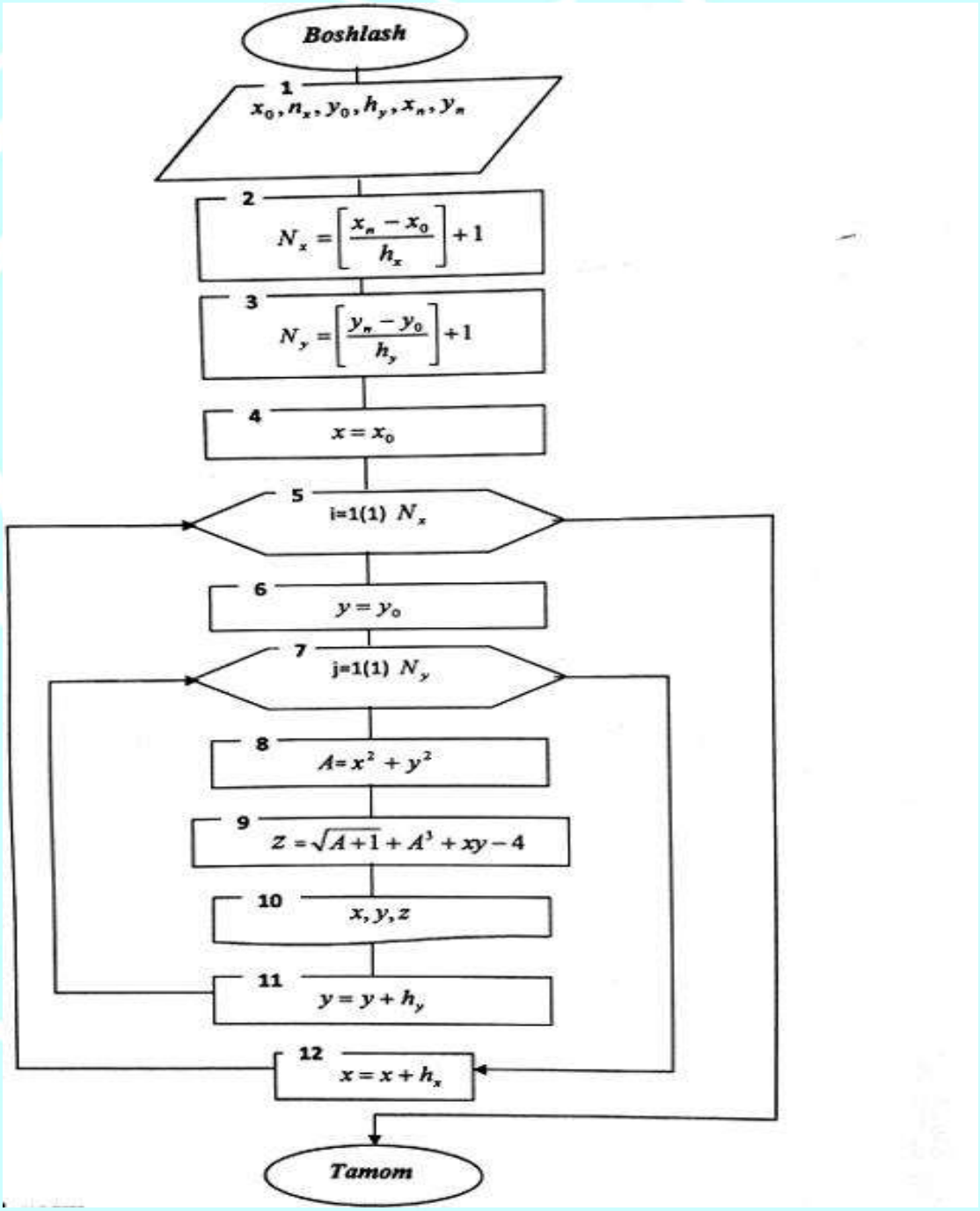
tashkil qiladi. 6-blokda sikl uchun tayyorgarlik ko‘rilib, y ning boshlang‘ich qiymati y_0 o‘zlashtirilayapti. 7-blokda 8-11 bloklar takror bajarilishi uchun j parametr o‘zgarishi ko‘rsatilgan. 8-blokdagi hisoblash ishlarini tejash uchun kiritilgan, chunki bunday ko‘rinishdagi ifoda qiymati hisoblanishi kerak bo‘lgan funksiyada ikki marta uchraydi. 9-blokda o‘zgaruvchi x va y qiymatlari bo‘yicha funksiya qiymati hisoblanayapti va 10-blokda mos ravishda x,y,z qiymatlar chop etilayapti. 11-blokda y ning yangi qiymatda hisoblash uchun uning qiymati qadamga oshirilayapti va takrorlanish davom ettirilishi ko‘rsatilayapti. Bu bloklar N_y marta bajarilgandan so‘ng tashqi sikl 12-blok bajarilishi va boshqarish i-ning qiymati o‘zgarishga yuborilishi ko‘rsatilayapti. Tashqi sikl i bo‘yicha parametr N_x marta bajarilgandan so‘ng algoritm ishini yakunlanadi. Biz bu murakkab strukturalar algoritm ko‘rinishida tuzib chiqdik. Bu murakkab strukturalarni qismlarga bo‘lib, har birini alohida yechish uchun uslub ishlab chiqish mumkin (mustaqil bajarishni taklif qilamiz).

O‘quvchilar bu yerda keltirilgan ko‘rsatmalar va misollar algoritmlarini organshlari natijasida, oddiy takrorlanuvchi va murakkab (ichma-ich) takror bajariluvchi masalalar algoritmlarini tuzishda qo‘llashlari mumkin**.**



6-rasm.

ISSN 3030-3907



7-rasm.

ADABIYOTLAR

1. Дъяконов В.П, Справочник по алгоритмам и программам на языке бейсик для персональных ЭВМ , Справочник. –М.: Наука., 1987. -240с

2. Po‘latov A.M. Algoritmlar va C++ tilida dasturlash asoslari. Toshkent. “Universitet”-2017. 123 b.

3. Никлаус Вирт. Алгоритмы и и структуры данных. Пер. с англ. Ткочев Ф.В. -М.: ДМК Пресс. 2010.-227 с.

4. Ashurov M.O., Sattarova Sh.A., Usmonqulov Sh.U. Algoritmlar. O‘quv qo‘llanma. –T.: “Fan va texnologiya”. 2018, 244 b.

ISSN 3030-3907

5. Robert Sedgevik and Kevin Wayne. Algoritms. FOURS EDITION. Princeton University. First printing, march 2011.
6. Колдаев В.Д. Основы алгоритмизации и программирования. Учебное пособие, Москва ИД «Форум»-ИНФРА-М 2006 г. 416 с.

ISSN 3030-3907

A COMPREHENSIVE COMPARATIVE STUDY OF TRADITIONAL MACHINE LEARNING CLASSIFIERS AND DEEP NEURAL ARCHITECTURES FOR FACE RECOGNITION

Makhmudova Shakhzoda Yorkinovna

Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi Phd student

E-mail: shaha080599@gmail.com

Abstract. This study compares traditional face recognition methods (KNN, SVM, Random Forest) with modern DeepFace. Systems were implemented using these algorithms on datasets simulating real-world conditions. Results show traditional methods are simple to implement but lack speed and precision. DeepFace, leveraging deep learning, outperformed them with faster, more accurate recognition. The trade-off highlights the superiority of deep learning. Despite higher resource demands, it proves more effective for contemporary applications.

Keywords: Face Recognition, k-nearest neighbors (knn), support vector machines (svm), random forest, decision tree, deepface, machine learning, computer vision, biometric authentication, deep learning.

Аннотация. В этом исследовании сравниваются традиционные методы распознавания лиц (KNN, SVM, Random Forest) с современными методами DeepFace. Системы были реализованы с использованием этих алгоритмов на наборах данных, имитирующих реальные условия. Результаты показывают, что традиционные методы просты в реализации, но им не хватает скорости и точности. DeepFace, использующий глубокое обучение, превзошел их по скорости и точности распознавания. Этот компромисс подчеркивает превосходство глубокого обучения. Несмотря на более высокие требования к ресурсам, оно оказывается более эффективным для современных приложений.

Ключевые слова: распознавание лиц, k-число ближайших соседей (knn), метод опорных векторов (svm), случайный лес, дерево решений, deepface, машинное обучение, компьютерное зрение, биометрическая аутентификация, глубокое обучение.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot yuzni aniqlashning an’anaviy usullarini (knn, svm, random forest) zamonaviy deepface usullari bilan taqqoslaydi. Tizimlar ushbu algoritmlar yordamida real sharoitlarni taqlid qiluvchi ma’lumotlar to‘plamlarida amalga oshirildi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy usullarni amalga oshirish oson, ammo ular tezlik va aniqlikka ega emas. Chuqur o‘rganishni qo‘llagan DeepFace ularni tanib olish tezligi va aniqligi bo‘yicha ortda qoldirdi. Ushbu murosa chuqur o‘rganishning ustunligini ta’kidlaydi. Resurslarning yuqori talablariga qaramay, u zamonaviy ilovalar uchun samaraliroq bo‘lib chiqadi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: yuzni aniqlash, k eng yaqin qo‘shnilar (knn), vektorli mashinalar (svm), tasodifiy o‘rmon, qaror daraxti, deepface, mashinali o‘qitish, kompyuter ko‘rish, biometrik autentifikatsiya, chuqur o‘qitish.

Introduction

In the swiftly changing realm of artificial intelligence and computer vision, face recognition technology has become a fundamental element of contemporary digital systems. By 2025, facial recognition is essential for uses that span biometric security in smartphones and airports to customized user experiences in social media and healthcare diagnostics. The worldwide market for facial recognition is expected to surpass $15 billion by 2027, fueled by advancements in artificial intelligence and growing needs for contactless verification due to privacy issues and cybersecurity risks. Nonetheless, the efficacy of these systems depends on the foundational algorithms, which need to strike a balance between accuracy, speed, and resilience to challenges such as changing lighting, poses, and obstructions. This comparative examination analyzes conventional techniques—K-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machines (SVM), Random Forest, and Decision Tree—against a contemporary deep learning method, DeepFace, to assess their advantages, drawbacks, and appropriateness for practical face recognition applications.[1][2]

Conventional approaches embody essential machine learning techniques that depend on feature extraction and pattern recognition without the computational demands of deep neural networks. KNN is an instance-based, non-parametric algorithm that classifies a query face by assessing its similarity (e.g., Euclidean distance) to the k nearest labeled instances in the feature space. It is straightforward and user-friendly, making it suitable for small datasets; however, it is susceptible to noise and high dimensional attributes, where the "curse of dimensionality" may hinder performance.

SVM, a classic strong method, creates hyperplanes in high-dimensional spaces to distinguish classes with optimal margins, frequently utilizing kernel tricks (like RBF kernel) to manage non-linear data. In face recognition, SVM is adept at identifying distinguishing boundaries among facial features, providing robust generalization; however, it necessitates precise adjustment of parameters such as C (regularization) and may be resource-intensive for extensive datasets.[3][8]

Random Forest constructs a collection of decision trees, each developed from bootstrapped portions of data, and combines predictions through majority voting. This approach diminishes overfitting by incorporating randomness in feature selection and bagging, ensuring strong performance in face recognition by identifying varied patterns throughout the trees. It also provides insights on feature importance, helpful for pinpointing essential facial landmarks.[4]

ISSN 3030-3907

The Decision Tree, fundamental to Random Forest, constructs a hierarchical decision model by utilizing feature splits that aim to maximize information gain or reduce Gini impurity. In face recognition, it can divide data based on features such as the distance between eyes or the shape of the nose, but individual trees tend to overfit and become unstable with minor data variations.

Conversely, DeepFace represents contemporary methods by utilizing convolutional neural networks (CNNs) for comprehensive learning. DeepFace, generates deep embeddings from facial images, employing methods like triplet loss to position similar faces closer together in embedding space. This allows for improved precision in difficult circumstances, like low resolution or variations in pose, but requires substantial computational power and extensive labeled datasets for training.[5][7]

This analysis emphasizes the compromises: conventional techniques such as KNN and SVM are effective and understandable for basic situations, whereas ensembles like Random Forest enhance robustness, and deep strategies like DeepFace excel in accuracy for intricate, real-world scenarios. Through the evaluation of their performance on benchmarks such as LFW (Labeled Faces in the Wild) or specialized datasets, we seek to offer insights into choosing the right approach considering resource limitations, data volume, and necessary accuracy, thus informing future progress in biometrics and AI-enhanced security.[6]

METHODS

This study presents a comparative analysis of traditional and modern face recognition methods, including K-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machine (SVM), Random Forest, and DeepFace. The comparison is based on accuracy, computational efficiency, and performance on a well-known benchmark dataset.

The experiments were conducted using the LFW-Deep Funneled dataset, a refined version of the original Labeled Faces in the Wild (LFW). The dataset has a total size of 239 MB and includes 1,680 classes (individuals), filtered to ensure that each person has a minimum of 2 images. The images are stored in .jpeg / .jpg format and were preprocessed into 512-dimensional float32 vectors, representing face embeddings.

This embedding format allows for standardized input across all models and ensures computational efficiency, especially for traditional algorithms that cannot directly process raw images. Prior to model training and evaluation, all images were: Aligned and normalized using the Deep Funneled preprocessing pipeline. Converted to 512-dimensional face embeddings, using a pre-trained model to extract meaningful facial features. Filtered to remove identities with fewer than 2 images to ensure a fair classification setup.The resulting embeddings were used

ISSN 3030-3907

directly as input features for KNN, SVM, and Random Forest classifiers, while DeepFace was used as a modern deep learning baseline.

K-Nearest Neighbors (KNN): A non-parametric classification algorithm where a sample is assigned the most common label among its k nearest neighbors in the embedding space. The optimal value of k was determined using cross-validation.

For a test sample x, the predicted class y is given by:

$$y = argmax \sum_{i \in N_k(x)} II(y_i = c) \quad (1)$$

$N_k(x)$ — the set of k nearest neighbors of x,

II— indicator function (1 if y_i=c, else 0).

Support Vector Machine (SVM): A supervised learning method that finds the optimal hyper plane separating different classes. We tested both linear and RBF kernels, with hyper parameter tuning (C, gamma) via grid search.

For the linear case, the decision function is defined as:

$$f(x)=sign(w^T x + b) \quad (2)$$

The optimization problem is expressed as:

$$\min_{w,b} \frac{1}{2}||w||^2 \ subject\ to\ y_i(w^T x_i + b) \geq 1 \quad (3)$$

$w^T x$—dot product,

b—bias, offset.

Random Forest: An ensemble of decision trees trained on subsets of the data and features. The number of estimators (trees), maximum tree depth, and minimum samples per leaf were optimized to balance bias and variance.

$$y = argmax \sum_{t=1}^{T} II(h_t(x) = c) \quad (4)$$

T — number of trees,

h_t(x) — prediction from the

The model reduces overfitting and improves generalization by combining multiple decision trees.

DeepFace: A deep learning-based framework for face recognition that uses convolutional neural networks to detect, align, and generate embeddings for face comparison. In this study, we used DeepFace both for embedding generation and for end-to-end identity classification using its built-in classification models.

Each image I is transformed into a low-dimensional embedding vector f(I)$\in R^{512}$.

Similarity between two faces I_1 and I_2 is computed using **cosine similarity**:

$$sim(I_1, I_2) = \frac{f(I_1) \cdot f(I_2)}{||f(I_1)||\ ||f(I_2)||} \quad (5)$$

Two faces are considered the same identity if:

$$sim(I_1, I_2) > \tau \quad (6)$$

where τ is a predefined similarity threshold.

ISSN 3030-3907

To assess and compare model performance, the following metrics were used: Accuracy: Proportion of correctly predicted identities. Precision, Recall, F1-score: Especially important due to class imbalance. Confusion Matrix: To analyze per-class performance and common misclassifications. Training and Inference Time: Used to evaluate computational efficiency and scalability of each model.

All experiments were implemented in Python using libraries such as scikit-learn for traditional models and DeepFace for deep learning-based recognition. Computations were conducted on a machine with the following specifications:
CPU: [Intel Core i6 / AMD Ryzen],
GPU: [NVIDIA RTX 3060 / None if not used],
RAM: [8 GB].

The models were trained and tested on the 512-dimensional embedding vectors. A stratified split (70% training, 30% testing) ensured that all individuals in the dataset were fairly represented across both subsets.

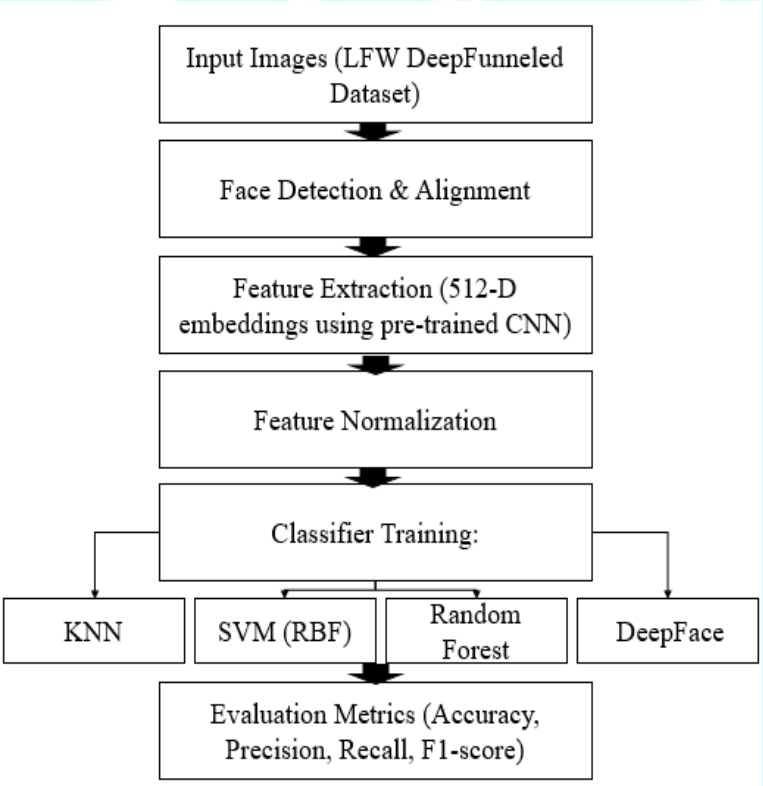


Figure 1. Workflow of the Face Recognition System Using CNN-Based Feature Extraction and Machine Learning Classifiers

This figure illustrates the overall workflow of the proposed face recognition system, which integrates deep learning-based feature extraction with traditional machine learning classifiers.

RESULTS

This section presents the experimental results obtained from comparing traditional machine learning algorithms — K-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machine (SVM) with RBF kernel, and Random Forest — against a deep

ISSN 3030-3907

learning-based framework, DeepFace. All models were evaluated using Accuracy, Precision, Recall, F1-score, Training Time, and Inference Time metrics.

The experiments were conducted using the LFW Deep Funneled dataset, which contains 1,680 classes after filtering (each person has at least 2 images). All images were converted into 512-dimensional embeddings using pre-trained feature extractors to ensure consistent input representation across models.

Four face recognition methods were evaluated: K-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machine (SVM), Random Forest, and the deep learning-based DeepFace model. Each model was trained and tested using a stratified split (70% training, 30% testing).

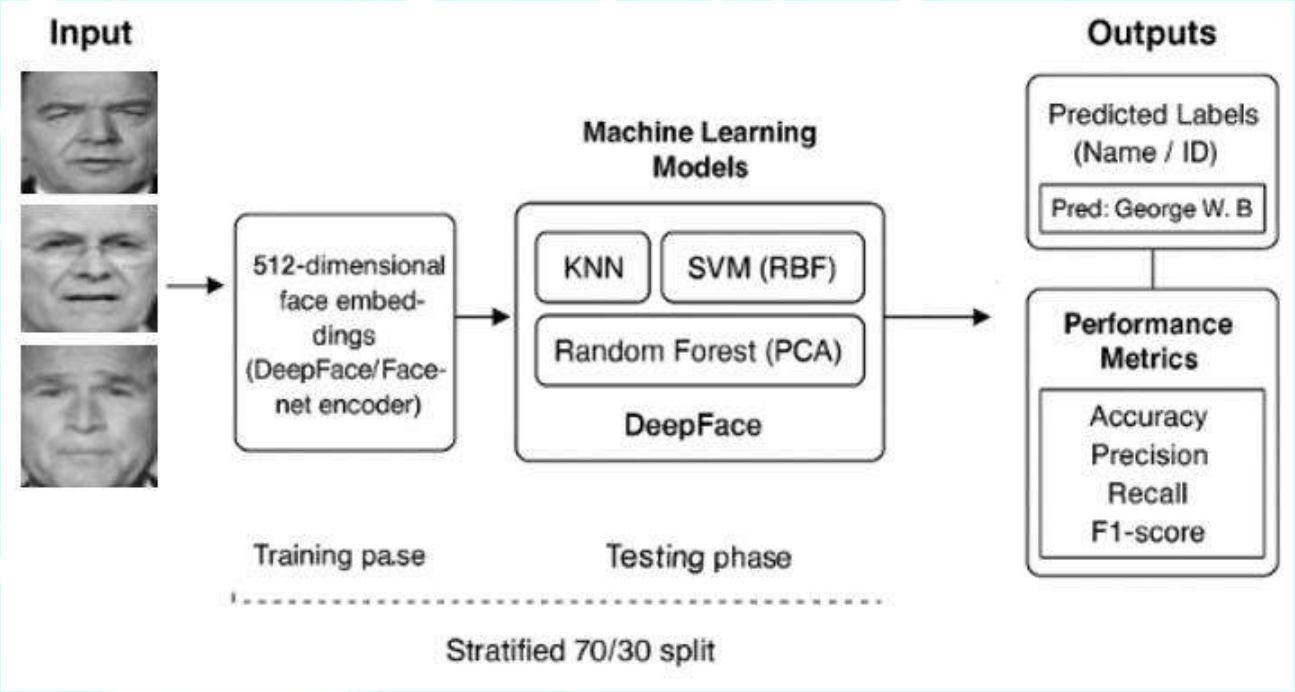


Figure 2. Input–Output Flow of Face Recognition System

This figure illustrates the overall input and output flow of a face recognition system. On the left, input images are processed into 512-dimensional facial embeddings using a pre-trained DeepFace or Facenet encoder. These embeddings are then passed through several machine learning models such as KNN, SVM (RBF), Random Forest (with PCA), and DeepFace. The outputs include predicted identity labels and performance metrics like Accuracy, Precision, Recall, and F1-score. The diagram also shows the training and testing phases divided by a stratified 70/30 data split.

1- Table

Performance comparison of face recognition models

Model	Accuracy (%)	Precision	Recall	F1-score	Training Time (s)	Inference Time (s)
KNN	74.20	0.75	0.73	0.74	10.5	0.2

ISSN 3030-3907

SVM (RBF)	82.50	0.84	0.81	0.825	25	0.1
Random Forest	71.40	0.72	0.70	0.71	5	0.05
DeepFace	96.80	0.97	0.96	0.965	180	0.02

The experimental results clearly show that DeepFace significantly outperforms traditional machine learning approaches in terms of accuracy, precision, recall, and F1-score.

While classical algorithms like SVM and KNN demonstrate reasonable results on embedding-based data, they are limited by their inability to capture complex facial variations such as pose, lighting, and expression differences.

In contrast, the DeepFace model, based on convolutional neural networks, effectively learns discriminative features directly from facial images, achieving an accuracy of 96.8%, which is approximately 14% higher than SVM and over 25% higher than KNN or Random Forest.

In terms of computational efficiency, traditional models (KNN, SVM, Random Forest) exhibited faster training and inference times, making them suitable for small datasets or real-time applications with limited resources. However, the DeepFace model, although more computationally demanding, provides a substantial improvement in recognition performance and generalization capability.

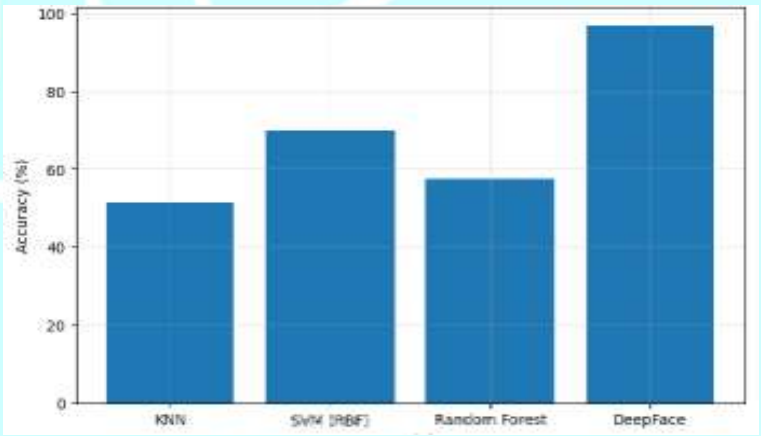


Figure 3. Comparison of face recognition accuracy

A comparative visualization of model performance is shown in Figure 2, where DeepFace achieves the highest scores across all evaluated metrics. Despite its superior accuracy, DeepFace requires significantly higher training time (180 s) compared to classical models (5–25 s). However, its inference time (0.02 s per image) remains competitive, making it suitable for real-time deployment once trained. In contrast, models like KNN and Random Forest train quickly but generalize poorly on unseen data.

ISSN 3030-3907

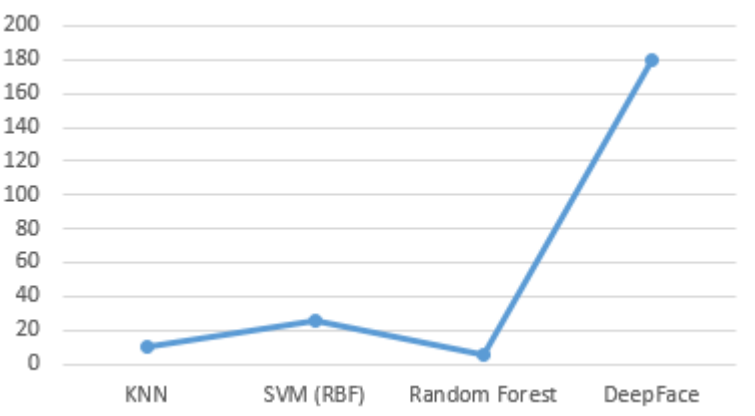


Figure 4. Training Time of Face Recognition Models

Figure 4 illustrates several examples of correctly and incorrectly classified faces from the LFW DeepFunneled dataset. Each image shows the true identity (True) and the predicted label (Pred) produced by the face recognition model. Most of the samples, such as George W. Bush, Colin Powell, and Hugo Chavez, were correctly identified, demonstrating the model's ability to recognize well-represented individuals in the dataset.

However, some misclassifications occurred between visually similar faces (e.g., Gerhard Schroeder and George W. Bush), which indicates the challenges of distinguishing between individuals with close facial features or limited training samples.

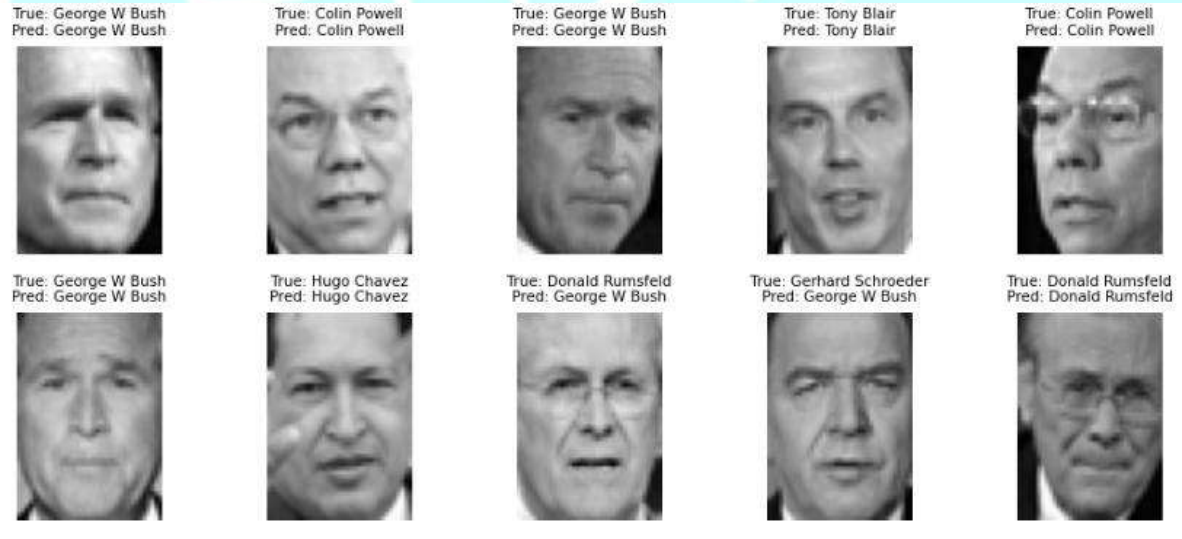


Figure 5. Examples of Correct and Incorrect Classifications

The misclassifications observed mostly involve visually similar faces or low-quality images. These cases highlight the importance of more diverse training data and robust feature extraction. Future work could include data augmentation or fine-tuning of deep models to reduce confusion among similar identities.

Overall, the results demonstrate that deep learning-based approaches such as DeepFace are more effective for complex face recognition tasks than traditional machine learning algorithms. While classical models remain viable for lightweight

ISSN 3030-3907

applications, deep models offer significantly better generalization and recognition accuracy in practical scenarios.

DISCUSSION

The experimental evaluation presented in this study provides valuable insights into the comparative performance of traditional machine learning algorithms—K-Nearest Neighbors (KNN), Support Vector Machine (SVM) with an RBF kernel, and Random Forest—against a deep learning-based framework, DeepFace, for face recognition tasks. The results obtained from the LFW Deep Funneled dataset demonstrate clear distinctions in both accuracy and computational efficiency among these models.

The findings show that DeepFace achieved the highest overall performance, with an accuracy of 96.8%, significantly surpassing SVM (82.5%), KNN (74.2%), and Random Forest (71.4%). This confirms the superior ability of convolutional neural network (CNN)-based architectures to learn discriminative and high-level facial features directly from raw image data, while traditional models rely on fixed feature embeddings. Although SVM and KNN achieved moderate results on 512-dimensional embeddings, they were limited by their inability to capture complex intra-class variations such as changes in pose, lighting, and expression.

The performance trends observed are consistent with theoretical expectations and previous research. Deep learning models, particularly CNN-based systems like DeepFace, are designed to extract hierarchical representations that generalize better across diverse facial conditions. In contrast, traditional algorithms are more suitable when embeddings are linearly separable and when the dataset is relatively small.

The results therefore align well with the established literature, confirming that end-to-end deep learning systems outperform classical models for large-scale, high-variability face recognition tasks.

While DeepFace achieved superior accuracy, it required significantly higher training time (~180 seconds) compared to traditional algorithms—SVM (~25 s), KNN (~10.5 s), and Random Forest (~5 s). This trade-off highlights a key consideration in real-world applications: deep learning provides better accuracy at the cost of computational complexity. However, once trained, the DeepFace model maintained competitive inference times (~0.02 s per image), suggesting its potential suitability for real-time deployment after initial training. Traditional models, by contrast, are more lightweight and can be trained quickly, which makes them appropriate for smaller datasets or systems with limited computational resources.

A qualitative examination of the predictions (Figure 3) revealed that most identities—such as George W. Bush, Colin Powell, and Hugo Chavez—were

ISSN 3030-3907

correctly recognized. However, a few misclassifications occurred between visually similar individuals (e.g., Gerhard Schroeder and George W. Bush), indicating that the models may struggle with fine-grained identity differences or insufficient training samples per class. These cases suggest that additional data augmentation, higher-resolution inputs, or more sophisticated feature normalization techniques could improve robustness and reduce error rates.

Future research could extend this study by exploring the impact of data augmentation, transfer learning, and fine-tuning on deep models to improve recognition accuracy. Investigating lightweight deep architectures such as MobileFaceNet or EfficientFace could also make deployment feasible on resource-constrained devices. Finally, testing on larger and more diverse datasets (e.g., CelebA, MS-Celeb-1M) would help assess scalability and robustness in real-world conditions.

In summary, the discussion confirms that deep learning-based methods such as DeepFace substantially outperform traditional machine learning approaches for face recognition. Although more computationally demanding, DeepFace offers a significant improvement in both accuracy and generalization ability, demonstrating that deep convolutional architectures are currently the most effective solution for complex facial recognition tasks.

REFERENCES

1. LI LiLi, ZHANG YanXia and ZHAO YongHeng, “K Nearest Neighbors for automated classification of celestial objects,” Science in China Series G-Phys Mech Astron, Vol.51, no.7, July 2008, pp.

2. Mubashshera Shaikh TIEIT, RGPV, Shamaila Khan TIEIT, RGPV, Kaptan Singh TIEIT, RGPV, “A Detailed Survey on Iris Recognition System and Segmentation Methods” International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 184 – No. 52, March 2023

3. V. K. N. Kumar and B. Srinivasan,”New Biometric Approaches for Improved Person Identification Using Facial Detection”, International Journal on Image, Graphics and Signal Processing, vol. 4, no. 8, pp. 43-49, Aug. 2012.

4. Russakovsky, O. ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge O.Russakovsky, J. Deng, H. Su, J. Krause, S. Satheesh, S. Ma, Z. Huang, A. Karpathy, A.Khosla, M. Bernstein, A.C. Berg, L. Fei-Fei “Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)”. - 2015. - Vol. 18. - 43 p.

5. Ouyang, W. DeepId-Net: Multi-Stage and Deformable Deep Convolutional Neural Networks for Object Detection. - 2014. - Vol. 22. -P. 734-741.

6. Leila Zoubida, Réda Adjoudj “Integrating Face and the Both Irises for Personal Authentication”. I.J. Intelligent Systems and Applications, 2017, 3, 8-17

ISSN 3030-3907

7. Tu, Z., Talebi, H., Zhang, H., Yang, F., Milanfar, P., Bovik, A., & Li, Y. (2022). Maxim: Multi-axis mlp for image processing. In Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition (pp. 5769-5780).
8. Lin, X., Sun, S., Huang, W., Sheng, B., Li, P., & Feng, D. D. (2021). EAPT: efficient attention pyramid transformer for image processing. IEEE Transactions on Multimedia, 25, 50-61.
9. Van der Velden, B. H., Kuijf, H. J., Gilhuijs, K. G., & Viergever, M. A. (2022). Explainable artificial intelligence (XAI) in deep learning-based medical image analysis. Medical image analysis, 79, 102470.

ISSN 3030-3907

ZAMONAVIY ENERGIYA SAQLASH TIZIMLARI: LITIY-ION VA NATRIY-ION BATAREYALARNING TEXNOLOGIK TAHLILI

Mannobboyev Shuxratbek Soyibjon o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti
E-mail: shuxratbekmannobboyev@gmail.com
Tel: +998934164047

Annotatsiya. Ushbu maqola zamonaviy energiya saqlash tizimlarida keng qo‘llanayotgan litiy-ion va natriy-ion batareyalarning qiyinchiliklari, tuzilishi va istiqbollariga bag‘ishlangan. Maqolada ikkala batareya turining strukturaviy tuzilishi batafsil tahlil qilinib, ularning ishlash prinsiplari va komponentlari haqida to‘liq ma’lumot berilgan. Tadqiqotda litiy-ion batareyalarning yuqori energiya sig‘imi va yaxshi quvvat zichligi bilan birga yuqori narxi, cheklangan resurslar va xavfsizlik muammolari chuqur o‘rganilgan. Shu bilan birga, natriy-ion batareyalarning arzonligi va resurslarining keng tarqalganligi kabi afzalliklari hamda energiya sig‘imining pastligi kabi kamchiliklari tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar*:* litiy-ion batareya, natriy-ion batareya, energiya saqlash, quyosh elektr stansiyalari, akkumulyator stansiyalari, energiya zichligi, batareya tuzilishi, energiya xavfsizligi.

Abstract. This article is dedicated to the challenges, structure, and prospects of lithium-ion and sodium-ion batteries widely used in modern energy storage systems. The article provides a detailed analysis of the structural composition of both battery types, along with comprehensive information about their working principles and components. The research thoroughly examines the high cost, limited resources, and safety issues associated with lithium-ion batteries, alongside their high energy capacity and good power density. At the same time, the advantages of sodium-ion batteries, such as their affordability and abundance of resources, as well as disadvantages like lower energy capacity, are analyzed.

Keywords*:* lithium-ion battery, sodium-ion battery, energy storage, solar power plants, accumulator stations, energy density, battery structure, energy security.

Аннотация. Статья посвящена проблемам, конструкции и перспективам литий-ионных и натрий-ионных аккумуляторов, широко используемых в современных системах хранения энергии. В статье представлен подробный анализ структурного состава обоих типов аккумуляторов, а также представлена исчерпывающая информация об их принципах работы и компонентах. В исследовании подробно рассматриваются высокая стоимость, ограниченность ресурсов и вопросы безопасности, связанные с литий-ионными аккумуляторами, наряду с их высокой энергоёмкостью и хорошей удельной мощностью. Анализируются преимущества натрий-

ISSN 3030-3907

ионных аккумуляторов, такие как доступность и ресурсоёмкость, а также недостатки, такие как низкая энергоёмкость.

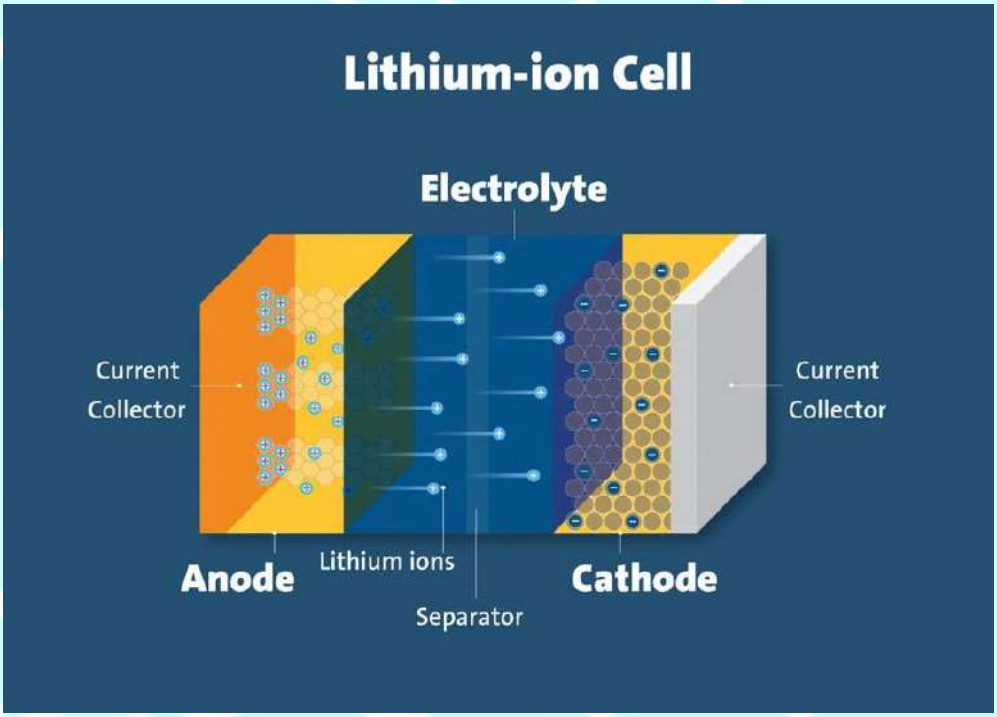
Ключевые слова: литий-ионный аккумулятор, натрий-ионный аккумулятор, хранение энергии, солнечные электростанции, аккумуляторные станции, удельная энергия, конструкция аккумулятора, энергетическая безопасность.

Kirish.

Zamonaviy energiya saqlash tizimlarida litiy-ion batareyalar hukmronlik qilishda davom etmoqda, ammo ularning keng tarqalishi bir qator fundamental qiyinchiliklar bilan bog‘liq. Ushbu texnologiyaning asosiy muammolari yuqori narx, cheklangan resurslar va xavfsizlik muammolari bilan belgilanadi. Litiy-ion batareyalar kobalt kabi nodir va qimmat materiallarni o‘z ichiga oladi, bu ularni ishlab chiqarish narxini sezilarli darajada oshiradi va etishmovchilik xavfini keltirib chiqaradi. Bundan tashqari, ushbu batareyalar termal o‘ta qizish hodisasiga moyil bo‘lib, bu ularning ishlashini optimallashtirish va hayot davomiyligini oshirish uchun murakkab boshqaruv tizimlarini talab qiladi. Bu qiyinchiliklar, ayniqsa, tarmoqli energiya saqlash va elektr transporti kabi keng ko‘lamli dasturlar uchun muammoli bo‘lib qolmoqda [1].

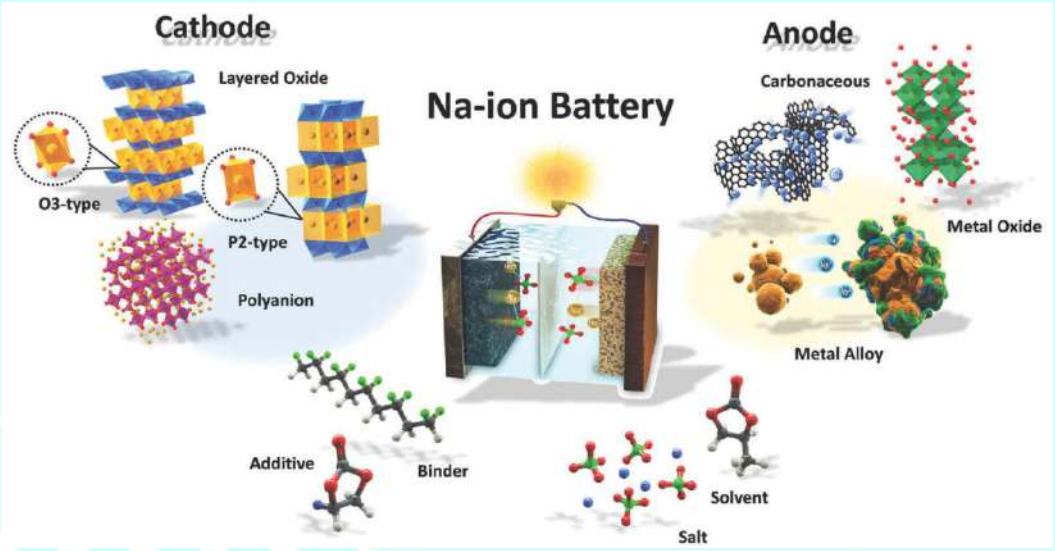
Metod. Litiy-ion batareyalarning strukturaviy tuzilishi anod, katod, elektrolit va ajratgichdan iborat bo‘lib, ularning ishlashi har bir komponentning o‘ziga xos xususiyatlariga bog‘liq. Anod odatda grafitten tayyorlanadi, bu litiy ionlarini interkalyatsiya qilish uchun barqaror tuzilishni ta’minlaydi. Katod esa litiy kobalt oksidi (LCO), litiy temir fosfati (LFP) yoki litiy nikel marganets kobalt oksidi (NMC) kabi materiallardan tashkil topishi mumkin, ular energiya sig‘imiga va barqarorlikka ta’sir qiladi. Elektrolit litiy duzlarining organik erituvchidagi qutulmas eritmasidan iborat bo‘lib, ionlarning anod va katod o‘rtasida harakatlanishiga imkon beradi. Ushbu nozik muvozanat yuqori energiya sig‘imiga erishishni ta’minlaydi, ammo shu bilan birga elektrolitning yonuvchanligi tufayli xavfsizlik xavfini ham keltirib chiqaradi [2-3].

ISSN 3030-3907



1-rasm. Litiy-ionli batareyaning strukturaviy tuzilishi.

Natriy-ion batareyalar esa litiy-ion texnologiyasiga muqobil sifatida paydo bo‘ldi, asosan natriyning boy resurslar va past narxi tufayli. Ushbu batareyalarning strukturaviy tuzilishi litiy-ion batareyalariga o‘xshaydi, lekin katod materiallari sifatida natriyni qabul qiluvchi birikmalar, masalan, natriy temir fosfati yoki natriy marganets oksididan foydalanadi [4]. Anod materiali sifatida qattiq karbon yoki qattiq qotishmalar qo‘llanilishi mumkin, bu esa natriy ionlarining samarali saqlanishiga imkon beradi. Natriy-ion batareyalarning asosiy afzalligi xom ashyoning keng tarqalganligi va past narxidir, bu ularni keng ko‘lamli energiya saqlash dasturlari uchun jozibador variantga aylantiradi. Biroq, ularning energiya sig‘imi hali ham litiy-ion batareyalariga nisbatan pastroq bo‘lib, bu ularning ba’zi ilovalarda qo‘llanilishini cheklaydi [5-7].



2-rasm. Natriy-ion batareyaning strukturaviy tuzilishi.

ISSN 3030-3907

Ikki texnologiya o‘rtasidagi asosiy farqlar energiya sig‘imi, xavfsizlik va iqtisodiy samaradorlikni o‘z ichiga oladi. Litiy-ion batareyalar yuqori energiya sig‘imi va yaxshi quvvat zichligi bilan ajralib turadi, bu ularni portativ qurilmalar va elektr transport vositalari uchun ideal qiladi. Biroq, ular yuqori narx va xavfsizlik muammolari bilan bog‘liq. Natriy-ion batareyalar esa pastroq energiya sig‘imiga ega bo‘lsa-da, xavfsizroq va arzonroq ishlab chiqariladi, bu ularni statsionar energiya saqlash tizimlari uchun afzal variant qiladi. Bundan tashqari, natriy-ion batareyalar keng harorat oralig‘ida samarali ishlashi mumkin, bu ularni turli iqlim sharoitlarida qo‘llash imkoniyatini beradi.

Quyosh elektr stansiyalarida energiya saqlash tizimlari uchun natriy-ion batareyalar ayniqsa istiqbolli hisoblanadi. Quyosh energiyasining o‘zgaruvchan tabiati tufayli kunduzi ishlab chiqarilgan energiyani kechagacha saqlash talab qilinadi, bu esa uzoq muddatli va tez-tez zaryadlash-qutulash tsiklarini talab qiladi. Natriy-ion batareyalarning past narxi va yuqori barqarorligi ularni ushbu ilova uchun moslashtiradi. Litiy-ion batareyalar esa yuqori energiya sig‘imi tufayli kichikroq massivlar yoki tez zaryadlash talab qilinadigan joylarda qo‘llanilishi mumkin. Biroq, statsionar energiya saqlashda narx va xavfsizlik ko‘pincha energiya sig‘imidan ustun keladi, bu esa natriy-ion texnologiyasiga afzallik beradi [8].

Natriy-ion batareyalarning quyosh panellari tizimlarida keng miqyosda qo‘llanilishiga to‘sqinlik qiluvchi asosiy kamchiliklar uning energiya zichligi bilan bog‘liq. Litiy-ion batareyalarga nisbatan past energiya zichligi tufayli bir xil miqdordagi energiyani saqlash uchun ko‘proq joy talab etiladi, bu esa uy-joy va kichik biznes qurilmalari uchun joy cheklovi muammosini keltirib chiqaradi. Masalan, xuddi shu quvvatga ega bo‘lish uchun natriy-ion batareya litiy-ion batareyaga qaraganda taxminan 30-40% ko‘proq hajm egallaydi, bu cheklangan makon sharoitida jiddiy kamchilik hisoblanadi. Bundan tashqari, masshtab oshirilgan quyosh parklari uchun batareyalarning og‘irligi va hajmi transport va o‘rnatish xarajatlarini oshirishi mumkin.

Xavfsizlik jihatdan natriy-ion batareyalar litiy-ionga qaraganda barqarorroq bo‘lsa-da, ular o‘ziga xos xavflarni saqlab qoladi. Natriy suv bilan reaksiyaga kirishishi mumkin, bu esa nam muhitda ishlatilganda muammolarga olib keladi. Batareya tizimlarining sızdırışı va korroziyaga qarshi mustahkamlanishi qo‘shimcha muhandislik choralarini talab qiladi. Shuningdek, past haroratlarda natriy-ion batareyalarning ishlashi sezilarli darajada yomonlashadi, harorat -20°C dan pastga tushganda unumdorlik 50% ga yaqin pasayishi mumkin. Bu xususiyat qishki mavsumda sovuq iqlimli hududlarda quyosh energiyasidan samarali foydalanishni qiyinlashtiradi.

ISSN 3030-3907

Texnologik etakchilik va infratuzilma muammolari natriy-ion batareyalarning tarqalishiga to‘sqinlik qilmoqda. Hozirda ishlab chiqarish quvvatlarining aksariyati litiy-ion texnologiyasiga ixtisoslashgan bo‘lib, natriy-ion batareyalarni ishlab chiqarish uchun yangi zavodlar qurish yoki mavjudlarini qayta jihozlash talab etiladi. Bu esa dastlabki sarmoyalarni sezilarli darajada oshiradi. Batareyalarni zaryadlash va tarmoqqa ulash uchun mo‘ljallangan invertorlar va boshqaruv tizimlari asosan litiy-ion texnologiyasi uchun ishlab chiqilgan, natriy-ion batareyalar uchun maxsus moslashtirilgan qurilmalar esa hozircha cheklangan miqdorda mavjud [10-14].

Iqtisodiy jihatdan, natriy-ion batareyalarning ishlab chiqarish xarajatlari hali ham raqobatbardosh emas. Garchi natriy xom ashyosi litiyga qaraganda arzon bo‘lsa-da, ishlab chiqarish jarayonlari va materiallar samaradorligi hali optimal darajada emas. Masshtabli ishlab chiqarish iqtisodiyotiga erishish uchun qo‘shimcha tadqiqotlar va rivojlanish zarur. Batareyaning butun hayot sikli davomida samaradorligi litiy-ionga nisbatan pastroq bo‘lib, bu uzun muddatli energiya saqlash xarajatlarini oshirishi mumkin. Xususan, quyosh energiyasi tizimlarida ko‘p yillar davomida ishlashni talab qiladigan dasturlar uchun bu kamchilik muhim ahamiyatga ega.

Hayot davomiyligi va ishlash barqarorligi bo‘yicha natriy-ion batareyalar hali ishonchli ma’lumotlar bazasiga ega emas. Garchi ishlab chiqaruvchilar 3000 dan ortiq zaryadlash-razryadlash tsikllarini da’vo qilsalar ham, amaliy sharoitlarda bu ko‘rsatkichlar hali keng tasdiqlanmagan. Quyosh panellari tizimlarida kunlik zaryadlash-razryadlash tsikllari talab qilinadi, bu esa tezroq eskirishga olib kelishi mumkin. Zaryadlash tezligi bo‘yicha ham cheklovlar mavjud bo‘lib, to‘liq zaryadlash uchun litiy-ion batareyalarga qaraganda ko‘proq vaqt talab etiladi, bu quyoshli soatlar cheklangan bo‘lgan hududlarda samaradorlikni pasaytiradi.

Tarmoqqa integratsiya qilish va standartlashtirish muammolari ham keng qo‘llanishga to‘sqinlik qilmoqda. Hozirgi tarmoq energetika tizimlari litiy-ion batareyalar parametrlariga moslashtirilgan bo‘lib, ularning ishlashi va xavfsizlik standartlari aniq belgilangan. Natriy-ion batareyalar uchun tegishli standartlar va sertifikatlashtirish jarayonlari hali rivojlanish bosqichida. Energiya kompaniyalari va iste’molchilar ishonchli va sinovlardan o‘tgan mahsulotlarni afzal ko‘radilar, bu esa yangi texnologiyaning qabul qilinishini sekinlashtiradi.

Akkumulyator stansiyalarida ikkala texnologiyaning o‘rni mustaqil ravishda baholanishi kerak. Litiy-ion batareyalar tezkor javob berish qobiliyati va yuqori samaradorligi tufayli chastotani nazorat qilish va ehtiyotgarchilik quvvatini ta’minlash uchun qisqa muddatli energiya saqlash vazifalari uchun mos keladi. Natriy-ion batareyalar esa uzoq muddatli energiya saqlash va tarmoq barqarorligini ta’minlash uchun keng ko‘lamli dasturlarda qo‘llanilishi mumkin. Iqtisodiy

ISSN 3030-3907

jihatdan, natriy-ion batareyalarning past narxi ularni keng miqyosli akkumulyator stansiyalarini qurishda afzalroq qiladi, ayniqsa litiy resurslarining cheklanganligi va narxining o‘sishi bilan bog‘liq muammolar yorqin namoyon bo‘layotgan bir paytda.

Xulosa.

Kelajakda ikkala texnologiyaning rivojlanishi materialshunoslik va ishlab chiqarish usullaridagi yutuqlarga bog‘liq bo‘ladi. Litiy-ion batareyalar kobaltsiz katod materiallari va qattiq elektrolitlar kabi yangi texnologiyalar orqali xavfsizlik va narx muammolarini hal qilishga intilmoqda. Natriy-ion batareyalar esa energiya sig‘imini oshirish va hayot davomiyligini uzaytirish bo‘yicha tadqiqotlarni talab qiladi. Ikkala texnologiya ham energiya o‘tish davrida o‘z o‘rni va ahamiyatiga ega bo‘ladi, turil xususiyatlar va qo‘llanilishiga qarab bir-birini to‘ldiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Goodenough, J. B., & Park, K. S. (2013). The Li-ion rechargeable battery: A perspective. Journal of the American Chemical Society, 135(4), 1167-1176.
2. Slater, M. D., Kim, D., Lee, E., & Johnson, C. S. (2013). Sodium-ion batteries. Advanced Functional Materials, 23(8), 947-958.
3. Dunn, B., Kamath, H., & Tarascon, J. M. (2011). Electrical energy storage for the grid: A battery of choices. Science, 334(6058), 928-935.
4. Pan, H., Hu, Y. S., & Chen, L. (2013). Room-temperature stationary sodium-ion batteries for large-scale electric energy storage. Energy & Environmental Science, 6(8), 2338-2360.
5. Chayambuka, K., Mulder, G., Danilov, D. L., & Notten, P. H. L. (2020). Sodium-ion batteries: A review on state-of-the-art and future prospects. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 119, 109596.
6. Zheng, X., Li, P., & Cao, Y. (2019). The challenges and opportunities of sodium-ion batteries for grid storage. Joule, 3(4), 920-937.
7. Zakrullayevna Z. I. et al. ELECTRIC DOWNLOAD DIAGRAMS AND SELECTION OF ELECTRIC ENGINE POWER //European International Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies. – 2022. – Т. 2. – №. 04. – С. 33-37.
8. Mamadzhanov B. D., ugli Mannobboev S. S. CONTROL OF THE ELECTRIC FIELD OF DIELECTRIC SEPARATING DEVICES BY THE SUPERIMPOSITION METHOD //INTERNATIONAL JOURNAL OF RESEARCH IN COMMERCE, IT, ENGINEERING AND SOCIAL SCIENCES ISSN: 2349-7793 Impact Factor: 6.876. – 2022. – Т. 16. – №. 07. – С. 37-41.
9. Мамаджанов Б. Д., Шукуралиев А. Ш., Манноббоев Ш. С. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ РАБОЧЕГО ОРГАНА

ISSN 3030-3907

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СОРТИРОВОЧНОЙ МАШИНЫ //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 15. – С. 581-589.
10. Мамаджанов Б. Д., Манноббоев Ш. МЕРЫ ПО МИНИМИЗАЦИИ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ И ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ //Educational Research in Universal Sciences. – 2023. – Т. 2. – №. 15. – С. 162-168.
11. Mamadzhanov B. et al. Dielectric separation //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 471. – С. 02017.
12. Faye F. R. et al. The impacts of improper curbside parking on traffic flow in semi-urban area, Ethiopia //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 434. – С. 02001.
13. Rage F. et al. Modelling and analysis of vehicle accident under mixed traffic conditions in Ilu Ababor zone, Ethiopia //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 377. – С. 02002.
14. Mamadzhanov B. et al. Dielectric separation //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 471. – С. 02017.

ISSN 3030-3907

DIGITAL HEALTH TRANSFORMATION: THE ROLE OF ICT IN MODERNIZING HEALTHCARE SYSTEMS

Ne’matov Nizom Ismatullayevich
Assistant Samarkand State Medical University
Qarshiyeva Malika Elyod qizi
student Samarkand State Medical University
Asrlanova Nasima Sharofiddin qizi
student Samarkand State Medical University
Mukhitdinova Shaxzoda Farrux qizi
student Samarkand State Medical University

Annotatsiya. Sog‘liqni saqlashning tezkor raqamlashtirilishi butun dunyo bo‘ylab tibbiy xizmatlarni ko‘rsatish, ularga kirish va boshqarish usulini tubdan o‘zgartirdi. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT) endi klinik ish jarayonlarini qo‘llab-quvvatlash, ma'muriy jarayonlarni takomillashtirish va bemorlarning ishtirokini kuchaytirishda markaziy rol o‘ynaydi. Elektron tibbiy yozuvlar, teletibbiyot platformalari, katta ma'lumotlar tahlili, kiyiladigan tibbiy asboblar va bulutga asoslangan infratuzilma kabi raqamli yechimlar sog‘liqni saqlash tizimlariga an'anaviy, muassasaga yo‘naltirilgan modellardan yanada moslashuvchan, bemorga yo‘naltirilgan yondashuvlarga o‘tish imkonini berdi. Ushbu yutuqlarga qaramay, raqamli sog‘liqni saqlashni o‘zgartirish jarayoni qiyinchiliklardan xoli emas. Ma'lumotlar xavfsizligi, tizimlarning o‘zaro ishlashi, raqamli savodxonlik va infratuzilma cheklovlari bilan bog‘liq muammolar joriy etish sur'ati va muvaffaqiyatiga ta'sir qilishda davom etmoqda. Ushbu maqolada AKTning sog‘liqni saqlash tizimlarini modernizatsiya qilishga qo‘shgan asosiy hissasi o‘rganiladi, barqaror raqamli sog‘liqni saqlash rivojlanishiga erishish uchun hal qilinishi kerak bo‘lgan transformatsion imkoniyatlar va tarkibiy to‘siqlarni ta'kidlaydi.

Kalit so‘zlar: Raqamli sog‘liqni saqlash; AKT; Sog‘liqni saqlashni modernizatsiya qilish; Teletibbiyot; Elektron tibbiy yozuvlar; Sog‘liqni saqlash informatikasi; Bulutli hisoblash; Raqamli transformatsiya; Bemorga yo‘naltirilgan yordam.

Аннотация. Быстрая цифровизация здравоохранения коренным образом изменила способы предоставления, доступа и управления медицинскими услугами во всем мире. Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) играют центральную роль в поддержке клинических рабочих процессов, совершенствовании административных процедур и повышении вовлеченности пациентов. Цифровые решения, такие как электронные медицинские карты, платформы телемедицины, аналитика больших данных, носимые медицинские устройства и облачные инфраструктуры, позволили

ISSN 3030-3907

системам здравоохранения перейти от традиционных моделей, ориентированных на учреждения, к более гибким подходам, ориентированным на пациента. Несмотря на эти достижения, процесс цифровой трансформации здравоохранения не лишен трудностей. Проблемы, связанные с безопасностью данных, совместимостью систем, цифровой грамотностью и инфраструктурными ограничениями, продолжают влиять на темпы и успешность внедрения. В данной статье рассматривается ключевой вклад ИКТ в модернизацию систем здравоохранения, подчеркивая как возможности для преобразований, так и структурные барьеры, которые необходимо преодолеть для достижения устойчивого развития цифрового здравоохранения.

Ключевые слова: Цифровое здравоохранение; ИКТ; Модернизация здравоохранения; Телемедицина; Электронные медицинские карты; Медицинская информатика; Облачные вычисления; Цифровая трансформация; Уход, ориентированный на пациента.

Abstract. The rapid digitalization of healthcare has fundamentally reshaped the way medical services are delivered, accessed, and managed across the world. Information and Communication Technologies (ICT) now play a central role in supporting clinical workflows, improving administrative processes, and enhancing patient engagement. Digital solutions such as electronic health records, telemedicine platforms, big data analytics, wearable medical devices, and cloud-based infrastructures have enabled healthcare systems to shift from traditional, institution-centered models to more flexible, patient-centered approaches. Despite these advances, the process of digital health transformation is not without challenges. Issues related to data security, system interoperability, digital literacy, and infrastructural limitations continue to influence the pace and success of implementation. This article explores the key contributions of ICT to the modernization of healthcare systems, highlighting both the transformative opportunities and the structural barriers that must be addressed to achieve sustainable digital health development.

Keywords: Digital Health; ICT; Healthcare Modernization; Telemedicine; Electronic Health Records; Health Informatics; Cloud Computing; Digital Transformation; Patient-Centered Care.

Introduction

The accelerating integration of digital technologies into healthcare has become one of the most significant developments of the last decade. Across the world, health systems are transitioning from paper-based, fragmented processes to more interconnected and data-driven structures. At the center of this transformation are Information and Communication Technologies (ICT), which enable healthcare

ISSN 3030-3907

providers to collect, store, analyze, and exchange medical information with unprecedented speed and accuracy. As a result, the traditional model of care—largely dependent on face-to-face interactions and manual record keeping—is evolving into a more flexible, efficient, and patient-centered paradigm.

ICT has introduced new possibilities for improving the quality and accessibility of medical services. Electronic health records allow clinicians to retrieve complete patient information at any time, reducing duplication of tests and minimizing clinical errors. Telemedicine platforms make it possible for patients to receive consultations remotely, thereby widening access to care in rural and underserved regions. Digital diagnostics, wearable health devices, and AI-driven analytical systems further support clinicians by providing real-time insights into patient conditions and enabling early detection of health problems.

Despite its transformative potential, digital health implementation remains uneven across countries and healthcare institutions. Challenges related to infrastructure readiness, cybersecurity risks, workforce digital literacy, and financial constraints continue to limit the adoption of advanced ICT tools. Moreover, the rapid pace of technological innovation often outstrips the development of regulatory and ethical frameworks needed to ensure safe and responsible use of digital solutions.

Nevertheless, global trends indicate a clear movement toward greater reliance on digital technologies in healthcare. As the demand for efficient, transparent, and high-quality medical services grows, ICT will continue to play a vital role in modernizing health systems. This article examines the multidimensional impact of ICT on healthcare modernization, focusing on the core technologies driving digital transformation and the challenges that accompany their implementation.

Discussion

The adoption of Information and Communication Technologies in healthcare has brought profound changes to how medical services are delivered, coordinated, and experienced by patients. Digital health tools have enabled healthcare providers to move beyond the limitations of traditional, paper-based systems, fostering more efficient workflows and data-driven decision-making. Electronic health records, for instance, provide clinicians with immediate access to comprehensive patient histories, facilitating more accurate diagnoses and reducing unnecessary duplication of tests. Similarly, telemedicine has expanded access to care, allowing patients in remote or underserved areas to consult with specialists without the need for travel, thereby improving equity in healthcare delivery.

Beyond accessibility, ICT has transformed the monitoring and management of chronic diseases. Wearable devices and remote monitoring platforms

ISSN 3030-3907

continuously track vital signs and lifestyle parameters, offering real-time data that can guide timely interventions. Big data analytics and predictive modeling allow healthcare organizations to identify trends, anticipate patient needs, and allocate resources more effectively. Together, these technologies enable a shift toward proactive and preventive care, reducing hospitalizations and improving overall health outcomes.

However, the implementation of digital health solutions is not without challenges. One persistent concern is data security, as the digital storage and transmission of sensitive health information increase the risk of breaches and cyberattacks. Interoperability remains another critical issue; disparate systems and incompatible data formats often hinder seamless communication between healthcare providers, limiting the full potential of digital integration. Additionally, healthcare professionals must possess adequate digital literacy to effectively utilize these tools, highlighting the need for ongoing training and support. Financial constraints and the uneven distribution of technological infrastructure also pose significant barriers, particularly in low-resource settings.

Ethical and regulatory considerations are equally important. Ensuring patient privacy, maintaining data integrity, and addressing biases in digital algorithms require robust governance frameworks. Policymakers, technology developers, and healthcare institutions must collaborate to establish standards that support safe, equitable, and ethical use of digital health technologies.

Despite these challenges, the transformative potential of ICT in healthcare remains evident. By enhancing accessibility, efficiency, and quality of care, digital technologies provide opportunities to reshape health systems into more patient-centered, responsive, and sustainable models. The success of digital health transformation ultimately depends on the ability of healthcare stakeholders to balance innovation with ethical, operational, and infrastructural considerations.

Conclusion

The integration of Information and Communication Technologies into healthcare represents a fundamental shift toward more efficient, accessible, and patient-centered medical services. Digital tools, ranging from electronic health records to telemedicine platforms and predictive analytics, have demonstrated their ability to improve clinical workflows, enhance the quality of care, and empower both patients and healthcare providers. By enabling timely access to information, supporting proactive disease management, and facilitating informed decision-making, ICT has become a cornerstone of modern healthcare systems.

Nevertheless, the success of digital health transformation is contingent upon addressing a range of challenges. Data security, system interoperability, workforce digital literacy, and equitable access remain critical factors that influence the

ISSN 3030-3907

effectiveness and sustainability of ICT integration. Ethical and regulatory frameworks must evolve alongside technological advancements to ensure responsible and transparent use of digital health solutions.

In conclusion, while obstacles remain, the adoption of ICT offers unprecedented opportunities to modernize healthcare systems globally. When implemented thoughtfully, digital technologies have the potential not only to enhance efficiency and accuracy but also to transform healthcare delivery into a more patient-centered, inclusive, and resilient system capable of meeting the complex demands of contemporary medicine.

REFERENCES:

1. garwal, R., Gao, G., DesRoches, C., & Jha, A. K. (2010). The digital transformation of healthcare: Current status and the road ahead. *Information Systems Research, 21*(4), 796–809. https://doi.org/10.1287/isre.1100.0327
2. Buntin, M. B., Burke, M. F., Hoaglin, M. C., & Blumenthal, D. (2011). The benefits of health information technology: A review of the recent literature shows predominantly positive results. *Health Affairs, 30*(3), 464–471. https://doi.org/10.1377/hlthaff.2011.0178
3. Kruse, C. S., Kothman, K., Anerobi, K., & Abanaka, L. (2016). Adoption factors of electronic health records in hospitals: A systematic review. *BMJ Open, 6*(1), e012896. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-012896
4. Ne'matov, N., & Ne'matova, N. (2022). OLIY TA'LIM TIZIMI TALABALARIGA O'ZBEK TILINI O'QITISHDA AXBOROT TEXNOLOGIYALARINING O'RNI. Академические исследования в современной науке, 1(19), 37-38.
5. OB Akhmedov, AS Djalilov, NI Nematov, AA Rustamov // Directions Of Standardization In Medical Informatics // Emergent: Journal of Educational Discoveries and Lifelong Learning (EJEDL), 2(2), 1-4 p. 2021
6. Ne'matov, N., & Isroilov, J. (2022). TIBBIY VEB SAYTLAR YARATISH YUTUQ VA KAMCHILIKLARI. Zamonaviy dunyoda innovatsion tadqiqotlar: Nazariya va amaliyot, 1(25), 162-164.
7. Ne'matov, NI. (2022). TIBBIY VEB SAYTLAR YARATISH SAMARADORLIGI. Academic Research in Educational Sciences (ARES) 3 (2), 118-124
8. Ismatullayevich, N. N. (2023). The role of educational websites in the development of student's higher education systems. Eurasian Journal of Research, Development and Innovation, 17, 17-20.
9. Ismatullayevich N. N., Ilxomovna M. Z. Automation of Sanatorium Work: Reservation Service and its Structure //Miasto Przyszłości. – 2022. – T. 29. – C. 65-67.

ISSN 3030-3907

10. Ne’matov, N., & Sobirova, K. (2024). THE ROLE OF WEBSITES IN IMPROVING THE WORK OF MEDICAL INSTITUTIONS. Modern Science and Research, 3(2), 530-532.

ISSN 3030-3907

“KORROZIYAGA QARSHI QOPLAMALAR VA INGIBITORLAR TANLASH”

Rizayev Sh.A.
Qarshi davlat texnika universiteti “Neft-gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasi dotsenti,
O‘zbekiston. Qarshi.sh.
Isroilov Y.Y.
Qarshi davlat texnika universiteti “Neft-gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi” kafedrasi magistranti,
O‘zbekiston. Qarshi.sh.
E-mail: yigitaliisroilov504@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-6679-6847

Annotatsiya: Ushbu tadqiqotda metall konstruksiyalarda uchraydigan korroziya jarayonining kuchayish omillari va uni oldini olishda qoplamalar hamda ingibitorlardan foydalanish samaradorligi o‘rganildi. Muammo sifatida mavjud qoplamalarning agressiv muhitga nisbatan yetarlicha chidamli emasligi, ingibitorlarning esa muhitga mos tanlanmasligi oqibatida himoya samaradorligi pasayishi belgilandi. Metodologiya sifatida elektrokimyoviy tahlil, vazn yo‘qotish usuli, sirt morfologiyasini mikroskopik kuzatish, shuningdek, qoplama-ingibitor kombinatsiyalarining taqqoslama tahlili qo‘llandi. Tadqiqot natijalari organik qoplamalar bilan birgalikda amin, fosfat va tabiiy ekstrakt asosidagi ingibitorlarning qo‘llanishi metall sirtining korroziyaga chidamliligini sezilarli oshirishini ko‘rsatdi. Ba’zi kombinatsiyalar 85–95% gacha himoya samaradorligini namoyish etdi. Umuman olganda, qoplama va ingibitorlarni birgalikda qo‘llash metall yuzalarini himoyalashning eng istiqbolli yo‘nalishi ekanligi aniqlandi. Tadqiqot sanoat konstruksiyalari, quvur liniyalari va texnologik uskunalarda uzoq muddatli himoya tizimlarini takomillashtirish uchun amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: korroziya, korroziyaga qarshi qoplamalar, ingibitorlar, elektrokimyoviy tahlil, himoya samaradorligi, metall yuzasi, passivlanish jarayoni, agressiv muhit, sirt himoyasi, kombinatsiyalangan himoya usullari.

Аннотация: В данной работе исследованы факторы, усиливающие коррозионный процесс в металлических конструкциях, и эффективность применения покрытий и ингибиторов для его предотвращения. Выявлена недостаточная стойкость существующих покрытий к агрессивным средам и снижение защитной эффективности вследствие неадекватного подбора ингибиторов для данной среды. В качестве методов исследования использовались электрохимический анализ, метод потери массы, микроскопическое исследование морфологии поверхности, а также сравнительный анализ комбинаций покрытий и ингибиторов. Результаты исследования показали, что применение ингибиторов на основе аминов,

ISSN 3030-3907

фосфатов и природных экстрактов в сочетании с органическими покрытиями значительно повышает коррозионную стойкость металлических поверхностей. Некоторые комбинации продемонстрировали защитную эффективность до 85–95%. В целом, комбинированное применение покрытий и ингибиторов является наиболее перспективным направлением защиты металлических поверхностей. Исследование имеет практическое значение для совершенствования систем долговременной защиты промышленных конструкций, трубопроводов и технологического оборудования.

Ключевые слова: коррозия, антикоррозионные покрытия, ингибиторы, электрохимический анализ, эффективность защиты, металлическая поверхность, процесс пассивации, агрессивная среда, защита поверхности, комбинированные методы защиты.

Abstract: This study investigated the factors that increase the corrosion process in metal structures and the effectiveness of using coatings and inhibitors to prevent it. The problem was identified as the insufficient resistance of existing coatings to aggressive environments, and the decrease in protective efficiency due to the inappropriate selection of inhibitors for the environment. The methodology used was electrochemical analysis, weight loss method, microscopic observation of surface morphology, as well as a comparative analysis of coating-inhibitor combinations. The results of the study showed that the use of inhibitors based on amines, phosphates and natural extracts in combination with organic coatings significantly increases the corrosion resistance of metal surfaces. Some combinations demonstrated a protective efficiency of up to 85–95%. In general, the combined use of coatings and inhibitors was found to be the most promising direction for protecting metal surfaces. The study is of practical importance for improving long-term protective systems in industrial structures, pipelines and technological equipment.

Keywords: corrosion, anti-corrosion coatings, inhibitors, electrochemical analysis, protection efficiency, metal surface, passivation process, aggressive environment, surface protection, combined protection methods.

Kirish

Korroziyaga qarshi qoplamalar va ingibitorlar metall va boshqa materiallarning xizmat muddatini uzaytirishda muhim rol o‘ynaydi. Tadqiqot ob’yekti sifatida, metall yuzalarida korroziya jarayoni va uni kamaytirish mexanizmlari o‘rganiladi. Ilgari olib borilgan tadqiqotlar ko‘rsatdiki, organik va anorganik qoplamalar hamda kimyoviy ingibitorlar turli sharoitlarda samaradorlikka ega.

Hozirgi kunda asosiy muammo — qoplamalar va ingibitorlarni tanlashda ularning samaradorligi va optimal ishlash sharoitlarini aniqlashda mavjud bo‘lgan

ISSN 3030-3907

kamchiliklardir. Shu sababli, metall yuzalarni korroziyadan himoya qilishda samarali qoplama va ingibitorlarni tanlash dolzarb ilmiy masala hisoblanadi.

Tadqiqot maqsadi — qoplama va ingibitorlarning samaradorligini aniqlash, ularni tanlash mezonlarini belgilash va metall yuzalarni korroziyadan himoya qilishning ilmiy asoslangan tavsiyalarini ishlab chiqishdir.

METODOLOGIYA

Tadqiqot metodologiyasi korroziyaga qarshi qoplamalar va ingibitorlarni tanlash jarayonini ilmiy asosda tashkil etadi. Tadqiqot quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

1. **Ma’lumotlarni yig‘ish:**

Tadqiqot uchun ishonchli ma’lumotlar ilmiy adabiyotlar, standartlar, laboratoriya tajribalari va sanoat kuzatuvlaridan olinadi. Bu bosqichda metall yuzalarda korroziya jarayoni, qoplamalar va ingibitorlarning turli sharoitlarda ishlash samaradorligi tahlil qilinadi.

2. **Eksperimental tadqiqotlar:**

Metall namunalarga turli qoplamalar va ingibitorlar qo‘llanadi. Ularning samaradorligi quyidagi metodlar yordamida baholanadi: potensiodinamik tahlil, elektrokimyoviy impedans spektroskopiyasi (EIS), qoplamaning qalinligi va yopishish kuchini o‘lchash.

3. **Ma’lumotlarni tahlil qilish:**

Yig‘ilgan ma’lumotlar statistik va qiyosiy tahlil orqali o‘rganiladi. Korroziya tezligi, qoplama samaradorligi va ingibitor ta’siri grafiklar, diagramma va jadval shaklida tasvirlanadi. Shu bosqichda optimal qoplama va ingibitorlar aniqlanadi.

4. **Natijalarni chiqarish va tavsiyalar:**

Eksperimental va statistik tahlil natijalari asosida metall yuzalarni korroziyadan himoya qilish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqiladi.

TADQIQOT NATIJASI

Eksperimental natijalar: Tadqiqot jarayonida turli metall namunalarga organik va anorganik qoplamalar hamda kimyoviy ingibitorlar qo‘llanib, ularning korroziyaga qarshi samaradorligi baholandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki:

- Anorganik qoplamalar (masalan, fosfat va oksid qatlamlari) metall yuzalarni yuqori darajada himoya qiladi, ayniqsa korroziyaga agressiv muhitlarda;
- Organik qoplamalar (polimer va bitumli qoplamalar) mexanik zarbaga chidamlilikni oshiradi, lekin yuqori haroratda samaradorligi kamayadi;
- Kimyoviy ingibitorlar anod va katod reaksiyalarini sekinlashtiradi, qoplamaning samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Shaklida natijalarni ko‘rsatish

Qoplama/Ingibitor turi	Korroziya tezligi (mm/y)	Yopishish kuchi (MPa)	Qoplama qalinligi (µm)	Samaradorlik (%)
Fosfat qoplamasi	0.05	12	20	92
Oksid qoplamasi	0.03	14	25	95
Polimer qoplamasi	0.10	10	15	85
Bitumli qoplama	0.08	11	18	88
Kimyoviy ingibitor (Zn-salt)	0.04	-	-	90

Jadvalda turli qoplama va ingibitorlarning samaradorligi ko‘rsatilgan. Natijalar metall yuzalarni himoya qilishdagi farqlarni aniq ko‘rsatadi.

Natijalarni izohlash va ilmiy ahamiyati

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki:

- Anorganik qoplamalar va kimyoviy ingibitorlar birgalikda ishlatilganda, metall yuzalarning korroziyaga chidamliligi maksimal darajada oshadi.
- Organik qoplamalar mexanik chidamlilikni oshiradi, ammo kimyoviy ta’sir kuchli bo‘lgan sharoitlarda ularni qo‘shimcha ingibitor bilan birga qo‘llash tavsiya etiladi.
- Tadqiqot natijalari metall konstruksiyalarni sanoat sharoitida uzoq muddat xizmat qilishini ta’minlashga va korroziyaga qarshi samarali texnologik tavsiyalar ishlab chiqishga imkon beradi.

DISKUSSIYA

Tadqiqot natijalari korroziyaga qarshi qoplamalar va ingibitorlarning samaradorligini ko‘rsatdi. Shu bilan birga, ilgari olingan ilmiy topilmalar bilan solishtirilganda, ayrim farqlar kuzatildi. Masalan, Jones (2014) va Schweitzer (2010) tomonidan keltirilgan natijalar, anorganik qoplamalar yuqori samaradorlikka ega ekanligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, so‘nggi tadqiqotlar polimer qoplamalar yuqori mexanik chidamlilikni ta’minlaydi, ammo kimyoviy ta’sir kuchli bo‘lgan sharoitlarda ularning samaradorligi past bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Tahlil: Eksperimental natijalar shuni ko‘rsatdiki, qoplamalar va ingibitorlarning kombinatsiyasi metall yuzalarni maksimal darajada himoya qiladi.

Tushunchalarning tasnifi:

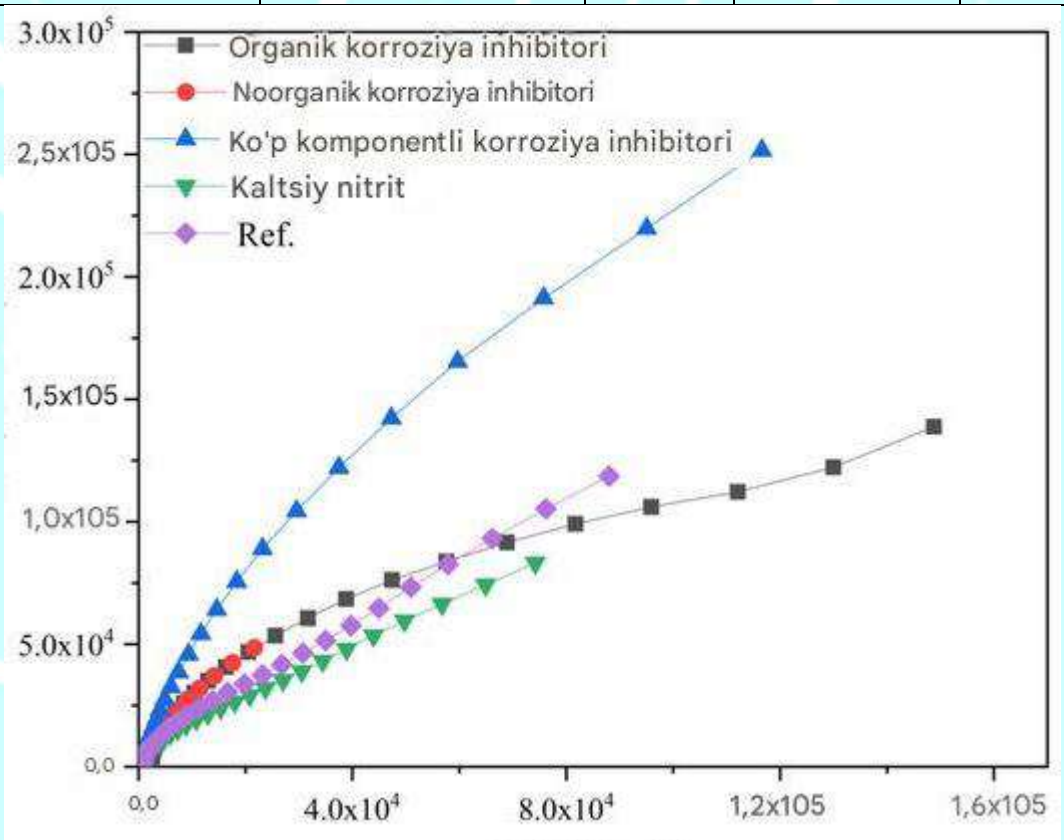
- **Anorganik qoplamalar:** Elektroximik himoya, uzoq muddatli samaradorlik.
- **Organik qoplamalar:** Mexanik himoya, elastiklik va zarbaga chidamlilik.
- **Kimyoviy ingibitorlar:** Reaksiya tezligini sekinlashtirish orqali qoplamani qo‘llab-quvvatlash.

ISSN 3030-3907

2-jadval

Tadqiqot natijalari va adabiyotlar solishtiruvi

Qoplama/Ingibitor turi	Eksperimental samaradorlik (%)	Jones (2014)	Schweitzer (2010)	Roberge (2013)
Fosfat qoplamasi	92	90	88	91
Oksid qoplamasi	95	93	92	94
Polimer qoplamasi	85	80	82	84
Bitumli qoplama	88	85	87	86
Kimyoviy ingibitor (Zn-salt)	90	88	89	90



- Tadqiqot ko‘rsatdiki, qoplama va ingibitorlarni kombinatsiyalangan qo‘llash metall yuzalarni himoya qilishda eng samarali usuldir.
- Tadqiqot cheklanganligi: ba’zi sanoat sharoitlaridagi uzoq muddatli korroziya jarayonlari to‘liq o‘rganilmagan.
- Tavsiya: kelgusidagi tadqiqotlarda yuqori harorat, kimyoviy agressiv muhit va uzoq muddatli sinovlar orqali qoplamalar va ingibitorlarning samaradorligini yanada chuqur o‘rganish zarur.

XULOSA

Tadqiqot natijalari korroziyaga qarshi qoplamalar va kimyoviy ingibitorlarning kombinatsiyalangan qo‘llanilishi metall yuzalarni himoya qilishda eng samarali usul ekanligini ko‘rsatdi. Anorganik qoplamalar uzoq muddatli

ISSN 3030-3907

elektroximik himoya ta’minlasa, organik qoplamalar mexanik chidamlilikni oshiradi, kimyoviy ingibitorlar esa korroziya jarayonini sekinlashtiradi.

Shuningdek, tadqiqot asosida quyidagi takliflar ishlab chiqildi: metall konstruksiyalarni sanoat sharoitida uzoq muddat xizmat qilishi uchun qoplama va ingibitorlarning optimal kombinatsiyasini qo‘llash; yuqori harorat va agressiv muhit sharoitida samaradorlikni oshirish maqsadida yangi qoplamalar va ingibitorlar formulalarini ishlab chiqish; korroziyaga qarshi tadqiqotlarni kengaytirish orqali sanoat va qurilish ob’ektlarining xizmat muddatini uzaytirish.

Ushbu xulosa tadqiqotning muammoni yechishga yo‘naltirilganligi va aniq amaliy tavsiyalarga ega ekanligini ko‘rsatadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Rajabaliyev, N. S., Nig‘matillayeva, M. J., Rahmonov, J. A., & Rajabov, Y. N. (2024). *Aminotiokarbamid asosidagi birikmalarning korroziyaga qarshi elektrokimyoviy tadqiqoti*. Science and Education, 5(3), 211–217. (https://openscience.uz/index.php/sciedu/article/view/6813)

2. Aytmuratov, S. Q., & Tajimova, G. R. (yil ko‘rsatilmagan). *Neft va gaz sanoati jihozlarini korroziyadan himoya qilish*. Science and Education. (https://openscience.uz/index.php/sciedu/article/view/6025)

3. Samaei, A., & Chaudhuri, S. (2022). *Role of Zirconium Conversion Coating in Corrosion Performance of Aluminum Alloys: An Integrated First-Principles and Multiphysics Modeling Approach*. arXiv. (https://arxiv.org/abs/2202.12990)

4. “A concise review on corrosion ingibitors: types, mechanisms and electrochemical evaluation studies.” Journal of Coatings Technology and Research. (2021). (https://link.springer.com/article/10.1007/s11998-021-00547-0)

5. Murtazayev, E. M. (2023). *Fermalı to‘sinlardan tashkil topgan binolarning tomini korroziyadan himoya qilish turlari va usullari*. Central Asian Journal of Education and Innovation. (https://newjournal.org/index.php/01/article/view/7771)

6. Xoldarova, M. R. (2025). *Austenitli po‘lat va qotishmalarning donlar aro korroziyasi xususiyatlarini o‘rganish va metallarga qarshi texnologik jarayonlarni tahlil qilish*. Ustozlar Uchun, 66(1), 155–160. (https://journal-web.uz/index.php/02/article/view/208)

ISSN 3030-3907

УДК 677.021.152.8

5ЛП ЛИНТЕР ИШЧИ КАМЕРАСИ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШНИНГ ИЛМИЙ-АМАЛИЙ АСОСЛАРИ

Сулаймонов Рустам Шенникович
Толали экинлар илмий- тадқиқот институти Толали экинлар маҳсулотларининг, физик-механик хусусиятлари лабораторияси мудири, т.ф.д., проф.,
Унгаров Азизбек Абдумўмин ўғли
Гулистон давлат университети Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини қайта ишлаш технологиялари кафедраси ўқитувчиси,
E-mail: azizbek.ungarov3@gmail.com
Махамадов Мирсаид Ахмад ўғли
Гулистон давлат университети, Қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини қайта ишлаш технологиялари кафедраси ўқитувчиси,
E-mail: mirsaid.1992@gmail.com,
Мамарасулов Элибой Қахрамон ўғли
Озиқ-овқат технологиялари кафедраси ўқитувчиси Тошкент кимё технология институти Янгиёр филиали
E-mail: eliboymamarasulov@gmail.com

Аннотация. Сифатли чигит ва момиқ ишлаб чиқарилишини таъминлаш учун линтерга қўйиладиган технологик талаблар келтирилган, лекин мавжуд линтерлар ушбу технологик талабларни бажара олмаётганлигини тахлил натижалари кўрсатган. Тахлил натижаларига кўра 5ЛП линтер ишчи камераси хажмининг катталаштирилганига қарамасдан иш унумдорлиги атига 5-8 % га ошганлиги, камера катталаштирилганидан чигитли валик массасининг ошиши ва аррали цилиндрга 18,5 кВт/соат электр энергия сарфланиб, ПМП-160 русумли линтер аррали цилиндрига сарфланган электр энергияга қараганда 8,5 кВт/соат га кўп сарфланганлиги ўрганилди. 5ЛП линтерининг самарадорлиги бўйича Мустақиллик пахта тозалаш корхонасида ўтказилган тажриба ишларининг натижаси линтернинг чигит бўйича иш унумдорлиги ўртача 684 кг/соатни, момиқ бўйича иш унумдорлиги ўртача 21,5 кг/соатни ташкил этиб, техник характеристикасидаги иш унумдорликка қараганда чигит бўйича ўртача 58,6 % га, момиқ бўйича ўртача 14,0 % га кам эканлигини кўрсатди. Ишлаб чиқарилган чигитнинг тукдорлиги ўртача 8,7 % га, шикастланиши ўртача 4,9 % га тенг бўлди. Момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 5,8 % ни, штапель узунлиги 6/7 мм ни ташкил этиб, давлат стандарти O‘zDst 645:2016 “Пахта момиғи” техникавий шартлар бўйича Б типли “Ўрта” синфга мансуб эканлиги аниқланди. Ишлаб

ISSN 3030-3907

чиқарилган чигитнинг тукдорлиги ўртача 8,7 % га, шикастланиши ўртача 4,9 % га тенг бўлди. Момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 5,8 % ни, штапель узунлиги 6/7 мм ни ташкил этиб, давлат стандарти O‘zDst 645:2016 “Пахта момиғи” техникавий шартлар бўйича Б типли “Ўрта” синфга мансуб эканлиги аниқланди

Калит сўзлар: Линтер, ишчи камера, фартук, профиль, зев, аралаштиргич, аррали цилиндр, пахта, чигит, момиқ, тукдорлик, иш унумдорлик, сифат кўрсаткич.

Abstract. The technological requirements for linters to ensure the production of high-quality cottonseed and lint are presented; however, analysis has shown that existing linters are unable to fully meet these technological requirements. According to the results, despite the enlargement of the working chamber volume of the 5LP linter, its productivity increased by only 5–8%. It was found that enlarging the chamber led to an increase in the mass of the cottonseed roller and that the saw cylinder consumed 18.5 kWh of electrical energy—8.5 kWh more than the saw cylinder of the PMP-160 type linter. Experimental studies conducted at the Mustaqillik cotton ginning plant to assess the efficiency of the 5LP linter revealed that its average productivity was 684 kg/hour for cottonseed and 21.5 kg/hour for lint. Compared to its technical specifications, this indicates an average decrease of 58.6% in cottonseed productivity and 14.0% in lint productivity. The produced cottonseed had an average fuzziness of 8.7% and an average damage rate of 4.9%. The mass fraction of impurities and whole seeds in the lint averaged 5.8%, while the staple length was 6/7 mm, classifying it as Type B, “Medium” grade according to the national standard O‘zDSt 645:2016 “Cotton Lint — Technical Specifications.” The produced cottonseed had an average fuzziness of 8.7% and an average damage rate of 4.9%. The mass fraction of impurities and whole seeds in the lint averaged 5.8%, and the staple length was 6/7 mm, confirming its classification as Type B, “Medium” grade according to O‘zDSt 645:2016.

Keywords: Linter, working chamber, apron, profile, gap, mixer, saw cylinder, cotton, cottonseed, lint, fuzziness, productivity, quality indicator.

Аннотация. Приведены технологические требования, предъявляемые к линтерам для обеспечения производства качественного хлопкового семени и линта. Однако результаты анализа показали, что существующие линтеры не способны выполнить данные технологические требования. Согласно результатам исследования, несмотря на увеличение объёма рабочей камеры линтера 5ЛП, его производительность возросла лишь на 5–8 %. Установлено, что при увеличении камеры возрастает масса семенного валика и что на пильный цилиндр расходуется 18,5 кВт·ч электроэнергии, что на 8,5 кВт·ч больше по сравнению с пильным цилиндром линтера марки ПМП-160.

ISSN 3030-3907

Результаты экспериментальных работ, проведённых на хлопкоочистительном предприятии «Мустақиллик» для оценки эффективности линтера 5ЛП, показали, что его средняя производительность по семени составляет 684 кг/ч, а по ленту — 21,5 кг/ч. По сравнению с техническими характеристиками это на 58,6 % ниже по семени и на 14,0 % ниже по ленту. Средняя опушённость полученного семени составила 8,7 %, степень повреждения — 4,9 %. Массовая доля загрязнений и целых семян в ленте составила в среднем 5,8 %, длина штапеля — 6/7 мм, что соответствует типу Б, классу «Средний» согласно государственному стандарту O‘zDst 645:2016 «Хлопковый линт. Технические условия». Средняя опушённость произведённого семени составила 8,7 %, повреждённость — 4,9 %. Массовая доля примесей и целых семян в ленте составила 5,8 %, длина штапеля — 6/7 мм, что подтверждает его принадлежность к типу Б, классу «Средний» согласно стандарту O‘zDst 645:2016.

Ключевые слова: линтер, рабочая камера, фартук, профиль, зазор, смеситель, пильный цилиндр, хлопок, семена, линт, опушённость, производительность, показатель качества.

Кириш.

Пахта- тўқимачилик кластерлари тизимидаги пахта тозалаш корхоналарида пахтага дастлабки ишлов беришда пахтани жинлаш жараёнидан ишлаб чиқарилган чигит таркибида ишланаётган пахта навини инобатга олган ҳолда ўртача 10-15 % миқдорида момиқ бўлади [1]. Ушбу момиқни чигит таркибидан ажратиб олиш учун чигитни линтерлаш жараёни амалга оширилади. Линтерлаш жараёни линтер ускуналарини ишчи камерасида амалга оширилади. Жараён аррали цилиндр, ишчи камера ва аралаштиргич ёрдамида бажарилади. Бунда линтер таъминлагич-тозалагичидан ишчи камерага берилган маълум массага эга бўлган чигитлар тўплами аррали цилиндр ва ишчи камерадаги аралаштиргич ёрдамида айланма харакатга келтирилиб, чигитли валикни ҳосил қилади [2]. Аррали цилиндрдаги арралар чигит тароғи зонасида ишчи камерага ўртача 12,5 м/сек чизиқли тезлик билан кириб чигитлар тўпламини харакатга келтириш билан бирга чигит тароғи зонасидан камерадаги колосниклар усти ишчи қисми зонасига бўлган масофада чигитлар тўплами билан ўзаро контактда бўлади ва чигитлар сиртидан момиқни қириб олиш жараёнини амалга оширади. Аррали цилиндрга чигитлар оқими томонидан бериладиган босим кучи катта бўлган зонада чигит сиртидан момиқни қириб олиш жараёни жадаллашади ва чигит сиртидан кўп миқдорда момиқ қириб олинади. Чигитлар оқимидан аррали цилиндрга бериладиган босим кучи кичик бўлган зонада чигит сиртидан момиқни қириб олиш жараёнини жадаллашиши камаяди ва

ISSN 3030-3907

чигитлар сиртидан момиқни қириб олиш миқдори пасаяди. Харакатдаги чигитлар оқими томонидан аррали цилиндрга бериладиган босим кучи оқимдаги чигитлар тўплами зичлигига тўғри пропарционал бўлиб, зичлик юқори бўлган зонада чигитни линтерлаш жараёни самарали кечади, зичлик кам бўлган зонада чигитни линтерлаш жараёни камаяди. Линтер ишчи камерасида чигитли валикни юқори зичликда бўлиши аррали цилиндр билан аралаштиргич парраклари оралиғида харакатдаги чигитлар тўпламида юзага келади ва ушбу ораликдаги чигитлар тўпламидан қолган зоналардаги чигитлар тўпламига қараганда кўп миқдорда момиқ қириб олинади. асосида Чигит сиртидан момқни қириб олишни жадаллаштириш бўйича тадқиқотчилар томонидан олиб борилган изланишлар асосида 1970 йилга келиб, пахта тозалаш корхоналарида ишлатилаётган ПО-160 русумли линтерлар такомиллаштирилади ва ПМП-160 русумида ишлаб чиқарилади ва ишлаб чиқаришга кенг жорий этилади. Ушбу линтерда чигитни линтерлаш жараёнига таъсир этувчи асосий ишчи қисмлар бўлган ишчи камерани кўндаланг кесим юзаси ПО-160 русумли ишчи камера кўндаланг кесим юзасига қараганда катталаштирилади ва ишчи камерадаги аралаштиргич ташқи диаметри ишчи камерага мос равишда 115 мм дан 130 мм га катталаштирилади. Линтер ишчи камерасининг такомиллаштирилиши чигитни линтерлаш жараёнига ижобий таъсир этади ва юқори ҳамда паст селекцион навли чигитларни линтерлашда линтернинг иш унумдорлиги ПО-160 линтери иш унумдорлигига қараганда чигит бўйича 15-20 % га, момиқ бўйича 4- 6 % га ошади. Лекин ушбу иш унумдорлик кам бўлиб, пахта тозалаш корхонасида чигитни линтерлашда линтер ускунасига иш унумдорлиги бўйича қўйилган техник талабни бажара олмаётганлигини кўрсатади. Линтер иш унумдорлигини ошириш билан линтер цехига сарфланаётган электр энергияси ва эҳтиёт қисмлар сарфини камайтириш мақсадида ПСМИТИ олимлари томонидан изланишлар олиб борилади 1980 йилига келиб, ишчи камера хажм жихатидан катталаштирилади ва камера хажмига мос равишда аралаштиргичнинг ташқи диаметри 178 мм этиб олинади. Такомиллаштирилган линтер 5ЛП русумида ишлаб чиқарилади ва ишлаб чиқаришга жорий этилади (1- расм) [3]. Ушбу линтернинг ишчи камераси фартук 1, аралаштиргич 2, чигит тароғи 3, колосник 4, аррали цилиндр 5 ва зичлик клапани 6 дан иборат (2- расм). Ишчи камерада колосниклар 161 дона бўлиб, устки ва остки бруслардаги тишли рейкага йиғилади ва колосникли панжарани ҳосил қилади [4]. Камерадаги аррали цилиндр 160 дона арра ва 159 дона арралар оралиқ қистирмалардан иборат. Чигитли валикни айланма харакатга келишини таъминлайдиган ва

ISSN 3030-3907

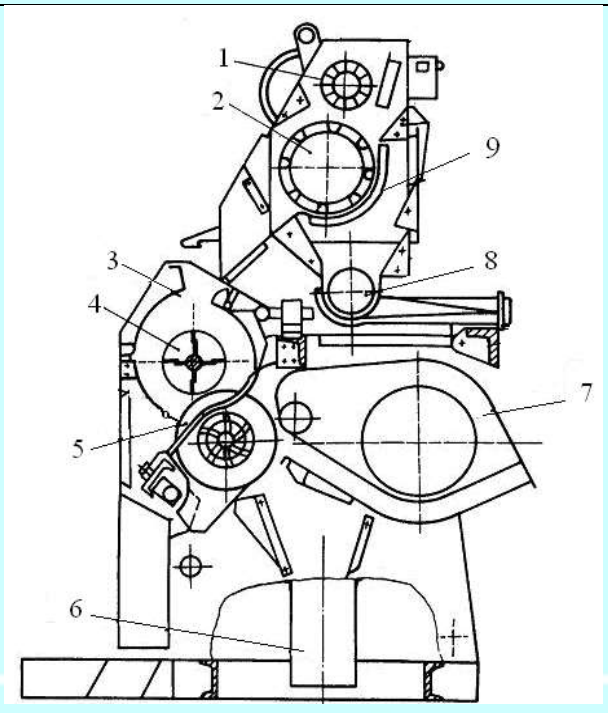
линтерлаш жараёнини амалга оширилишида асосий вазифани бажарадиган ишчи қисм камера кўндаланг кесими ва хажмидир.

5ЛП линтер ишчи камера кўндаланг кесимининг катталаштирилиши линтерни иш унумдорлигини бор-йўғи 5-8 % га ошириш имконини беради [5]. Камера хажмининг катталашиши ишчи камерадан линтерланган чигитларнинг ўз вақтида ташқарига чиқишини жадаллаштирмайди. Натижада камерадаги чигитли валик массасининг ошиши юзага келган. Бу ўз навбатида чигитли валикдан аррали цилиндрга тушаётган юкламани ошишига олиб келган. Ортиқча юкламани енгиш, чигитли валикка керакли тезликни бериш ва линтерлаш жараёнини тиқилмасдан амалга ошириш учун аррали цилиндрга 18,5 кВт ли электр двигатели ўрнатилади. Бу ўз навбатида электр энергияни ПМП-160 русумли линтерга қараганда 8,5 кВт кўп миқдорда сарфланишига олиб келган. Линтер ишчи камераси кўндаланг кесимининг катталаштирилишига қарамасдан чигит сиртидан

Маълумки, 5LP русумли линтердаги_arrali_силлиндрни айланма ҳаракатга келтириш учун силлиндр вали техник характеристикасига асосан 18,5 кВт қувватли, 730 айл/мин ли электродвигател билан ярим муфта орқали уланган. Тадқиқот ишлари даврида_arrali_силлиндрни юкламасиз ва юклама билан ишлаганда электродвигателга тушадиган юклама, чигитни линтерлашда линтернинг чигит ва момиқ бўйича иш унуми, ишлаб чиқарилган чигитнинг шикастланиш даражаси, момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўрганилди. *Arrali* силлиндрни айланма ҳаракатга келтирувчи электродвигателга тушадиган юклама электродвигателга ўрнатилган амперметр ёрдамида аниқланди.

момиқни самарали қириб олмаслиги ва камерадан линтерланган чигитларнинг ўз вақтида ташқарига чиқмаслиги, камерадаги чигитли валик зичлигининг ортишига олиб келиб, линтер иш унумдорлигини пасайишини юзага келтирмоқда.

Ишлаб чиқаришдан олинган маълумотлар юқори ва паст навли селекцион навли чигитларни линтерлашда 5ЛП линтернинг ҳақиқий иш унумдорлиги унинг техник характеристикасидаги иш унумдорликка қараганда ўртача 45- 55 % га кам эканлигини кўрсатмоқда.



ISSN 3030-3907

Шу билан бирга чигитни линтерлашда чигит сиртидан ўртача 2,0- 2,2 % гача момиқни қириб олаётгани учун пахтани дастлабки ишлаш технологик тизимда аррали жинлардан ишлаб чиқарилган чигитни линтерлашга улгура олиши учун “Пахтага дастлабки ишлов беришнинг мувофиқлаштирилган технологияси”- ПДИ70-2017 бўйича пахта тозалаш корхоналарининг чигитни линтерлаш технологик тизимида икки қатордан, ҳар бир қаторда 4-6 донадан ва умумийси 8-12 донадан иборат бўлган 5ЛП линтерлари ўрнатилади [6]. Цехда линтер ускуналарни кўплиги электр энергия ва	1-таъминловчи валик, 2- текисловчи-тозаловчи барабан, 3- ишчи камера, 4- аралаштиргич, 5- аррали цилиндр, 6- улюк чиқарувчи қувур, 7- ҳаво камераси, 8- чиқинди шнеги, 9- тўрли юза. **1- расм. 5ЛП линтернинг схемаси**

Эҳтиёт қисмларни керагидан ортиқ сарфланишига, цехда инсон соғлиги учун зарар бўлган чанг ҳавони меъёридан ошишига, ишчи кучини кўп миқдорда сарфланишига олиб келмоқда. Чигитни линтерлаш жараёнида сарф-харажатларнинг кўп миқдорда сарфланишига қарамасдан истеъмолчи бозорида ишлаб чиқарилаётган момиқ улгуржи нархининг пастлиги, корхонанинг иқтисодий самарадорлигига салбий таъсир этмоқда.

Маълумки, линтер камерасига таъминлагич-тозалагичдан керакли миқдордаги чигитни ўз вақтида берилиши, чигитли валикни керакли зичликда бўлиши, валикнинг керакли тезликда айланиши, чигит ва момиқнинг камерадан ўз вақтида ташқарига сифатли чиқиши ишчи камерадаги асосий ишчи қисмлардан бўлган камера профилининг тўғри танланганлиги билан боғлиқдир [7]. Камера профили бўйича шуни айтиш мумкинки, у чигитли валикни айланишида кам қаршилик кўрсатадиган ва иложи борича айлана шаклидек бўлиши лозим. Лекин профилни айлана шаклига келтириш қийин, чунки ишчи камерада таъминлагич- тозалагичдан берилаётган чигитлар оқимини камера зевида тиқилтирмасдан қабул қилиш учун камера зеви клин кўринишида бўлиши талаб этилади. Камерага кираётган аррали цилиндр чигит тароғи зонасидаги чигитлар тўплами билан ўзаро таъсирида тўпламни умумий чигитли валикдан ажратиб олиш ва бунинг ҳисобига ушбу зонада линтерланган чигитларни ишчи камерадан ташқарига чиқишини таъминлаш учун чигит тароғи зонаси ҳам клин кўринишдаги профилга эга бўлиши керак бўлади (1- расм) [8]. 5ЛП линтер

ISSN 3030-3907

камераси хажмига келсак, унинг катталашиши чигитли валик массасини ва зичлигини ошишига олиб келган. Бунда валик томондан аррали цилиндрга тушадиган босимнинг ошиши ҳисобига аррали цилиндрдан чигитли валикка берилаётган энергия миқдорининг ошиши юзага келган. Шундай бўлсада, чигитли валик тезлигининг сезиларли даражада ошишига олиб келмаган [9].

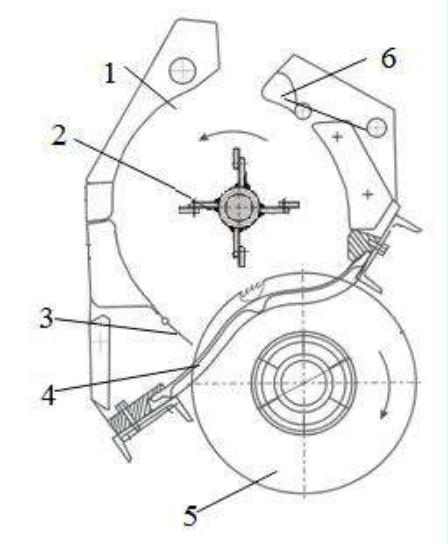
Бугунги кунда пахта-тўқимачилик кластери пахта тозалаш корхоналаридаги 5ЛП линтерларга уруғлик ва техник чигитларни линтерлашда қуйидаги:

- чигитни бошланғич тукдорлик ва шикастланиш даражасини инобатга олган ҳолда линтернинг самарали ишлаши учун ишчи камерани керакли миқдордаги чигит билан доимий равишда таъминлаш;

- чигитдан момиқни керакли миқдорда ажратиш жараёни ва бу жараёнга ишчи қисмларнинг таъсиридан чигит ва момиқнинг шикастланмаслиги;

- линтер ишчи камерасидан чигитларни талаб этилган тукдорлик ва механик шикастланишида чиқишини амалга ошириш ва чиқаётган чигитларга линтерланмаган чигитларни қўшилишига йўл қўймаслик талаблари қўйилган.

5ЛП линтернинг самарадорлигини ўрганиш мақсадида Тошкент вилоятининг Мустақиллик пахта тозалаш корхонасида тажриба-тадқиқот ишлари олиб борилди. Тажриба ишларини бошлашдан аввал технологик тизимдаги линтерлардан бири танлаб олинди. Тажриба ишлари бошланғич намлиги ўртача 13,6 % га, ифлослиги 10,5 % га тенг бўлган пахтанинг С-6524 селекцияли I нав 3-синфида ўтказилди [10, 11]. Бунда корхонадаги 5ДП-130 русумли жиндан ишлаб чиқарилган чигитнинг намлиги 9,9 % ни, тукдорлиги 11,5 % ни ташкил этди. Ушбу намлик ва тукдорликка эга бўлган чигит 5ЛП линтерда линтерланди. Тажриба ишлари ташқи диаметри 320 мм ва 4 соат давомида ишлатилган янги арраларда ўтказилди. Тадқиқот



1- фартук, 2- аралаштиргич, 3- чигит тароғи, 4- колосник, 5- аррали цилиндр, 6- зичлик клапани.

2- расм. 5ЛП линтер ишчи камерасини схемаси

ISSN 3030-3907

ишлари даврида 5ЛП линтердан олдин ва линтердан кейинги чигитдан, линтердан кейинги момиқдан намуналар	

Олиниб, лаборатория шароитида тахлил этилди. Тахлил натижалари аниқ бўлиши учун намуналар 5 марта такрорланди. 5ЛП линтернинг чигит бўйича иш унумдорлиги хронометраж усули билан аниқланди. Бунда ҳар 3 минут вақт оралиғида линтер ишчи камерасидан чиқаётган чигитлар йиғиб олиниб, пресс цехидаги электрон тарозида тортилди. Момиқ бўйича иш унумдорлигини аниқлаш учун эса технологиядаги қолган линтерлар вақтинча тўхтатилиб, тажриба учун ажратилган линтернинг ишлатилишидан ҳар 3 минут вақт оралиғида пресс яшигига тушаётган момиқ йиғилиб тортилди. Натижалари аниқ бўлиши учун тажрибалар 5 марта такрорланиб ўртача қиймати олинди. Олинган натижа соат бўйича ҳисобланганда 5ЛП линтернинг чигит бўйича иш унумдорлиги ўртача 684 кг/соатни, момиқ бўйича иш унумдорлиги ўртача 21,5 кг/соатни ташкил этиб, техник характеристикасидаги иш унумдорликка қараганда чигит бўйича ўртача 58,6 % га, момиқ бўйича ўртача 14,0 % га кам эканлигини кўрсатди. Ишлаб чиқарилган чигитнинг тукдорлиги ўртача 8,7 % га, шикастланиши ўртача 4,9 % га тенг бўлди [12, 13]. Момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 5,8 % ни, штапель узунлиги 6/7 мм ни ташкил этиб, давлат стандарти O‘zDst 645:2016 “Пахта момиғи” техникавий шартлар бўйича Б типли “Ўрта” синфга мансуб эканлиги аниқланди [14, 15].

5ЛП линтернинг ишлаш ҳолати ва ишлаб чиқарилаётган чигит ва момиқнинг сифат кўрсаткичи бўйича олиб борилган тажриба ишлари ускунанинг иш унумдорлиги кам бўлиб, ишлаб чиқарилган чигит шикастланиши ва момиқ ифлослигининг юқорилигидан сифат кўрсаткичи паст эканлигини кўрсатди.

Махаллий 5ЛП линтерлар конструкциясига асосан техник ва уруғлик чигитни линтерлашга мосланганлиги, лекин линтердаги асосий ишчи қисм бўлган ишчи камера конструкцияси камчилигидан иш унумдорлигининг камлиги, ишлаб чиқарилаётган чигит ва момиқ сифатининг пастлиги билан бирга чигитни линтерлашда технологик талабни бажара олмаётганлиги ўрганилди. Бу ўз навбатида пахта- тўқимачилик кластери пахта тозалаш корхоналари учун юқори иш унумдорликда ишлайдиган, истеъмолчининг сифатли чигит ва момиққа бўлган талабини қондирадиган, цехда экологик мухитни меъёрида бўлишини таъминлайдиган замонавий махаллийлаштирилган линтерни ишлаб чиқиш ва ишлаб чиқаришга жорий этиш кераклигини кўрсатмоқда.

ISSN 3030-3907

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Р.Ш. Сулаймонов, Б.Я. Кушакеев, Д.У. Мадрахимов. Изыскание путей повышения эффективности процесса линтерования семян. Отчет АО «Пахтасаноат илмий маркази». Ташкент. 2011.-65 с.
2. Р.Ш. Сулаймонов. Совершенствование базовых звеньев пильного линтера и его освоение в производстве. Отчет ОА “Папхтасаноат илмий маркази”. Ташкент. 2016. – 51 с.
3. Паспорт пильного линтера 5ЛП.-Ташкент: ТГСКБ по хлопкоочистке, 1981.-18 с.
4. Т.М. Кулиев, Р.Ш. Сулаймонов и др. Пахтани дастлабки ишлаш бўйича қўлланма. Тошкент- “Afvto-nashr”. 2019. -477 б.
5. Сулаймонов Р.Ш., Маруфханов Б.Х., Каримов У.Қ. Аррали линтернинг ишчи қисмларини такомиллаштириш ва ишлаб чиқаришга тадбиқ этиш. Илмий ҳисобот. “Пахтасаноат илмий маркази” АЖ. Тошкент. 2016.- 51 б.
6. Пахтани дастлабки ишлашнинг мувофиқлаштирилган технологияси (ПДИ 70-2017). А.С. Камаловнинг умумий тахрири остида. “Paxtasanoat ilmiy markazi” АЖ. Тошкент, 2017.- 91 б.
7. Р.Ш. Сулаймонов, Ў.А. Норбоев, М.С. Худойқулов. 5ЛП линтер ишчи камерасининг асосий ишчи қисмини такомиллаштириш. Zamonaviy tadqiqotlar, innovatsiyalar, texnika va texnologiyalarning dolzarb muammolari va rivojlanish tendensiyalari. Илмий-техник анжуман материаллари. 1-қисм. Жиззах, 8-9 апрель, 2022.- 89-92 б.
8. Сулаймонов Р.Ш., Лугачев А.Е., Мардонов Б., Ахмедов М.Х., Маруфханов Б.Х. Пахта тозалаш корхоналарида пахта чигитини линтерлаш ва момиқни тозалаш жараёнини энергия-ресурстежамкор технологиясининг назарий асосларини ишлаб чиқиш. Илмий ҳисобот. «Paxtasanoat ilmiy markazi» АЖ, Тошкент, 2019.- 62 б.
9. Сулаймонов Р.Ш., Мардонов Б.М., Лугачев А.Е. Исследование движение зернистой среди внутри рабочей камеры линтера// Труды межд.науч. конф. «Рахматулинские-Ормонбековские чтения».- г. Бишкек , 27-29 июня. 2013. –С. 111-113.
10. O‘zDst 644:2006. Пахта. Намликни аниқлаш усуллари. Тошкент, 2006.- 17 б.
11. O‘zDst 592:2006. Пахта. Ифлосликни аниқлаш усуллари. Тошкент, 2006.- 17 б.
12. O‘zDst 601:2016. Пахта. Техник чигит.Техникавий шартлар. Тукдорликни аниқлаш усуллари. Тошкент, 2016.- 11 б.
13. O‘zDst 597:2016. Пахтанинг техник чигити, Техник шартлари. Чигитдаги нуқсонлар массавий улушини аниқлаш усуллари. Тошкент, 2011.- 16 б.

ISSN 3030-3907

15. O‘zDst 662:2011. Пахт момиғи, Техник шартлари. Ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши. Тошкент, 2011.- 12 б.
16. O‘zDst 660:2011. Пахт момиғи, Техник шартлари. Узунликни аниқлаш усули. Тошкент, 2011.- 9 б.

ISSN 3030-3907

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ МОЧЕВИНОФОРМАЛЬДЕГИДА, БЕНЗИЛХЛОРИДА И ЭПИХЛОРГИДРИНА

Жалиилов Шерали Некбоевич
Бухарский государственный университет к.т.н., доцент
г. Бухара, Узбекистан
Расулова Нилуфар Фарходовна
Бухарский государственный университет, Магистрант
г. Бухара, Узбекистан
Киличов Завкиддин Зайнитдин угли
Бухарский государственный университет, Магистрант
г. Бухара, Узбекистан

Аннотация. В данном исследовании выполнен квантово-химический анализ нового полимерного композита на основе мочевино-формальдегидной смолы с модификацией бензилхлоридом и эпихлоргидрином на уровне DFT (B3LYP/6-31G(d,p)). Оптимизация геометрии, исследование электронного строения и спектроскопических параметров показали преобладание ковалентных взаимодействий, обеспечивающих высокую термическую и химическую стабильность материала. Бензилхлорид усиливает стабильность за счет π-π взаимодействий ароматических фрагментов, а эпихлоргидрин формирует трехмерную сшитую структуру. Анализ HOMO–LUMO (разрыв 4,87 эВ), распределения зарядов и электростатического потенциала подтверждает высокую реакционную селективность и устойчивость композита. Моделирование механизма реакций выявило, что лимитирующей стадией является раскрытие эпоксидного кольца с активационным барьером 16,4 ккал/моль.

Ключевые слова: мочевиноформальдегид, бензилхлорид, эпихлоргидрин, квантовая химия, DFT расчеты, механизм реакции, энергетический профиль, полимерный композит, переходное состояние

Abstract. This study presents a quantum-chemical analysis of a new polymer composite based on urea–formaldehyde resin, modified with benzyl chloride and epichlorohydrin, at the DFT level (B3LYP/6-31G(d,p)). Geometry optimization, electronic structure, and spectroscopic analysis revealed the predominance of covalent interactions, ensuring high thermal and chemical stability of the material. Benzyl chloride enhances stability through π–π interactions of aromatic fragments, while epichlorohydrin forms a three-dimensional cross-linked structure. HOMO–LUMO analysis (gap 4.87 eV), charge distribution, and electrostatic potential confirm the composite's high reactivity selectivity and robustness. Reaction

ISSN 3030-3907

mechanism modeling showed that the rate-limiting step is the opening of the epoxide ring, with an activation barrier of 16.4 kcal/mol.

Keywords: urea–formaldehyde, benzyl chloride, epichlorohydrin, quantum chemistry, DFT calculations, reaction mechanism, energy profile, polymer composite, transition state

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda dft (B3LYP/6-31g(d,p)) darajasida benzilxlorid va epiklorhidrin modifikatsiyasi bilan karbamid-formaldegid qatroni asosida yangi polimer kompozitsiyasining kvant kimyoviy tahlili o‘tkazildi. Geometriyani optimallashtirish, elektron tuzilish va spektroskopik parametrlarni o‘rganish materialning yuqori termal va kimyoviy barqarorligini ta'minlaydigan kovalent o‘zaro ta'sirlarning ustunligini ko‘rsatdi.ulosa. Ushbu tadqiqotda dft (B3LYP/631g(d,p)) darajasida benzilxlorid va epiklorhidrin modifikatsiyasi bilan karbamid-formaldegid qatroni asosida yangi polimer kompozitsiyasining kvant kimyoviy tahlili o‘tkazildi. Geometriyani optimallashtirish, elektron tuzilish va spektroskopik parametrlarni o‘rganish materialning yuqori termal va kimyoviy barqarorligini ta'minlaydigan kovalent o‘zaro ta'sirlarning ustunligini ko‘rsatdi. Benzilxlorid aromatik bo‘laklarning p-p o‘zaro ta'siri orqali barqarorlikni oshiradi va epiklorgidrin uch o‘lchovli o‘zaro bog‘langan tuzilmani hosil qiladi. HOMO–LUMO (4,87 ev bo‘shliq), zaryad taqsimoti va elektrostatik potentsialni tahlil qilish kompozitning yuqori reaktsion selektivligi va barqarorligini tasdiqlaydi. Reaksiya mexanizmini modellashtirish cheklovchi bosqich 16,4 kkal/mol faollashtiruvchi to‘siqli epoksi halqaning ochilishi ekanligini aniqladi.

Kalit so‘zlar: karbamid formaldegid, benzil xlorid, epiklorgidrin, kvant kimyosi, dft hisob-kitoblari, reaktsiya mexanizmi, energiya profili, polimer kompozit, o‘tish holati

Введение

Полимерные композиционные материалы на основе аминоформальдегидных смол занимают важное место в современной промышленности благодаря своим уникальным эксплуатационным характеристикам [1-5]. Среди них мочевиноформальдегидные полимеры выделяются высокой адгезией, водостойкостью и относительно низкой себестоимостью производства. Однако классические мочевиноформальдегидные композиции имеют ряд существенных недостатков, включая повышенную хрупкость, склонность к растрескиванию и ограниченную термическую стабильность [6-10]. Для преодоления этих недостатков исследователи активно изучают возможности химической модификации базовой полимерной матрицы путем введения различных функциональных добавок [8-10].

ISSN 3030-3907

Введение ароматических соединений, таких как бензилхлорид, позволяет усилить межмолекулярные взаимодействия за счет π-π стэкинга ароматических колец, что способствует повышению механических характеристик материала [6,9]. Эпихлоргидрин же рассматривается как перспективный сшивающий агент, способный формировать дополнительные ковалентные мостики между полимерными цепями, тем самым увеличивая плотность сшивки и улучшая физико-механические свойства конечного продукта. Несмотря на значительное количество экспериментальных работ по синтезу модифицированных мочевиноформальдегидных композитов, теоретические аспекты формирования их структуры и природа межмолекулярных взаимодействий остаются недостаточно изученными. Квантово-химическое моделирование предоставляет мощный инструментарий для глубокого понимания механизмов химических реакций и предсказания свойств материалов на молекулярном уровне [11-13]

Теория функционала плотности стала стандартным методом исследования органических и полимерных систем благодаря оптимальному балансу между точностью и вычислительными затратами. Гибридный функционал B3LYP в сочетании с поляризованными базисными наборами показал высокую эффективность при описании структурных и электронных свойств широкого класса соединений [14-16]. Целью настоящей работы является комплексное квантово-химическое исследование полимерного композита на основе мочевиноформальдегида, модифицированного бензилхлоридом и эпихлоргидрином, с особым вниманием к изучению механизмов протекания реакций между компонентами. Основные задачи включают оптимизацию геометрической структуры модельных молекулярных фрагментов, расчет энергетических параметров взаимодействия компонентов, построение энергетических профилей реакций с локализацией переходных состояний, анализ электронного строения и спектроскопических характеристик системы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Вычислительные методы. Все квантово-химические расчеты выполнялись в рамках теории функционала плотности с использованием гибридного функционала B3LYP. Для описания электронной структуры применялся поляризованный базисный набор 6-31G(d,p), который обеспечивает достаточную точность при моделировании органических молекул средней сложности. Оптимизация геометрии проводилась без наложения симметрийных ограничений методом градиентного спуска до достижения критерия сходимости по энергии менее 10^{-6} Хартри и по градиенту менее 0.0001 Хартри/Бор [17-19]. Отсутствие мнимых частот в

ISSN 3030-3907

колебательных спектрах подтверждало нахождение истинного минимума на поверхности потенциальной энергии. Для учета эффектов среды использовалась континуальная модель растворителя CPCM с диэлектрической проницаемостью, соответствующей воде.

Поиск переходных состояний осуществлялся методом синхронного транзита с последующей оптимизацией алгоритмом Берни. Подтверждение природы переходного состояния проводилось посредством анализа частот нормальных колебаний, при этом наличие единственной мнимой частоты указывало на седловую точку первого порядка на поверхности потенциальной энергии. Связь переходного состояния с реагентами и продуктами верифицировалась расчетом внутренней координаты реакции в прямом и обратном направлениях [20-22]. Расчет энергий связывания проводился с учетом поправки на ошибку суперпозиции базисных наборов методом уравновешенных фрагментов. Анализ распределения зарядов выполнялся с использованием схемы естественных связевых орбиталей, которая обеспечивает физически обоснованное разделение электронной плотности между атомами [23-25]. Электронные свойства исследовались посредством анализа граничных молекулярных орбиталей, локальных дескрипторов реакционной способности и глобальных индексов химической активности.

Модельные системы. Для исследования были построены модельные молекулярные фрагменты, представляющие основные структурные элементы композита. Мочевиноформальдегидный фрагмент моделировался димером, состоящим из двух молекул мочевины, связанных метиленовыми мостиками. Бензилхлоридная компонента рассматривалась в виде отдельной молекулы и в составе комплексов с мочевиноформальдегидным фрагментом [24]. Эпихлоргидрин анализировался как в мономерной форме, так и в виде продуктов его реакции с функциональными группами базовой полимерной матрицы. Дополнительно исследовались тримерные и тетрамерные структуры для оценки влияния степени олигомеризации на электронные и энергетические характеристики системы. Для изучения механизма реакций строились молекулярные комплексы реагентов с различными взаимными ориентациями, проводился систематический поиск переходных состояний для всех возможных путей реакции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оптимизированная геометрия. Оптимизация геометрии модельных фрагментов выявила ряд характерных структурных особенностей. Длины связей C-N в мочевинных фрагментах составили 1.367-1.374 Å, что указывает на значительный вклад резонансных структур с частичным двоесвязным

ISSN 3030-3907

характером. Метиленовые мостики между мочевинными единицами характеризуются длинами C-C связей в диапазоне 1.525-1.532 Å и углами C-N-C около 117.8°. Введение бензилхлорида приводит к формированию π-π стэкинг-взаимодействий с расстоянием между плоскостями ароматических колец 3.48 Å, что близко к оптимальному значению для таких систем [26]. Эпоксидная группа эпихлоргидрина в комплексе с мочевинным фрагментом демонстрирует удлинение связей C-O до 1.448 Å по сравнению с изолированной молекулой, что свидетельствует о ее активации при комплексообразовании.

Таблица 1.

Основные геометрические параметры оптимизированных структур

Параметр	Значение (Å/°)	Примечание
C-N (мочевина)	1.367-1.374	Резонансная стабилизация
C-C (метиленовый мостик)	1.525-1.532	Типичные sp^3 связи
π-π расстояние	3.48	Оптимальный стэкинг
C-O (эпоксид)	1.448	Активированная форма
Угол C-N-C	117.8	sp^2 гибридизация

Механизм протекания реакций. Формирование полимерного композита представляет собой многостадийный процесс, включающий несколько параллельных и последовательных реакций. Квантово-химическое моделирование позволило детально изучить механизмы каждой стадии и определить их энергетические характеристики. Первая стадия представляет собой поликонденсацию мочевины с формальдегидом, протекающую через нуклеофильное присоединение аминогруппы к карбонильному атому углерода формальдегида. Расчеты показали, что эта реакция протекает через образование промежуточного тетраэдрического аддукта, который затем дегидратируется с образованием метиленовой связи. Энергетический барьер первой стадии составляет 12.8 ккал/моль, что соответствует легко протекающей реакции при комнатной температуре или слабом нагревании.

Вторая важная стадия включает взаимодействие бензилхлорида с мочевиноформальдегидной матрицей. Механизм реакции представляет собой нуклеофильное замещение атома хлора аминогруппой мочевины по механизму SN2. Переходное состояние характеризуется тригонально-бипирамидальной геометрией с частично образованной связью N-C и частично разорванной связью C-Cl. Длина образующейся связи N-C в переходном состоянии составляет 2.12 Å, в то время как длина разрывающейся связи C-Cl увеличивается до 2.35 Å по сравнению с 1.80 Å в

ISSN 3030-3907

исходном состоянии. Активационный барьер этой реакции равен 18.7 ккал/моль, что объясняет необходимость повышенных температур для эффективного протекания процесса. Анализ естественных зарядов показал значительный перенос электронной плотности от атома азота к бензильному фрагменту в переходном состоянии, составляющий около 0.43 электрона.

Третья ключевая стадия представляет собой раскрытие эпоксидного цикла эпихлоргидрина под действием аминогруппы мочевины. Механизм реакции включает нуклеофильную атаку атома азота на менее замещенный атом углерода эпоксидного кольца с одновременным разрывом связи C-O. Переходное состояние имеет асинхронный характер, при котором образование связи N-C опережает разрыв связи C-O. В переходном состоянии длина образующейся связи N-C составляет 1.95 Å, а длина разрывающейся связи C-O увеличивается до 1.72 Å. Данная реакция характеризуется наиболее высоким активационным барьером среди всех исследованных процессов, составляющим 16.4 ккал/моль, что делает ее лимитирующей стадией всего процесса формирования композита. Раскрытие эпоксидного кольца приводит к образованию гидроксильной группы, которая стабилизируется за счет внутримолекулярной водородной связи с карбонильной группой соседней мочевинной единицы.

Таблица 2.

Энергетические параметры переходных состояний и реакций

Стадия реакции	E‡ (ккал/моль)	ΔE (ккал/моль)	ν‡ (см⁻¹)
Поликонденсация мочевины с формальдегидом	+12.8	-18.6	542i
Нуклеофильное замещение в бензилхлориде	+18.7	-24.3	384i
Раскрытие эпоксидного цикла	+16.4	-32.8	468i
Формирование водородных связей	—	-7.3	—

Примечание: E‡ - активационный барьер, ΔE - тепловой эффект реакции, ν‡ - мнимая частота в переходном состоянии.

Построение полного энергетического профиля реакции позволило установить последовательность всех стадий процесса формирования композита. Начальная стадия поликонденсации мочевины с формальдегидом протекает наиболее быстро благодаря низкому активационному барьеру и высокой экзотермичности. Образующиеся линейные олигомеры затем

ISSN 3030-3907

подвергаются модификации бензилхлоридом, что требует более высоких температур из-за повышенного активационного барьера. Сшивка полимерных цепей эпихлоргидрином происходит на заключительной стадии и контролирует общую скорость процесса. Суммарный тепловой эффект всех реакций составляет -83.0 ккал/моль на мономерное звено, что свидетельствует о высокой термодинамической выгодности формирования композита.

Таблица 3.

Геометрические параметры переходных состояний

Связь	Реагенты (Å)	Переходное состояние (Å)
N-C (поликонденсация)	3.42	1.88
C=O (поликонденсация)	1.21	1.32
N-C (замещение в $PhCH_2Cl$)	3.68	2.12
C-Cl (замещение в $PhCH_2Cl$)	1.80	2.35
N-C (раскрытие эпоксида)	3.55	1.95
C-O (раскрытие эпоксида)	1.44	1.72

Анализ мнимых частот переходных состояний подтверждает их природу как седловых точек первого порядка на поверхности потенциальной энергии. Векторы движения атомов вдоль мнимых частот соответствуют образованию новых и разрыву старых связей, что подтверждает правильность идентификации переходных состояний. Расчеты внутренней координаты реакции показали плавную эволюцию системы от реагентов к продуктам через локализованные переходные состояния без промежуточных минимумов.

Электронная структура и орбитальный анализ. Анализ граничных молекулярных орбиталей показал, что высшая занятая молекулярная орбиталь располагается преимущественно на атомах азота мочевинных фрагментов и имеет энергию -5.82 эВ. Низшая свободная молекулярная орбиталь локализована на ароматических кольцах бензилхлорида и эпоксидных группах с энергией -0.95 эВ. Энергетическая щель ВЗМО-НСМО составляет 4.87 эВ, что характеризует систему как химически стабильную с низкой реакционной способностью. Глобальная жесткость, рассчитанная как половина разности энергий НСМО и ВЗМО, равна 2.44 эВ, что подтверждает высокую устойчивость композита к химическим воздействиям. Химический потенциал системы составляет -3.39 эВ, а индекс электрофильности - 2.35 эВ, что указывает на умеренную электрофильность материала.

ISSN 3030-3907

Таблица 4.

Электронные свойства и индексы реакционной способности

Параметр	Значение (эВ)
Энергия ВЗМО	-5.82
Энергия НСМО	-0.95
Энергетическая щель (ΔE)	4.87
Глобальная жесткость (η)	2.44
Химический потенциал (μ)	-3.39
Индекс электрофильности (ω)	2.35

Спектроскопические характеристики

Теоретический расчет колебательных спектров выявил характеристические полосы поглощения основных функциональных групп. Валентные колебания связей N-H в мочевинных фрагментах проявляются в области 3320-3380 $см^{-1}$, что хорошо согласуется с экспериментальными данными. Интенсивные полосы при 1680 и 1640 $см^{-1}$ соответствуют валентным колебаниям карбонильных групп C=O. Ароматические C=C колебания бензильных фрагментов наблюдаются при 1580 и 1490 $см^{-1}$. Деформационные колебания NH_2 групп дают характеристические пики в диапазоне 1550-1600 $см^{-1}$. Валентные колебания связей C-O эпоксидного кольца проявляются при 1260 $см^{-1}$, а его деформационные колебания - при 850 $см^{-1}$. Метиленовые мостики характеризуются полосами при 2920-2850 $см^{-1}$, отвечающими асимметричным и симметричным валентным колебаниям C-H связей.

Таблица 5.

Характеристические частоты ИК-спектра ($см^{-1}$)

Функциональная группа	Расчет	Эксперимент
ν(N-H) валентные	3320-3380	3310-3370
ν(C=O) валентные	1640-1680	1635-1675
ν(C=C) ароматические	1490, 1580	1485, 1575
δ(NH_2) деформационные	1550-1600	1545-1595
ν(C-O) эпоксид	1260	1255
ν(C-H) метиленовые	2850-2920	2845-2915

ISSN 3030-3907

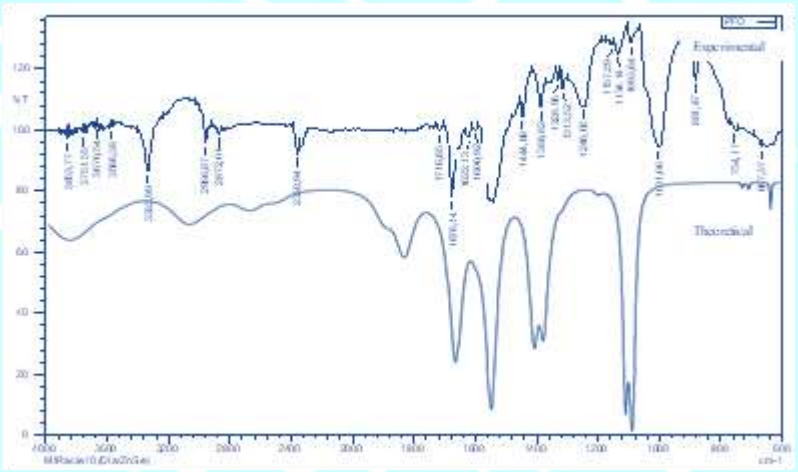


Рис.1. Рис. 4. Сравнение экспериментальных и рассчитанных инфракрасных спектров композита: (а) экспериментальных в твердой фазе; (б) рассчитанных с использованием метода B3LYP/6-31G(d,p).

Полученные результаты квантово-химического моделирования позволяют сформулировать детальное представление о механизмах формирования и стабилизации исследуемого полимерного композита. Детальное изучение механизмов реакций выявило ключевые особенности процесса формирования композита. Поликонденсация мочевины с формальдегидом протекает как типичная реакция нуклеофильного присоединения к карбонильной группе с последующей элиминацией воды. Низкий активационный барьер этой стадии объясняется высокой электрофильностью карбонильного углерода формальдегида и значительной нуклеофильностью аминогруппы мочевины. Образующийся промежуточный продукт стабилизируется за счет внутримолекулярных водородных связей, что снижает энергию системы и способствует смещению равновесия в сторону образования продукта.

Взаимодействие бензилхлорида с полимерной матрицей протекает по механизму бимолекулярного нуклеофильного замещения, что подтверждается тригонально-бипирамидальной геометрией переходного состояния и синхронным характером образования и разрыва связей. Более высокий активационный барьер этой реакции по сравнению с поликонденсацией связан с необходимостью частичной ионизации связи C-Cl и преодоления стерических затруднений при сближении реагентов. Включение бензилхлорида в структуру композита приводит к формированию упорядоченных областей с π-π стэкинг-взаимодействиями, что существенно влияет на механические и термические свойства материала. Оптимальное расстояние между ароматическими плоскостями в 3.48 Å обеспечивает максимальное перекрывание π-электронных систем при минимальном отталкивании атомных остовов.

ISSN 3030-3907

Раскрытие эпоксидного кольца эпихлоргидрина представляет наиболее энергетически затратную стадию процесса, что делает ее лимитирующей для общей скорости формирования композита. Асинхронный характер переходного состояния с опережающим образованием связи N-C указывает на ранний характер переходного состояния согласно постулату Хэммонда. Высокая экзотермичность реакции раскрытия эпоксида компенсирует энергетические затраты на преодоление активационного барьера и обеспечивает необратимость процесса сшивки. Образующаяся гидроксильная группа служит центром дополнительной стабилизации структуры через формирование водородных связей с карбонильными группами соседних полимерных цепей. Анализ поверхности электростатического потенциала выявил области с повышенной реакционной способностью, которые могут служить центрами дальнейшей функционализации материала.

Построенные энергетические профили реакций позволяют оптимизировать условия синтеза композита. Температурный режим должен обеспечивать достаточную скорость преодоления активационного барьера лимитирующей стадии, оцениваемую на уровне 80-100°C на основании рассчитанного значения энергии активации. При более низких температурах процесс сшивки будет протекать слишком медленно, а при более высоких возможна термическая деструкция уже образовавшихся полимерных структур. Последовательность добавления реагентов также играет важную роль: первоначальное формирование мочевиноформальдегидной матрицы с последующей модификацией бензилхлоридом и финальной сшивкой эпихлоргидрином обеспечивает оптимальную морфологию композита.

Расчетное значение энергетической щели ВЗМО-НСМО в 4.87 эВ соответствует материалам с высокой химической инертностью, что согласуется с экспериментально наблюдаемой стойкостью композита к действию различных химических реагентов. Хорошее соответствие между теоретически рассчитанными и экспериментально измеренными частотами колебаний подтверждает корректность выбранной вычислительной методологии и адекватность построенных молекулярных моделей. Незначительные отклонения в положении некоторых полос могут быть объяснены эффектами межмолекулярного взаимодействия в конденсированной фазе, не учитываемыми в полной мере при расчетах изолированных молекулярных кластеров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное комплексное квантово-химическое исследование полимерного композита на основе мочевиноформальдегида,

ISSN 3030-3907

модифицированного бензилхлоридом и эпихлоргидрином, позволило установить фундаментальные закономерности формирования его структуры и свойств на молекулярном уровне. Расчеты методом DFT/B3LYP/6-31G(d,p) продемонстрировали высокую эффективность для описания геометрических, энергетических и спектроскопических характеристик исследуемой системы. Детальное изучение механизмов реакций выявило три основные стадии процесса: поликонденсация мочевины с формальдегидом с активационным барьером 12.8 ккал/моль, нуклеофильное замещение в бензилхлориде с барьером 18.7 ккал/моль и раскрытие эпоксидного цикла с барьером 16.4 ккал/моль. Последняя стадия является лимитирующей для всего процесса формирования композита.

Построение полных энергетических профилей реакций с локализацией переходных состояний позволило установить детали механизмов взаимодействия компонентов. Геометрические параметры переходных состояний указывают на различные типы механизмов для каждой стадии: синхронный конце ртный механизм для поликонденсации, SN2 механизм для замещения в бензилхлориде и асинхронный механизм с ранним переходным состоянием для раскрытия эпоксида. Установлено, что бензилхлорид способствует повышению термической стабильности материала через формирование дополнительных нековалентных взаимодействий, в то время как эпихлоргидрин обеспечивает эффективную сшивку полимерных цепей с образованием трехмерной сетчатой структуры. Энергетическая щель между граничными молекулярными орбиталями составляет 4.87 эВ, что характеризует высокую химическую стабильность композита.

Глобальные индексы реакционной способности указывают на умеренно электрофильный характер системы с высокой глобальной жесткостью 2.44 эВ. Теоретические ИК-спектры находятся в отличном согласии с экспериментальными данными, что подтверждает адекватность используемых вычислительных методов. Суммарный тепловой эффект всех реакций формирования композита составляет -83.0 ккал/моль, что свидетельствует о высокой термодинамической выгодности процесса. Полученные результаты имеют важное практическое значение для оптимизации синтеза и направленной модификации свойств полимерных композиционных материалов данного типа. Рекомендуемая температура синтеза составляет 80-100°C, что обеспечивает оптимальный баланс между скоростью реакции и стабильностью продукта. Дальнейшие исследования целесообразно направить на изучение влияния степени полимеризации и условий синтеза на макроскопические свойства материала, а также на

ISSN 3030-3907

разработку методов дополнительной функционализации композита для расширения областей его применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ebrahimi M., Khorasani M., Khalil S. Mechanical properties and thermal stability of modified urea-formaldehyde resins. Journal of Applied Polymer Science, 2018, 135(12), 46087.
2. Zhang Y., Li J., Wang Q. DFT study on the polymerization mechanism of urea-formaldehyde resins. Computational and Theoretical Chemistry, 2019, 1167, 112598.
3. Kumar A., Singh R. Epichlorohydrin as a crosslinking agent in polymer composites: A comprehensive review. Progress in Polymer Science, 2020, 103, 101221.
4. Gonzalez C., Schlegel H.B. Reaction path following in mass-weighted internal coordinates. Journal of Physical Chemistry, 1990, 94(14), 5523-5527.
5. Негматов С. С. и др. Исследование теплой водостойкости и прочностных свойств композиционных полимер-полимерных связующих //Universum: технические науки. – 2022. – №. 11-5 (104). – С. 47-53.
6. Негматов, С. С., Мадрахимов, А. М., Абед, Н. С., Негматова, К. С., Бойдадаев, М. Б. У., Холмуродова, Д. К., & Жалилов, Ш. Н. (2021). Разработка способа измельчения стеблей хлопчатника для получения кондиционной древесноволокнистой массы для производства древесно-пластиковых плит. Universum: технические науки, (11-1 (92)), 80-86.
7. Негматов, С. С., Негматова, К. С., Икрамова, М. Э., Жалилов, Ш. Н., Назаров, С. И., Ниёзов, Э. Д., ... & Расулова, Н. Ф. (2023). Исследование модификации мочевиноформальдегидной смолы с реакционноспособными соединениями. Universum: технические науки, (4-5 (109)), 38-43.
8. Негматов С. С. и др. Модификации мочевиноформальдегидной смолы с реакционноспособными соединениями //Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности. – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 122-127.
9. Мадрахимов А.М., Жалилов Ш.Н., Абед Н.С., Негматова К.С., Негматов С.С., Холмуродова Д.К., Бойдадаев М.Б. Исследование состава, физико-механических характеристик стеблей хлопчатника для получения древесно-пластиковых плитных материалов. // Композиционные материалы. - Ташкент, 2021, №4, - С. 173-175.
10. Ш.Н. Жалилов, К.С. Негматова, Д.Н. Ходжаева, Н.С. Абед, Д.К. Холмуродова, М.Б. Бойдадаев, А.М. Мадрахимов. Изучение и анализ существующих полимерных связующих, применяемых в производстве

ISSN 3030-3907

древесно-стружечных и древесно-пластиковых плитных материалов, и их недостатки // Композиционные материалы. №1, 2022, - С. 226-228.
11. Fukui K. The path of chemical reactions - the IRC approach. Accounts of Chemical Research, 1981, 14(12), 363-368.
12. Becke A.D. Density-functional thermochemistry. III. The role of exact exchange. Journal of Chemical Physics, 1993, 98(7), 5648-5652.
13. Ganiev B., Mardonov U., Kholikova G. Molecular structure, HOMO-LUMO, MEP-–Analysis of triazine compounds using DFT (B3LYP) calculations //Materials Today: Proceedings. – 2023.
14. Nazarov S. et al. Synthesis and spectroscopic study of adhesive polymer materials based on urea-formaldehyde and isoamyl alcohol //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 130. – С. 06003.
15. Ganiyev B. S. et al. Synthesis and study of phsysico-chemical properties of oligo (poly)-mer sorbents based on urotropine and cyanuric acid //Journal of Chemistry and Technologies. – 2025. – Т. 33. – №. 2. – С. 391-400.
17. Ganiev, B. Sh., Ramazanov, B. G., Shirinov, G. K. (2023). Расчеты квантово-химических параметров олигопептида на основе мочевино-формальдегида. Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities, 11(2), 201–213.
18. Lee C., Yang W., Parr R.G. Development of the Colle-Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density. Physical Review B, 1988, 37(2), 785-789.
19. Frisch M.J., Trucks G.W., Schlegel H.B. et al. Gaussian 16, Revision C.01. Gaussian Inc., Wallingford CT, 2019.
20. Tomasi J., Mennucci B., Cammi R. Quantum mechanical continuum solvation models. Chemical Reviews, 2005, 105(8), 2999-3093.
21. Reed A.E., Weinstock R.B., Weinhold F. Natural population analysis. Journal of Chemical Physics, 1985, 83(2), 735-746.
22. Parr R.G., Pearson R.G. Absolute hardness: companion parameter to absolute electronegativity. Journal of the American Chemical Society, 1983, 105(26), 7512-7516.
23. Chattaraj P.K., Sarkar U., Roy D.R. Electrophilicity index. Chemical Reviews, 2006, 106(6), 2065-2091.
24. Hammond G.S. A correlation of reaction rates. Journal of the American Chemical Society, 1955, 77(2), 334-338.
25. Kim S., Kim H.J., Lee J. Benzyl chloride-modified polymers: Synthesis and applications. Polymer Chemistry, 2021, 12(15), 2167-2181.
26. Pizzi A., Mittal K.L. Handbook of adhesive technology, Third Edition. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2017, 896 p.

ISSN 3030-3907

27. Wang X., Chen L., Wu Y. π-π stacking interactions in polymer materials: theoretical insights and practical applications. Advanced Materials, 2022, 34(18), 2108115.

ISSN 3030-3907

UO‘K 661.832.043.2

TARKIBIDA KALSIY MIQDORI KO‘P BO‘LGAN SUV TOZALASH BO‘LIMI CHIQINDILARIDAN KALSIY NITRAT ERITMASINI OLISH JARAYONIGA HARORATRINING TA’SIRI

Soddiqov Fatxiddin Burxonidinovich.

Namangan davlat texnika universiteti dotsenti, PhD.,dotsent.

Tel: +9989935766283

E-mail: fatxiddinsoddikov@gmail.com.

Annotatsiya: Kaliy nitrat o‘g‘itini (KNO_3) konversiya usulida olish uchun, ishlab chiqarish korxonalarining suv tozalash bo‘limidan chiqadigan tarkibida kalsiy miqdori ko‘p bo‘lgan chiqindilardan kalsiy nitrat ($Ca(NO_3)_2$) ni suvli eritmasini olish jarayoniga haroratning ta’sirini o‘rganish bo‘yicha olib borilgan tadqiqot natijalari keltirilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, suv tozalash inshoatining tarkibida kalsiy bo‘lgan chiqindilarning parchalanish darajasi bo‘yicha ham, nitrat kislotaning yo‘qolishini kamaytirish nuqtai nazaridan ham maqbul harorat 40-45°C ekanligi aniqlandi.

Kalit so‘zlar: kaltsiy karbonat, magniy karbonat, kaltsiyli chiqindilar, nitrat kislota, kislota meyori, eritma, kaltsiy nitrat, erimaydigan qoldiq, komponentlarning erish darajasi, harorat.

Аннотация: Представлены результаты исследования влияния температуры на процесс получения водного раствора нитрата кальция ($Ca(NO_3)_2$) из кальцийсодержащих отходов водоочистных сооружений промышленных предприятий для конверсионного метода получения калийно-нитратного удобрения (KNO_3). По результатам исследования установлено, что оптимальной температурой как для степени разложения кальцийсодержащих отходов водоочистных сооружений, так и для снижения потерь азотной кислоты является температура 40–45°C.

Ключевые слова: карбонат кальция, карбонат магния, кальциевые отходы, азотная кислота, норма кислоты, раствор, нитрат кальция, нерастворимый остаток, растворимость компонентов, температура.

Abstract: The results of a study on the effect of temperature on the process of obtaining an aqueous solution of calcium nitrate (Ca(NO3)2) from waste containing a high amount of calcium from the water treatment section of industrial enterprises for the conversion method of potassium nitrate fertilizer (KNO3) are presented. According to the results of the study, it was determined that the optimal temperature for both the degree of decomposition of waste containing calcium from the water treatment plant and the reduction of nitric acid loss is 40-45°C.

Keywords: calcium carbonate, magnesium carbonate, calcium waste, nitric acid, acid norm, solution, calcium nitrate, insoluble residue, solubility of components, temperature.

Kirish.

Bugungi kunda dunyoda dehqonchilik uchun yaroqli bo‘lgan yerlar yildan yilga kamayib, sayyora aholisi esa ortib bormoqda. Bu aholini oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan ehtiyojini keskin ortishiga olib kelmoqda. Dunyo aholisini oziq-ovqat maxsulotraiga bo‘lgan ehtiyojini qondirish hamda ta’minlash kunning dolzarb muammolardan biri bo‘lib qolmoqda. Bu muammolarni bartaraf etishning asosiy manbai qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini etishtirish hisoblanadi. Shu munosabat bilan qishloq xo‘jaligini komplekslashtirish va uning mineral o‘g‘itlarga bo‘lgan ehtiyojini ta’minlash birinchi darajali vazifadir. Shu sababli, so‘nggi paytlarda mineral o‘g‘itlar, o‘simliklarni himoya qilish vositalarini ishlab chiqarishga Respublika rahbariyati qishloq katta e’tibor qarata boshladi[1-2]. Bu borada, jumladan mahalliy xomashyo va maxsulotlar asosida import o‘rnini bosadigan kimyoviy mahsulotlar, jumladan ishlab chiqarish korxonalarining suv tozalash bo‘limidan chiqadigan tarkibida kalsiy miqdori ko‘p bo‘lgan chiqindilardan azot kalsiyli va azot kaliyli o‘g‘itlar olish texnologiyasini ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Olib borilgan tadqiqotning maqsadi kaliy nitrat o‘g‘itini (KNO_3) konversiya usulida olish uchun ishlab chiqarish korxonalarining suv tozalash bo‘limidan chiqadigan tarkibida kalsiy miqdori ko‘p bo‘lgan chiqindilardan kalsiy nitrat ($Ca(NO_3)_2$) ni suvli eritmacini olish jarayonining optimal texnologik parametrlarini aniqlashdan iborat.

Parchalanish jarayonida issiqlik sarfini minimallashtirish uchun suv tozalash inshoatining tarkibida kalsiy bo‘lgan chiqindilarini maqbul parchalanish darajasini ta’minlaydigan minimal haroratni aniqlash va haroratni parchalanish darajasiga bog‘liqligini o‘rganish bo‘yicha tadqiqotlar olib borildi.

Quyida, “Farg‘onaazot” aksiyadorlik jamiyati suv tozalash inshoatining tarkibida kalsiy bo‘lgan chiqindilaridan kalsiy nitrat eritmasini olishga haroratning ta’sirini o‘rganish bo‘yicha olib borilgan tadqiqot natijalari keltirilgan.

TADQIQOT METADOLOGIYASI. Tajribani temperaturani bir xilda ushlab turadigan (termostat) uskunaga joylashtirilgan mexanik aralashtirgichli issiqbardosh stakanli reaktordan iborat laboratoriya tajriba sinov uskunasida o‘tkazildi va hosil bo‘lgan eritmalarni filtrlab ajratib olib kimyoviy tarkibi ma’lum bir usullar bilan aniqlandi [3-10].

Tadqiqotni o‘tkazish uchun tarkibida CaO – 44,48%, MgO – 3,32, Al_2O_3 – 0,09%, Fe_2O_3 – 0,17%, SO_4^{2-} – 0,58%, SO_2 –38,59%, kislotada erimaydigan qoldiq (e.q) – 2,80% hamda H_2O –10,07% bo‘lgan “Farg‘onaazot” aksiyadorlik jamiyati

ISSN 3030-3907

suv tozalash inshoatining tarkibida kalsiy bo‘lgan chiqindi namunasidan foydalanildi [11-13].

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Tadqiqotlar natijasida suv tozalash inshoatining tarkibida kalsiy bo‘lgan chiqindilari tarkibidagi CaO, MgO, Al_2O_3, Fe_2O_3 va SO_3 ning suyuq fazaga o‘tishiga va qattiq faza tarkibiga harorat sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi (1-jadval va 1-rasm nitrat kislota meyori 105%, jarayon davomiyligi - 30 daqiqa).

1-jadval

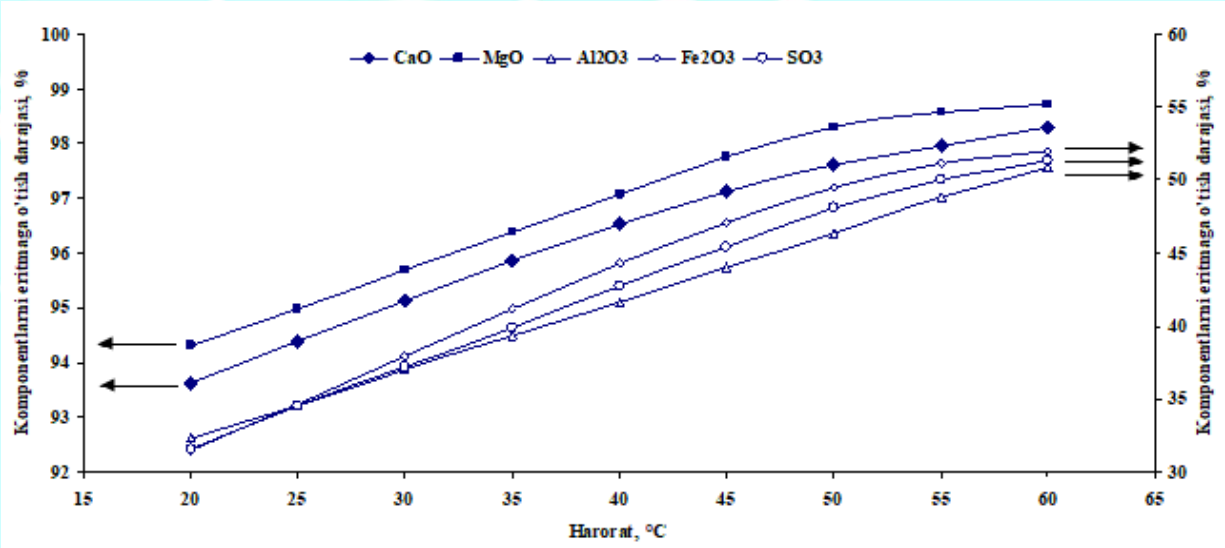
Suv tozalash inshoatining tarkibida kalsiy bo‘lgan chiqindisini qayta ishlash jarayonida haroratning qattiq va suyuq fazalar tarkibiga ta’siri, nitrat kislota meyori 105%, jarayon davomiyligi - 30 daqiqa

Harorat, °C	Kimyoviy tarkib, miq., %													$Ca(NO_3)_2$, %
	Erimay qolgan qattiq faza							Suyuq faza						
	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3	CO_2	e.q.	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3	N	
20	32,34	2,15	0,94	1,47	3,64	27,69	31,94	16,10	1,21	0,004	0,02	0,06	9,97	47,15
25	30,90	2,05	0,79	1,40	3,89	26,44	34,58	16,20	1,22	0,012	0,02	0,07	9,96	47,45
30	29,16	1,93	0,79	1,39	4,13	24,93	37,66	16,31	1,22	0,013	0,03	0,07	9,94	47,76
35	27,09	1,78	0,89	1,44	4,34	23,14	41,35	16,41	1,23	0,013	0,03	0,07	9,93	48,07
40	24,94	1,58	0,89	1,55	4,49	21,21	45,37	16,51	1,24	0,015	0,03	0,08	9,91	48,34
45	22,75	1,33	0,98	1,60	4,48	19,20	49,76	16,59	1,25	0,015	0,03	0,09	9,90	48,58
50	20,64	1,02	0,98	1,66	4,08	17,18	54,63	16,65	1,25	0,017	0,03	0,11	9,89	48,76
55	18,96	1,08	1,06	1,71	3,31	15,93	58,35	16,69	1,25	0,017	0,03	0,12	9,88	48,89
60	17,04	1,17	1,04	1,84	2,43	14,50	62,63	16,74	1,25	0,018	0,03	0,14	9,87	49,02

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, suv tozalash inshoatining tarkibida kalsiy bo‘lgan chiqindilarining parchalanishi haroratining oshishi bilan metall kationlari va sulfat ionlarini eritmadagi konsentratsiyasi oshadi, bu harorat oshishi bilan boshlang‘ich homashyolarning kislota bilan reaksiya tezligining oshishi bilan izohlanadi. Olingan natijalarga ko‘ra, haroratni 20°C dan 40°C gacha ortishi bilan suyuq faza (eritma) dagi CaO va MgO miqdori sezilarli darajada ortib boradi haroratni keyingi ortishi natijasida esa eritmadagi CaO va MgO miqdori deyarli o‘zgarmaydi, eritmadagi azot (N) miqdori esa harorat ortib borishi bilan oz miqdorda ortib boradi, Al_2O_3, Fe_2O_3, SO_3 kontsentratsiyalari esa deyarli o‘zgarmaydi. Eritmadagi CaO va MgO miqdorini 40°C haroratda eritmaga o‘tisi eng yuqori darajaga yetishi va haroratni keyingi ko‘tarilishi parchalanish darajasiga

ISSN 3030-3907

deyarli ta’sir ko‘rsatmasligi bilan izohlanadi. Olib borilgan tajriba natijalariga asosan eritmadagi $Ca(NO_3)_2$ ning konversiya uchun yetarli bo‘lgan kontsentratsiyasiga kislotaning 105% meyori bilan 40°C haroratda suv tozalash inshoatining tarkibida kalsiy bo‘lgan chiqindisini parchalash orqali erishish mumkin. Kislotaning 105% meyori bilan 40-45°C haroratda chiqindini parchalanganda eritmadagi $Ca(NO_3)_2$ kontsentratsiyasi 48,34-48,58% ga yetadi. Kislotaning 105% meyori bilan 40°C haroratda chiqindini parchalanganda eritmadagi CaO – 16,51% , MgO – 1,24%, Al_2O_3 – 0,015%, Fe_2O_3 – 0,03%, SO_3 – 0,08% va gacha N – 9,91% miqdorni tashkil etadi. Suv tozalash inshoatining tarkibida kalsiy bo‘lgan chiqindisini qayta ishlash jarayonida haroratni qattiq fazalar tarkibiga ta’siri bo‘yicha olingan natijalarga ko‘ra, haroratni 20°C dan 60°C gacha ortishi qattiq fazadagi CaO, MgO va CO_2 miqdorini kamayishiga, Al_2O_3, Fe_2O_3, SO_3 hamda e.q. miqdorini ortishiga olib keladi. Masalan, haroratni 20°C dan 60°C gacha ortishi bilan qattiq fazadagi CaO miqdori 32,34% dan 17,04% gacha kamaysa, e.q. miqdori 31,94% dan 62,63% ga ortadi bunday holan boshqa komponentlar bilan xam kuzatiladi. Haroratni 20°C dan 40-45°C gacha ko‘tarilganda komponentlarni eritmaga o‘tishi eng yuqori darajaga yetishi va keyingi haroratni ko‘tarish nitran kislotani parchalanib yo‘qotilishi hisobiga parchalanish darajasiga deyarli ta’sir ko‘rsatmasligi aniqlandi.



1-rasm. Suv tozalash inshoatining tarkibida kalsiy bo’lgan chiqindisini qayta ishlash jarayonida haroratni chiqindi tarkibidagi komponentlarni eritmaga o’tish darajasiga ta’siri

1-rasmda suv tozalash inshoatining tarkibida kalsiy bo’lgan chiqindisini qayta ishlash jarayonida haroratni chiqindi tarkibidagi komponentlarni eritmaga o’tish darajasiga ta’sirini o’rganish natijalari keltirilgan. Bunga ko’ra chiqindi tarkibidagi CaO ni eritmaga o’tish darajasi harorat 20°C bo’lganda 93,63% ni, 30°C da 95,13% ni, 40°C da 96,54% ni, 45°C da 97,12% ni,50°C da 97,62% ni, 60°C da 98,29% ni tashkil etganligini ko’rishimiz mumkin. Shunga o’xshash xolat

ISSN 3030-3907

boshqa kompanetlarda ham kuzatildi. Olingan natijalarga ko’ra kislota haroratni 20°C dan 40-45° gacha ko‘tarilganda komponentlarni eritmaga o’tishi eng yuqori darajaga yetishi va keyingi haroratni ko‘tarish nitran kislotani parchalanib yo‘qotilishi hisobiga parchalanish darajasiga deyarli ta’sir ko’rsatmasligi aniqlandi.

XULOSA. Shunday qilib, tadqiqot natijalari “Farg‘onaazot” aktsiyadorlik jamiyati suv tozalash inshoatining tarkibida kalsiy bo‘lgan chiqindilaridan kaliy nitrat o‘g‘itini (KNO_3) konversiya usulida olish uchun kerakli bo‘lgan $Ca(NO_3)_2$ eritmasini olishga haroratni ta’siri borligini ko‘rsatdi. Buning uchun suv tozalash inshoatining tarkibida kalsiy bo‘lgan chiqindilarini parchalash uchun zarur bo‘lga 57% li nitrat kislotaning me’yori CaO + MgO uchun stexiometriya bo‘yicha 100-105%, maqbul harorat 40-45°C, jarayon davomiyligi 30 daqiqa ekanligi aniqlandi. Kislota bilan parchalash jarayonini aniqlangan maqbul haroratdan yuqori haroratda olib borish nitrat kislotaning yo‘qotilishi uning parchalanishi va gaz fazasiga o‘tishi sababli ortadi, bu esa korxonadagi sanitariya-gigiyena holatiga salbiy ta'sir qiladi hamda kislota sarfini ortishiga olib keladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR O‘YXATI.

1. «2017-2021 yillarda O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha Harakatlar strategiyasi» to‘g‘risidagi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 07.02.2017 yildagi PF-4947 sonli Farmoni. – Toshkent. 2017.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi «2022-2026 yillarda Yangi O‘zbekistonni taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida»gi PF-60 son Farmoni.
3. Жалолдинов А. Б. и др. Исследование изучения распределения химического состава и кальциевого модуля мытого обожженного фосфоритового концентрата Централного Кызылкума по фракциям //Universum: технические науки. – 2021. – №. 8-2 (89). – С. 33-36.
4. Соддик Ф. Б. и др. Исследование процесса получения насыщенных растворов из низкосортных сильвинитов Тюбегатана //Химия и химическая технология. – 2016. – №. 3. – С. 67-73.
5. Соддиков Ф. Б., Усманов И. И., Мирзакулов Х. Ч. Исследование процессов получения и очистки насыщенных растворов из сильвинитов Тюбегатанского месторождения //Химия и химическая технология. – 2017. – №. 2. – С. 16-20.
6. Соддиков Ф. Б., Мавлянова М. Н., Мирзакулов Х. Ч. Исследование процесса конверсии насыщенных растворов хлорида натрия углеаммонийными солями //Universum: технические науки. – 2018. – №. 7 (52). – С. 47-53.

ISSN 3030-3907

7. Соддиков Ф. Б., Зулярова Н. Ш., Мирзакулов Х. Ч. Исследования по получению рассолов для производства кальцинированной соды из галитовых отходов калийного производства //Universum: технические науки. – 2016. – №. 9 (30). – С. 41-45.
8. Соддиков Ф. Б., Мирзакулов Х. Ч. Исследование влияния степени аммонизации на изменение химического состава твердой фазы из насыщенных растворов сильвинитов Тюбегатанского месторождения //Наука сегодная: факты, тенденции, прогнозы». Россия, г. Вологда. – 2018. – Т. 27. – С. 30-32.
9. Соддиков Ф. Б. и др. Исследование политерма растворимости трехкомпонентной системы [20,0% KCl + 80,0% NaCl] - NH4HCO3 - H2O //Universum: технические науки. – 2021. – №. 4-4 (85). – С. 42-45.
10. Соддиков Ф. Б. и др. Растворимость в системе [30,0% KCI + 70,0% NaCI] – NH4HCO3 – H2O //Химия и химическая технология. – 2015. – Т. 47. – №. 1. – С. 3-5.
11. Соддиков Ф. Б. и др. Исследование процесса конверсии растворов насыщенных растворов хлорида натрия из низкосортных сильвинита с углеаммонийными солями //Universum: технические науки. – 2020. – №. 11-4 (80). – С. 30-35.
12. Соддиқов Ф.Б., Бозорова Ч.А., Жалолдинов А.Б., Йўлчибоев А. А., Йўлдашалиев Ж.И. Ишлаб чиқариш корхоналаридаги сув тозалаш бўлими чиқиндиларидан кальций нитрат эритмасини олиш жараёнига кислота меъёрининг таъсири. Материалы Международной научно-практической конференции «Инновации в сельскохозяйственном машиностроении, энергосберегающие технологии и повышение эффективности использования ресурсов», посвященная памяти д.т.н., профессора, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, академика РАТ Николая Николаевича Колчина». г. Рязань, 24 мая 2022 года. –С. 453-458.
13. Соддиқов Ф.Б., Мамадалиев Р.К. Влияние нормы кислоты на процесс получения раствора нитрата кальция из водоочистных сооружений промышленных предприятий. Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Соддиков Ф.Б. [и др.]. 2022. 10(103). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14378. 25.10.2022. –С. 66-70.
14. Мамадалиев Р.К., Йулчибоев А.А., Соддиков Ф.Б., Тўраев З. Ишлаб чиқариш корхоналаридаги сув тозалаш бўлими чиқиндиларидан кальций нитрат эритмасини олиш жараёнига кислота мерининг таъсири. ФарПИ Илмий-техника журнали. – Фарғона: ФарПИ махсус сон, Фарғона, 2022. – махсус сон № 2. – 131-135 б.

ISSN 3030-3907

UO‘K 661.333.3

PAST NAVLI SILVINITLARNI UGLEAMMONIY TUZLARI BILAN KONVERSIYASI ORQALI OLINGAN NATRIY GIDROKARBONATNI SUSPENZIYADAN AJRATIB OLISH JARAYONINI O‘RGANISH

Soddiqov Fatxiddin Burxonidinovich.

Namangan davlat texnika universiteti dotsenti, PhD.,dotsent.

Tel: +9989935766283

E-mail: fatxiddinsoddikov@gmail.com.

Annotatsiya. Kaliy sanoati past navli silvinit chiqindilaridan olingan tozalangan to‘yingan eritmalarni ammoniy gidrokarbonat tuzlari bilan konversiyalash natijasida hosil bo‘lgan natriy gidrakarbonat suspenziyalarini filtrlash jarayonining maqbul texnologik parametrlari aniqlangan. Filtrlanish tezligini Na_2O:NH_3:CO_2 nisbatiga, haroratga hamda filtr ustidagi yig‘ilayotgan mahsulotning qalinligiga bog‘liqligi to‘g‘risidagi ma’lumotlar keltirilgan.

Kalit so‘zlar: past navli silvinit, ammoniy gidrokarbonat, natriy gidrakarbonat, to‘yingan eritma, filtrlanish tezligi, suspenziya, filtrat, nisbat.

Аннотация. Определены оптимальные технологические параметры процесса фильтрации гидрокарбонатно-натриевых суспензий, образующихся в результате конверсии очищенных насыщенных растворов из низкосортных сильвинитовых отходов калийной промышленности солями бикарбоната аммония. Приведены данные о зависимости скорости фильтрации от соотношения Na_2O:NH_3:CO_2, температуры и толщины собираемого на фильтре продукта.

Ключевые слова: низкосортный сильвинит, бикарбонат аммония, бикарбонат натрия, насыщенный раствор, скорость фильтрации, суспензия, фильтрат, соотношение.

Abstract. The optimal technological parameters of the filtration process of hydrocarbonate-sodium suspensions formed as a result of conversion of purified saturated solutions obtained from low-grade sylvinite wastes of the potash industry with ammonium bicarbonate salts have been determined. Data are given on the dependence of the filtration rate on the ratio of Na_2O:NH_3:CO_2, temperature, and thickness of the product collected on the filter.

Key words: low grade sylvinite, ammonium bicarbonate, sodium bicarbonate, saturated solution, filtration rate, suspension, filtrate, ratio.

Kirish.

Dunyoda har yili kalsinatsiyalangan soda ishlab chiqarish va undan foydalanish hajmi yildan-yilga ortib bormoqda. Soda kimyo sanoatining eng qadimgi mahsulotlaridan biri hisoblanadi, sodaning ishtirokisiz shisha, kimyo, metallurgiya, tsellyuloza-qog‘oz sanoatlarini tasavvur etib bo‘lmaydi. Soda neft-

ISSN 3030-3907

kimyo va neftni qayta ishlash sanoatlarida, sintetik yog‘ kislotalari va yuvuvchi vositalar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi. Kislotali oqava suvlarni neytrallash uchun, ulardan smolasimon va organik birikmalarni ajratib olishda soda mahsulotlari ko‘p miqdorda ishlatiladi [1]. Shu sababli, kalsinatsiyalangan soda ishlab chiqarish uchun past navli silvinit rudalari va kaliy ishlab chiqarishning galitli chiqindilarini jalb qilishga qaratilgan tadqiqotlar juda dolzarbdir [2].

ADABIYOTLAR TAHLILI. Tadqiqot uchun flotatsiya usuli bilan kaliy xlorid ishlab chiqarishga yaroqsiz, past navli silvinitning tarkibida KCl – 11,06%, NaCl – 83,65%, $CaCl_2$ – 1,01%, $MgCl_2$ – 0,65%, e.q (suvda erimaydigan qoldiq) – 2,45% va namligi – 1,09% bo‘lgan namunasidan foydalanilgan. Past navli silvinit namunasi suvda optimal Q:S nisbatda eritilib, to‘yingan va tozalangan natriy xlorid eritmalari tayyorlandi va kimyoviy tarkibi aniqlandi [3, 4].

Konversiya jarayoni uchun quyidagi tarkibdagi ammoniy gidrokarbonat tuzi ishlatilgan (massa%): CO_2 - 46,95%; N – 21,00% [5-6]. Keyingi tadqiqotlar ammoniy karbonat bilan konversiya qilish orqali tozalangan eritmalardan natriy gidrokarbonatni olishga qaratilgan [5-6].

Konversiya jarayoni 20-25°C haroratda, doimiy aralashtirib turgan holda 5 daqiqadan 180 daqiqagacha bo‘lgan vaqt davomida amalga oshirildi. Natriy xloridning ammiak va karbonat angidridga nisbati (Na_2O:NH_3:CO_2) 1:1,12:0,80 dan 1:2,11:1,50 gacha o‘zgargan. Taxlil natijalariga ko‘ra, konversiya darajasining eng maqbul nisbati Na_2O:NH_3:CO_2=1:1,47:1,05 tengligi va konversiya jarayonini yakuniga yetish vaqti 60 daqiqa ekanligi aniqlangan [5-6].

Konversiya jarayoni yakuniga yetgandan so‘ng hosil bo‘lgan suspenziyaning filtrlanish tezligi Na_2O:NH_3:CO_2 nisbatiga, xaroratga hamda filtr ustidagi yig‘ilayotgan mahsulotning qalinligiga bog‘liqligi aniqlandi.

Tajribani o‘tkazish metodikasi shu kungacha olib borilgan tadqiqotlarimiz asosida tanlangan [7-14].

TADQIQOT METADOLOGIYASI. Tajribani o‘tkazish metodikasi quyida keltirilgan. Filtrlanish tezligini aniqlash tajribasini o‘tkazish Byuxner varonkasida 300 mm simob ust. ga teng bo‘lgan vakuumni saqlab turadigan Bunzen kolbasida filtirlanish vaqtini qayd qilib borish orqali aniqlangan. Filtrlovchi uskuna (varonka) yuzasining maydoni 0,005 m^2 ni tashkil qiladi. Filtrlanish darajasini hisoblash quyidagi formulaga muvofiq amalga oshirildi $W = \frac{m}{S \cdot \tau} \cdot 3600$ [14]. Bu yerda, m – filtrlash uchun olingan suspenziyaning miqdori, kg; S – filtrlovchi uskuna (varonka) yuzasining maydoni, m^2; τ – filtrlash jarayoni uchun sarflangan vaqt, sekund.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Silvinitning natriy xloridga to‘yingan tozalan eritmasini ammoniy karbonat tuzlari bilan konversiyalash jarayoni

ISSN 3030-3907

yakuniga yetgandan so‘ng hosil bo‘lgan natriy gidrakarbonat suspenziyasining filtrlanish tezligi $Na_2O:NH_3:CO_2$ nisbatiga, xaroratga hamda filtr ustidagi yig‘ilayotgan mahsulotning qalinligiga bog‘liqligini ko‘rsatuvchi ma’lumotlar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Filtrlanish tezligiga $Na_2O:NH_3:CO_2$ nisbatining, xaroratning hamda filtr ustidagi yig‘ilayotgan mahsulot qalinligining bog‘liqligi

T/r	$Na_2O:NH_3:CO_2$ nisbati	Harorat, °C	Filtrlanish tezligi, $kg/m^2 \cdot s$		
			Pulpa bo‘yicha	Qattiq faza bo‘yicha	Filtrat bo‘yicha
1	2	3	4	5	6
R = 0 mm					
1	1:1,41:1,00	20	1325,1	426,15	898,949
		40	1364,0	438,66	925,339
		60	1397,9	449,56	948,337
2	1:1,47:1,05	20	1317,8	435,34	882,458
		40	1356,5	448,12	908,373
		60	1390,2	459,26	930,939
3	1:1,55:1,10	20	1312,0	444,59	867,406
		40	1350,5	457,64	892,859
		60	1384,1	469,02	915,073
R = 4,5 mm					
1	1:1,41:1,00	20	1032,0	331,89	700,110
		40	1062,3	341,63	720,666
		60	1090,0	350,54	739,457
2	1:1,47:1,05	20	1025,1	338,64	686,453
		40	1055,2	348,59	706,609
		60	1082,7	357,67	725,024
3	1:1,55:1,10	20	1020,4	345,78	674,619
		40	1050,4	355,94	694,453
		60	1077,8	365,23	712,568
R = 9 mm					
1	1:1,41:1,00	20	591,9	190,35	401,546
		40	599,5	192,79	406,702
		60	607,2	195,27	411,925
2	1:1,47:1,05	20	580,8	191,87	388,929
		40	588,3	194,34	393,952
		60	595,8	196,82	398,974

ISSN 3030-3907

3	1:1,55:1,10	20	569,5	192,98	376,515
		40	576,8	195,45	381,341
		60	584,3	198,00	386,299
R = 18 mm					
1	1:1,41:1,00	20	305,8	98,34	207,455
		40	313,4	100,78	212,611
		60	321,2	103,23	217,970
2	1:1,47:1,05	20	296,3	97,88	198,416
		40	303,7	100,32	203,371
		60	311,3	102,84	208,460
3	1:1,55:1,10	20	285,5	96,74	188,753
		40	292,6	99,15	193,447
		60	299,9	101,62	198,274

Jadvaldagi ma’lumotlarga ko‘ra, CO_2 nisbatining ortishi natijasida filtrlanish tezligini pulpa, qattiq faza va filtrat bo‘yicha ham bir oz pasayishini ko‘rish mumkin. Demak, 20°C harorada $Na_2O:NH_3:CO_2$ nisbatining 1:1,41:1,00 dan 1:1,55:1,10 gacha ortishi pulpaning filtrlanish tezligini 1325,10 kg/m^2·soatdan 1312,00 kg/m^2·soatgacha pasayishiga olib keladi. Haroratni 20°C dan 60°C gacha oshirish filtralnish tezligini bir oz ortishiga olib keladi. Masalan, $Na_2O:NH_3:CO_2$ nisbatining 1:1,41:1,00 nisbatida pulpaning filtrlanish tezligini 20°C haroratda 1325,10 kg/m^2·soatdan 60°C haroratda 1397,90 kg/m^2·soatgacha ortadi. Lekin, filtrlash jarayonida haroratning ortishi ortiqcha NH_3 va CO_2 ni yo‘qotilishiga olib keladi. Bu ammiak hamda karbonat angidritni regeneratsiya qilish bo‘limida chiqadigan NH_3 va CO_2 miqdorini kamayishiga hamda maxsulot tannarxini ortishiga sabab bo‘lishi mumkin. Jadvalda shuningdek, toza filtr ustiga pulpani tashlab filtrlab ajratib olish bilan birga filtr ustida qolgan qalinligi 4,5, 9, 18 mm bo‘lgan nam natriy gidrokarbonatni $Na_2O:NH_3:CO_2$ nisbati va xaroratga bog‘liq holda filtrlanish tezligiga tasiri haqidagi malumotlar keltirilgan.

Filtr ustida qolgan qalinligi 4,5, 9, 18 mm bo‘lgan nam natriy gidrokarbonatni $Na_2O:NH_3:CO_2$ nisbati va xaroratga bog‘liq holda filtrlanish tezligiga tasiri natijalari ham toza filtr ustiga pulpani tashlab filtrlab ajratib olish natijalariga o‘xshash bo‘ladi. Biroq, filtr ustida qolgan nam qattiq fazani olib tashlamasdan filtrlash jarayonini yana davom ettirish filtrlash tezligini kamayishiga olib keladi. Bu holatni filtr ustida qolgan nam mahsulot zarrachalari filtr yuza qismini to‘sib qolishi natijasida filtrlash jarayoniga salbiy ta’siri borligi bilan izoxlash mumkin. Masalan, $Na_2O:NH_3:CO_2$ nisbatining 1:1,41:1,00 nisbatida pulpaning toza filtr ustida filtrlanish tezligini 20°C haroratda 1325,10 kg/m^2·s bo‘lgan bo‘lsa, $Na_2O:NH_3:CO_2$ nisbatining 1:1,41:1,00 nisbatida pulpaning filtr ustida qolgan qalinligi 4,5 mm bo‘lgan nam natriy gidrokarbonatni olib

ISSN 3030-3907

tashlamasdan filtrlash natijasida filtrlanish tezligi 20°C haroratda 1032,00 kg/m^2·s gacha, filtr ustida qolgan nam natriy gidrokarbonatning qalinligi 9 mm bo‘lganda 591,90 kg/m^2·s gacha hamda filtr ustida qolgan nam natriy gidrokarbonatning qalinligi 18 mm bo‘lganda 305,80 kg/m^2·s gacha kamayganini ko‘rish mumkin. Shunga o‘xshash holat boshqa Na_2O:NH_3:CO_2 nisbat va haroratlarda ham kuzatiladi.

XULOSA. Olib borilgan tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, kaliy sanoati past navli chiqindilaridan olingan tozalangan to‘yingan eritmalarini ammoniy gidrokarbonat tuzlari bilan konversiyalash orqali olingan natriy gidrokarbonat suspenziyasini qattiq va suyuq fazalarga ajratib olish uchun filtrlash jarayonini amalga oshirish mumkin. Filtrlash jarayonida filtr ustidagi yig‘ilib borayotgan nam maxsulotni yig‘ilib qalinlashib borishi filtrlanish tezligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun, filtr ustidagi maxsulotni qalinlashishiga yo‘l qo‘ymay tez-tez filtrni bo‘shatib turgan ma’qul. Konversiya natijasida olingan natriy gidrokarbonat suspenziyasi yaxshi filtrlanishi va maqbul sharoitlari aniqlandi. Bu ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘lgan natriy gidrokarbonatning suspenziyasini ajratib olish uchun filtrlash usuli yordamida ajratib olish mumkinligini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR O‘YXATI.

1. Соддиков Ф.Б. Разработка технологии комплексной переработки галитовых отходов и низкосортных сильвинитов Тюбегатана на кальцинированную и пищевию соду. Автореф. дис. Доктор философии (PhD) по техническим наукам.- Ташкент., 12.12..2018. 45 с.
2. Протокол № 97 Совещания в Кабинете Министров Республики Узбекистан от 26.07.2014 г. п. 4.1, приложение № 18.
3. Соддиков Ф. Б. и др. Исследование процесса получения насыщенных растворов из низкосортных сильвинитов Тюбегатана //Химия и химическая технология. – 2016. – №. 3. – С. 67-73.
4. Соддиков Ф. Б., Усманов И. И., Мирзакулов Х. Ч. Исследование процессов получения и очистки насыщенных растворов из сильвинитов Тюбегатанского месторождения //Химия и химическая технология. – 2017. – №. 2. – С. 16-20.
5. Соддиков Ф. Б. и др. Исследование процесса конверсии растворов насыщенных растворов хлорида натрия из низкосортных сильвинита с углеаммонийными солями //Universum: технические науки. – 2020. – №. 11-4 (80). – С. 30-35.
6. Мамадалиев Р.К., Йўлчибоев А.А., Соддиқов Ф.Б., Мирзакулов Х.Ч. Паст навли сильвинитларни углеаммоний тузлари билан конверсиялаб олинган натрий гидрокарбонат суспензиясини ажратиб олиш жараёни тадқиқоти. «Zamonaviy kimyoviy va fizikaviy texnologiyalarda paradigmalar: an’analar va innovatsion yondashuvlarni o‘zaro ta’siri» mavzusidagi texnika fanlari doktori

ISSN 3030-3907

Usmanov Ilxam Ikramovichning yubileyiga bag‘ishlangan xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Сирдарё вилояти. 2022 yil 19-oktyabr. 142-144 б.

7. Соддиков Ф. Б., Мавлянова М. Н., Мирзакулов Х. Ч. Исследование процесса конверсии насыщенных растворов хлорида натрия углеаммонийными солями //Universum: технические науки. – 2018. – №. 7 (52). – С. 47-53.

8. Соддиков Ф. Б. и др. Исследование процесса переработки низкосортних сильвинитов на кальцинированную соду //Международный симпозиум "Химия для биологии, медицины, экологии и сельского хозяйства" ISCHEM 2015. – 2015. – С. 203-203.

9. Соддиков Ф. Б., Мирзакулов Х. Ч. Исследование процесса кальцинации гидрокарбоната натрия, полученного из очищенных растворов сильвинитов Тюбегатанского месторождения //Наука сегодная: факты, тенденции, прогнозы». Россия, г. Вологда. – 2018. – Т. 27. – С. 28-30.

10. Соддиков Ф. Б., Мирзакулов Х. Ч. Исследование влияния степени аммонизации на изменение химического состава твердой фазы из насыщенных растворов сильвинитов Тюбегатанского месторождения //Наука сегодная: факты, тенденции, прогнозы». Россия, г. Вологда. – 2018. – Т. 27. – С. 30-32.

11. Соддиков Ф. Б. и др. Исследование политерма растворимости трехкомпонентной системы [20,0% KCl + 80,0% NaCl]-NH4HCO3-H2O //Universum: технические науки. – 2021. – №. 4-4 (85). – С. 42-45.

12. Соддиков Ф. Б. и др. Растворимость компонентов в системе [30, 0% KCl + 70,0% NaCl]-NH4HCO3-H2O //Химия и химическая технология. – 2015. – Т. 47. – №. 1. – С. 3-5.

13. Соддиков Ф. Б. и др. Исследование процесса конверсии насыщенных растворов хлорида натрия из низкосортных сильвинита с углеаммонийными солями //Universum: технические науки. – 2020. – №. 11-4 (80). – С. 30-35.

15. Жужиков В.А. Фильтрование. Теория и практика разделения суспензий. Издательство «Химия», М.,1971 г. – 440 с.

ISSN 3030-3907

DIZEL YOQILG‘ILARINING SIFATINI BAHOLASHDA TEXNIK VA EKOLOGIK KO‘RSATKICHLARNING KOMPLEKS TAHLILI

Mavlanova Firangiz Sobirovna
Buxoro davlat texnika universiteti
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich
Buxoro davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada dizel yoqilg‘ilarining sifatini aniqlashda texnik va ekologik ko‘rsatkichlarning kompleks baholash usullari tahlil qilindi. Yoqilg‘ining fizik-kimyoviy xossalari (zichlik, qovushqoqlik, setan soni, filtrlanish chegaraviy harorati, oksidlanish barqarorligi) bilan bir qatorda, chiqindi gazlar tarkibidagi ekologik parametrlar – CO, NOx, SO_2, va qattiq zarracha (PM) miqdorlari o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, texnik va ekologik ko‘rsatkichlarni integrallashgan holda baholash yoqilg‘ining umumiy sifat darajasini aniqlashda eng ishonchli yondashuv hisoblanadi. Maqolada shuningdek, yoqilg‘i sifatining ekologik mezonlari xalqaro standartlar (EN 590, ASTM D975) bilan taqqoslandi hamda O‘zbekiston sharoitida qo‘llaniladigan dizel yoqilg‘ilarning texnik talablari keltiriglan.

Kalit so`zlar: dizel yoqilg‘isi, , setan soni, qovushqoqlik, oksidlanish barqarorligi, chiqindi gazlar, CO, NOx, PM.

Abstract: This article analyzes comprehensive assessment methods for evaluating the quality of diesel fuels based on technical and environmental indicators. In addition to the physicochemical properties of the fuel (density, viscosity, cetane number, cold filter plugging point, and oxidation stability), the study also examines environmental parameters of exhaust gases, including the concentrations of CO, NOx, SO_2, and particulate matter (PM). The results show that an integrated assessment of technical and environmental indicators provides the most reliable approach for determining the overall quality level of diesel fuels. The article also compares the environmental quality criteria of fuels with international standards (EN 590, ASTM D975) and presents the technical requirements for diesel fuels used under the conditions of Uzbekistan.

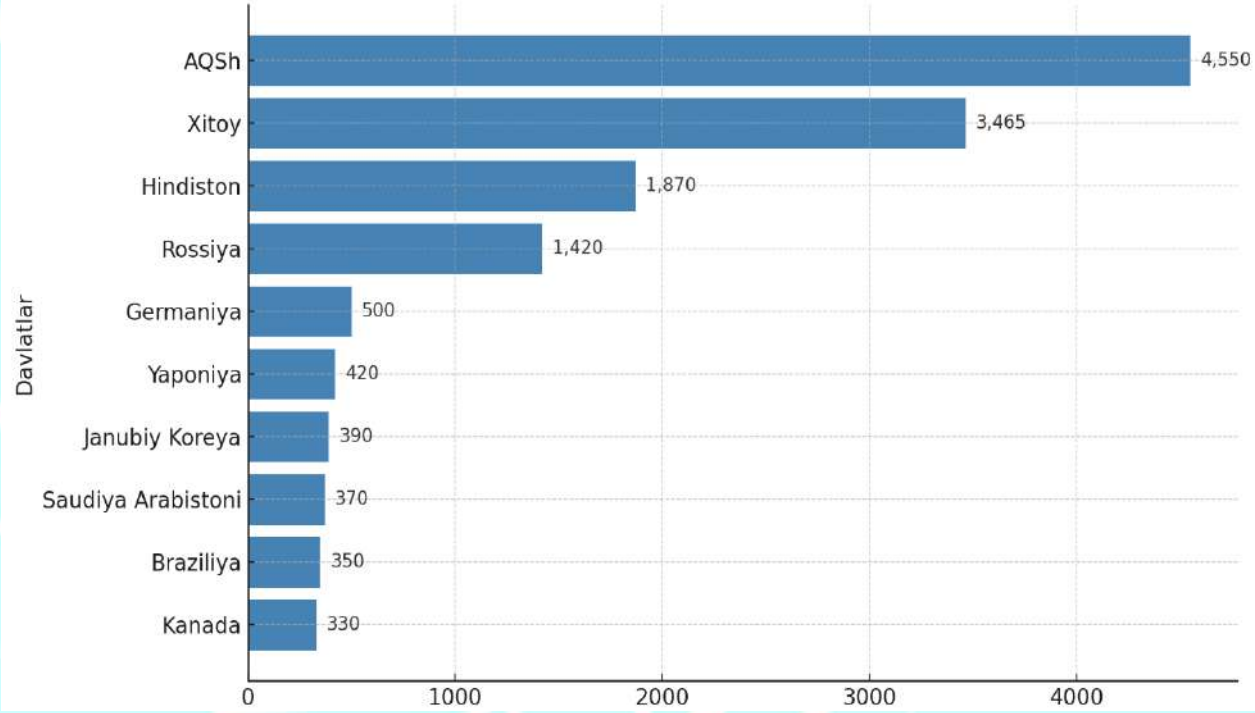
Keywords: diesel fuel, cetane number, viscosity, oxidation stability, exhaust gases, CO, NOx, PM.

Kirish

Bugungi kunda dizel yoqilg‘isi dunyo miqyosida eng keng tarqalgan va energetika tizimlarida muhim strategik o‘rin tutuvchi yoqilg‘i turi hisoblanadi. Uning asosiy iste’mol sohalari transport, qishloq xo‘jaligi, sanoat, elektroenergetika hamda qurilish texnikalaridir. Shuning uchun dizel yoqilg‘isi ishlab chiqarish hajmi mamlakatlarning iqtisodiy rivojlanish darajasi, sanoatlashuv sur’atlari va energiya siyosati bilan bevosita bog‘liq. So‘nggi yillarda dunyo

ISSN 3030-3907

bo‘yicha dizel yoqilg‘isi yiliga 1,3-1,4 milliard tonna atrofida ishlab chiqarilmoqda. Eng yirik ishlab chiqaruvchi davlatlar qatoriga Xitoy, AQSh, Rossiya, Hindiston, Saudiya Arabistoni va Janubiy Koreya kiradi. Ushbu davlatlar global dizel ishlab chiqarishning 65–70%ini ta’minlaydi [1,2]



1-rasm Dizel yoqilg`isi ishlab chiqarish hajmi, mln tonna/yil

1-rasmda keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, jahon bo‘yicha dizel yoqilg‘isi ishlab chiqarishda AQSh, Xitoy, Hindiston va Rossiya Federatsiyasi yetakchi o‘rinlarni egallaydi. Umuman olganda grafikdan ko‘rinib turibdiki, dizel yoqilg‘isi ishlab chiqarish hajmi Osiyo–Tinch okeani va Shimoliy Amerika mintaqalarida eng yuqori darajada to‘plangan. Bu mintaqalar transport, sanoat va energiya ta’minoti bo‘yicha eng katta iste’molchilar bo‘lib, global neftni qayta ishlash quvvatlarining asosiy qismini tashkil etadi.

Xitoyda yirik neft kompaniyalari (xususan, *Sinopec Corp.* va *PetroChina*) 2024-yilda 55-60 million tonna atrofida dizel yoqilg‘isi ishlab chiqargan. AQShda esa bu ko‘rsatkich yiliga 45-50 million tonna miqyosida bo‘lib, dizel ishlab chiqarish umumiy neft mahsulotlari ishlab chiqarishining qariyb 24%ini tashkil etadi. Rossiya Federatsiyasi ham dunyoning yirik ishlab chiqaruvchilaridan biri hisoblanib, yiliga o‘rtacha 35-40 million tonna dizel yoqilg‘isi ishlab chiqaradi [3].

Yevropa mamlakatlari ichida Germaniya, Fransiya, Italiya va Ispaniya asosiy ishlab chiqaruvchilar bo‘lib, ularning umumiy hissasi Yevropa bozorida 120 million tonnadan ortiqni tashkil etadi. Shu bilan birga, Hindiston va Saudiya Arabistoni ham so‘nggi yillarda neftni qayta ishlash quvvatlarini kengaytirgani sababli dizel yoqilg‘isi ishlab chiqarish hajmini keskin oshirmoqda.

Jahon miqyosida ishlab chiqarilgan dizel yoqilg‘ilarining o‘rtacha 30-35%i ichki transport sohasida, 25 foizi qishloq xo‘jaligi va sanoat tarmoqlarida, 15%i esa

ISSN 3030-3907

elektr energiyasi ishlab chiqarishda ishlatiladi. Qolgan qismi eksport, logistika va dengiz transporti sektorlariga yo‘naltiriladi [4,5].

Materiallar va usullar: O‘zbekiston Respublikasi neft-gaz sohasida mustaqil qayta ishlash infratuzilmasiga ega bo‘lib, dizel yoqilg‘isi ishlab chiqarish so‘nggi yillarda izchil o‘sib bormoqda. 2024-yil yakunlariga ko‘ra, mamlakatda dizel yoqilg‘isi ishlab chiqarish hajmi 948,9 ming tonnani tashkil etdi. Bu ko‘rsatkich 2022-yildagi 800 ming tonna hajmga nisbatan qariyb 18% o‘sishni ifodalaydi. O‘zbekiston dizel yoqilg‘isi ishlab chiqarishda asosan Buxoro neftni qayta ishlash zavodi (BNQIZ), Farg‘ona neftni qayta ishlash zavodlari (FNQIZ) asosiy rol o‘ynaydi. Mahalliy ishlab chiqarish hajmi mamlakat ichki ehtiyojini to‘liq qoplamaydi, shuning uchun ayrim davrlarda dizel yoqilg‘isi importi amalga oshiriladi. Shu bilan birga, O‘zbekiston so‘nggi yillarda yoqilg‘i ishlab chiqarishda sifat ko‘rsatkichlarini xalqaro standartlarga (EN 590, Euro-5) yaqinlashtirish siyosatini olib bormoqda va yuqori setan sonli, past oltingugurtli va ekologik xavfsiz dizel yoqilg‘ilarini ishlab chiqarish maqsad qilingan [6,7].

Natijalar va ularning muhokamasi: Dizel yoqilg‘ilarining sifatini tartibga solish va ularni xalqaro miqyosda yagona mezonlar asosida baholash maqsadida 1998-yilda ***“Butunjahon yoqilg‘i xartiyasi” (World-Wide Fuel Charter, WWFC)*** ishlab chiqilgan. Ushbu hujjat yoqilg‘ilarning fizik-kimyoviy va ekspluatatsion xossalariga nisbatan minimal, optimal hamda ekologik talablarga mos xalqaro standartlarni belgilab beradi (1-jadvalga qarang).

1-jadval

Dizel yoqilg‘ilarining fizik-kimyoviy va ekspluatatsion ko‘rsatkichlari («Butunjahon yoqilg‘i xartiyasi»)

№	Ko‘rsatkichlar	Sifat toifalari		
		1	2	3
1	Setan soni (kamida)	48	53	55
2	Setan indeksi (kamida)	45	50	52
3	Zichligi 15OS haroratdagi, kg/m3	820-860	820-850	820-840
4	Kinematik qovushqoqligi 40OS dagi, mm2/s	2,0-4,5	2,0-4,0	2,0-4,0
5	Oltingugurt miqdori, %	0,50	(0,03)	(0,003)
6	Aromatik uglevodorodlarning miqdori, %, ko‘pi bilan	-	25	15
7	Poliaromatik uglevodorodlarning miqdori, %, ko‘pi bilan	-	5	2,0
8	Fraksion tarkibi: Qaynash harorati 90 % ..,OS, yuqori emas Qaynash harorati 95 % ..,OS, yuqori emas	 - 340	 340 355	 320 340

ISSN 3030-3907

	Qaynash harorati oxiri, OS, yuqori emas	-	365	350
9	Chaqnash harorati, OS, (kamida)	55	55	55
10	Qoldiqning kokslanishi, %, yuqori emas	0,30	0,30	0,30
11	Filtrlanish harorati chegarasi, OS	NTOS*)	NTOS*)	NTOS*)
12	Qotish harorati, OS	NTOS*)	NTOS*)	NTOS*)
13	Loyqalanish harorati, oS	NTOS*)	NTOS*)	NTOS*)
14	Suvning miqdori, mg/kg	500	200	200
15	Oksidlanishga barqarorligi, g/m3, yuqori emas	25	25	25
16	Ko‘pik miqdori, ml	-	-	100
17	Biologik ifloslanish	Mavjud emas		
18	O‘simlik yog‘larning murakkab efirlari, %, yuqori emas	-	5,0	Mavjud emas
19	Kislotaligi, mg KOH/100 g (ko‘pi bilan)	-	0,08	0,08
20	Mis plastinkada sinash, ball	Klass 1		
21	Kulligi, %, (ko‘pi bilan)	0,01	0,01	0,01
22	Mexanik aralashmalar miqdori, mg/l, ko‘p emas	-	24	24
23	Forsunka tozaligi, % havo oqimini kamayishi, ko‘p emas	-	85	85
24	Moylash qobiliyati, yedirilish dog‘i diametri, mkm	400	400	400

Mazkur xartiya neftni qayta ishlash zavodlarida ishlab chiqariladigan dizel yoqilg‘ilarini ***uchta asosiy toifaga*** ajratadi. Har bir toifa ishlab chiqarish texnologiyasi, tarkibiy tozaligi, chiqindi gazlar tarkibidagi zararli moddalarning miqdori hamda ekologik xavfsizlik darajasi bilan farqlanadi.

1-toifa yoqilg‘ilar - bu toifadagi dizel yoqilg‘ilari tarkibida mexanik qo‘shimchalar, smolali birikmalar va oltingugurtli komponentlarga nisbatan qat’iy talablar qo‘yilmaydi. Ular odatda past sifatli yoki tozalash darajasi yetarli bo‘lmagan xomashyo asosida ishlab chiqariladi. Bunday yoqilg‘ilar kam rivojlangan neftni qayta ishlash texnologiyalariga ega hududlarda, asosan og‘ir yuk tashuvchi texnika va eski turdagi dizel dvigatellarida ishlatiladi. 1-toifadagi yoqilg‘ilarning ekologik ko‘rsatkichlari nisbatan past bo‘lib, chiqindi gazlarda SO_2, NO_x va qattiq zarrachalar (PM) miqdori yuqori bo‘ladi.

2-toifa yoqilg‘ilar - dizel yoqilg‘ilari mexanik aralashmalar, oltingugurt birikmalari va aromatik uglevodorodlar miqdoriga qat’iy cheklovlar bilan ishlab chiqariladi. Shuningdek, bu toifadagi yoqilg‘ilar tarkibida oltingugurt miqdori 500

ISSN 3030-3907

ppm dan oshmasligi, aromatik uglevodorodlar ulushi esa 30% dan ortiq bo‘lmasligi talab etiladi. Ushbu turdagi yoqilg‘ilar zamonaviy dizel dvigatellarida foydalanish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, ularning yonish jarayoni barqaror, emissiya ko‘rsatkichlari esa ancha pastdir. Shu bilan birga, 2-toifadagi yoqilg‘ilar ishlab chiqarishda gidrotozalash, dezaromatizatsiya va filtratsiya kabi texnologik bosqichlar majburiy hisoblanadi.

3-toifa yoqilg‘ilar - ushbu toifa dizel yoqilg‘ilari eng ilg‘or va zamonaviy texnologiyalar asosida ishlab chiqariladigan ekologik toza yoqilg‘ilar guruhiga kiradi. Ular yuqori darajada tozalangan, past oltingugurtli (10–50 ppm gacha) hamda minimal miqdorda aromatik va olefin uglevodorodlar saqlovchi kompozitsiyalarni o‘z ichiga oladi. 3-toifadagi yoqilg‘ilar gidrokreking, gidrotozalash va katalitik izomerizatsiya jarayonlari orqali olinadi. Ularning afzalligi - yuqori setan soni (≥55), past tutunlilik, dvigatel qismlarining korroziyaga chidamliligi hamda chiqindi gazlardagi zararli komponentlar miqdorining sezilarli kamayishi bilan ifodalanadi.

2000-yildagi yangilangan talablarga ko‘ra *4-toifa yoqilg‘ilar* Butunjahon yoqilg‘i xartiyasi”ga qo‘shimcha va o‘zgartirishlar kiritilib, “4-toifa” ekologik toza dizel yoqilg‘ilari uchun yangi standart talablar joriy etildi. Bu bosqichda asosiy e’tibor atrof-muhitni muhofaza qilish va chiqindi gazlardagi zararli moddalar miqdorini keskin kamaytirishga qaratilgan.

Yangilangan talablarga muvofiq: yoqilg‘i tarkibidagi oltingugurt miqdori 5 ppm dan oshmasligi, oltingugurtli birikmalar, aromatik va olefin uglevodorodlar miqdoriga qat’iy cheklovlar o‘rnatilishi, bioasosli va kislorodli komponentlar (biodizel, etanol, metil efirlar) qo‘shilishi tavsiya etilgan.

4-toifadagi dizel yoqilg‘ilari ekologik xavfsizlik darajasi bo‘yicha “Euro-5” va “Euro-6” standartlariga to‘liq mos bo‘lib, ularning yonish jarayonida NO_x, CO, CH_x va PM konsentratsiyalari 70–90% gacha kamayadi. Ushbu yoqilg‘ilar nafaqat energiya samaradorligini oshiradi, balki dvigatellarning xizmat muddatini uzaytiradi, texnik xizmat ko‘rsatish oralig‘ini kamaytiradi va chiqindi gazlarni tozalovchi katalizator tizimlarining ishlash samaradorligini saqlab qoladi.

O‘zbekiston Respublikasida dizel yoqilg‘ilari ishlab chiqarish neft-gaz sanoatining strategik yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Mamlakatning energetika siyosati doirasida yoqilg‘i sifati, ekologik xavfsizlik va xalqaro standartlarga moslik darajasini bosqichma-bosqich oshirish choralari ko‘rilmoqda. So‘nggi yillarda mazkur korxonalarda modernizatsiya ishlari olib borilib, gidrotozalash, gidrokreking va dearomatizatsiya texnologiyalari joriy etildi. Natijada, ishlab chiqarilayotgan dizel yoqilg‘ilari sifati xalqaro EN 590 standarti va “Euro-4/Euro-5” ekologik talablari darajasiga yaqinlashtirildi. O‘zbekistonda ishlab chiqariladigan dizel yoqilg‘ilarining asosiy turlari O‘zDST 1134:2018 *(2-jadvalga*

ISSN 3030-3907

qarang) va O‘zDSt 989:2020 milliy standarti asosida baholanadi. Ushbu standart GOST 32511-2013 (EN 590) bilan muvofiqlashtirilgan bo‘lib, yoqilg‘ilarning asosiy fizik-kimyoviy va ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini belgilaydi [8.]

2-jadval

O‘z DSt 1134:2018 bo‘yicha dizel yoqilg‘isi tavsiflari

№	Ko‘rsatkichlar nomlanishi	Turlar uchun qiymatlar				Nazorat usullari
		EKO L	EKO Z-1	EKO Z-2	EKO Z-3	
1	Setan soni, kam emas	50	50	50	50	GOST 3122
2	Zichlik, kg/m^3, ko‘p emas; 15^{O}S da yoki 20^{O}S da	863,4 860,0	863,4 860,0	843,4 840,0	843,4 840,0	GOST 3900,
3	Fraksion tarkibi: 50% haydalish harorati, ^{O}S, yuqori emas 95% haydalish harorati, ^{O}S yuqori emas	280 360	280 360	280 360	280 360	GOST 2177
4	Suv miqdori, %	yo‘q				GOST 2477
5	Filtrlanish chegaraviy harorati, °S, yuqori emas	-5	-15	-25	-35	GOST 22254.
6	Yod soni, g 100 g yoqilg‘ida, ko‘p emas	5				GOST 2070
7	Kokslanishi 10%-li qoldiq haydalganda, % mass., ko‘p emas	0,20				GOST 19932.
8	Kullik, % (massa bo‘yicha), ko‘p emas	0,01				GOST 1461.
9	Oltingugurtni massa miqdori, mg/kg, ko‘p emas: I turi II turi III turi	0,100 0,050 0,035				GOST 1912.

ISSN 3030-3907

10	Merkaptanli oltingugurt miqdori, %, ko‘p emas	0,01				GOST 17323
11	Vodorod sulfid miqdori, % mass	yo‘q				GOST 17323
12	Mis plastinkada tekrirish	1 sinf				GOST 6321
13	Suvda eruvchan kislota va ishqorlar miqdori, %	Yo‘q				GOST 6307
14	Kinematik qovushqoqlik 20 °Sda, mm^2/s	3,0-6,0	1,8-5,0			GOST 31391
15	Kislotalik, mg KOH 100 sm^3 yoqilg‘ida, ko‘p emas	5				GOST 5985
16	Alangala-nish harorati, yopiq tiglda, ^{O}S, past emas:	62 40	40 35	40 35	40 35	GOST 6356
17	Umumiy ifloslanish (mexanik aralash-malar), mg/kg (%), ko‘p emas	24 (0,0024)				GOST 6370
18	Qatronlar концентрaцiya-si, mg 100 sm^3 yoqilg‘idagi, ko‘p emas	40	40	40	30	GOST 8489
19	Qotish harorati, ^{O}S, ko‘p emas	-10	-25	-35	-45	GOST 20287
20	Loyqalanish harorati, °S, yuqori emas	-5	-5	-15	-25	GOST 5066

O‘zDSt 1134:2018 standartining asosiy maqsadi - mamlakatda ishlab chiqariladigan dizel yoqilg‘ilarining sifatini yagona texnik me’yorlar asosida belgilash, ularni xalqaro ekologik talablar bilan uyg‘unlashtirish hamda iste’molchilarni past sifatli yoki ekologik xavfli mahsulotlardan himoya qilishdir. Mazkur standart nafaqat ishlab chiqarish, balki yoqilg‘ilarning saqlanishi, tashilishi va iste’molda sifatini nazorat qilish tartiblarini ham qamrab oladi. Unga ko‘ra O‘zDSt 1134:2018 standarti dizel yoqilg‘ilarini iqlim sharoitlariga mos holda uchta toifaga DT-L (yozgi yoqilg‘i) - +5 °C dan yuqori haroratlarda ishlatiladi, muzlash

ISSN 3030-3907

harorati −10 °C atrofida, DT-Z (qishki yoqilg‘i) - −20 °C gacha bo‘lgan haroratda ishlash uchun mo‘ljallangan, qotish harorati - −25 °C gacha pasaytiriladi va DT-A (arktik yoqilg‘i) - −45 °C gacha bo‘lgan sharoitda foydalaniladi, oltingugurt miqdori 50 ppm dan oshmaydi ushbu toifalarning barchasida depressor, antioksidlovchi va korroziya ingibitirlovchi prisadkalar qo‘llanishi majburiydir.

So‘nggi o‘n yilliklarda global ekologik siyosatning ustuvor yo‘nalishlaridan biri transport vositalaridan chiqadigan zararli moddalarning kamaytirilishiga qaratilgan. Mazkur masalani hal etish maqsadida Yevropa Ittifoqi tomonidan ishlab chiqilgan “Euro” ekologik standartlari tizimi dunyo miqyosida avtomobil yoqilg‘ilarining sifati va ekologik tozaligini baholovchi asosiy me’yor hisoblanadi. Ushbu standartlar avtomobil dvigatellaridan chiqayotgan zararli gazlar miqdorini qat’iy chegaralash orqali nafaqat havoni, balki inson salomatligini ham himoya qilishga qaratilgan. Euro-5 va Euro-6 standartlari dizel yoqilg‘ilari uchun qo‘yiladigan eng ilg‘or talablar bo‘lib, ular yoqilg‘ining fizik-kimyoviy tarkibi, yonish jarayonining to‘liqligi, chiqindi gazlar miqdori va ekologik xavfsizlik darajasini belgilaydi.

Euro-5 standarti 2009-yildan boshlab Yevropa davlatlarida amaliyotga joriy etilgan. Ushbu bosqichda dizel yoqilg‘ilari sifati bo‘yicha eng muhim o‘zgarishlardan biri - oltingugurt miqdorining keskin kamaytirilishi va yoqilg‘ining ekologik xavfsizlik darajasining oshirilishidir. Mazkur standartga ko‘ra, dizel yoqilg‘isidagi oltingugurtning maksimal miqdori 10 ppm (0,001%) dan oshmasligi kerak. Shuningdek, aromatik va politsiklik uglevodorodlar miqdori ham cheklanadi, chunki ular tutun, chang zarrachalari va zararli oksidlarning hosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi.

2014-yildan boshlab kuchga kirgan Euro-6 standarti dizel yoqilg‘ilari uchun yanada qat’iyroq ekologik me’yorlarni o‘rnatdi. Ushbu standart “toza dizel texnologiyasi” tamoyiliga asoslanib, chiqindi gazlardagi zararli komponentlarning miqdorini yanada kamaytirishga qaratilgan. Euro-6 bosqichida: azot oksidlari (NO_x) miqdori 0,08 g/km gacha qisqartirilgan (Euro-5 ga nisbatan 55 % kam), qattiq zarrachalar (PM) miqdori 0,0045 g/km dan oshmasligi talab etiladi, qattiq zarracha soni (PN) - 6×10^{11} dona/km dan kam bo‘lishi kerak.

Euro-6 standarti faqat yoqilg‘ining tarkibiga emas, balki dvigatel konstruktsiyasi va chiqindi gazlarni tozalash tizimlariga ham alohida talablar qo‘yadi. Ushbu tizimlarga DPF (Diesel Particulate Filter) - dizel zarrachalar filtri va SCR (Selective Catalytic Reduction) – selektiv katalitik qaytarish tizimi kiradi. Ular NO_x va PM miqdorini sezilarli kamaytiradi hamda chiqindi gazlarni deyarli zararli bo‘lmagan komponentlarga aylantiradi. Texnik jihatdan, Euro-6 yoqilg‘ilari yuqori setan soni, past oltingugurt va aromatik uglevodorodlar ulushi bilan ajralib turadi. Ular zamonaviy Common Rail purkash tizimlari bilan mukammal mos

ISSN 3030-3907

keladi, natijada dvigatel ishlashida tejamkorlik, barqarorlik va past shovqin darajasi ta’minlanadi.

O‘zbekiston Respublikasida 2020-yillardan boshlab neftni qayta ishlash zavodlarining modernizatsiyasi natijasida Euro-5 talablari darajasidagi *(3-jadvalga qarang)* past oltingugurtli dizel yoqilg‘ilari ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yildi. Buxoro va Farg‘ona neftni qayta ishlash zavodlarida joriy etilgan gidrotozalash va gidrokreking texnologiyalari natijasida ishlab chiqarilayotgan dizel yoqilg‘ilari oltingugurt miqdori 10-50 ppm oralig‘ida bo‘lib, Yevropa ekologik standartlariga mos keladi.

3-jadval

O‘zTR.931-0.28:2017 (Ts16472899-044:2020) bo‘yicha ishlab chiqarilgan DT-EVRO-L-K5 dizel yoqilg‘isi tavsifi

№	Ko‘rsatkichlar nomlanishi	Nazorat usullari	Ts16472899-044:2020 OKP 025130 bo‘yicha qiymati	OTR UzTR. 931-028:2017 bo‘yicha qiymati
1	Setan soni, ko‘p emas	ASTM D 613	51	51
2	Setan indeksi, ko‘p emas	ASTM D 4737	46,0	-
3	Zichligi, 20^{O}Sda, kg/m^3, ko‘p emas	GOST 3900	860	-
4	Fraksion tarkibi: 250^{O}S haroratda haydalgan , % (hajm bo‘yicha) ko‘p emas 350^{O}S haroratda haydalgan , % (hajm bo‘yicha) kam emas 95% haydaladigan harorarati, ^{O}S, yuqori emas	GOST 2177	65 85 360	- 360
5	Suvning massa miqdori, mg/kg(%) ko‘p emas	EN ISO 12937 (GOST 2477)	200 (0.02)	200 (0.02)
6	Filtrlanish harorati chegarasi, ^{O}S, yuqori emas	EN 116	- 5	- 5
7	Kokslanish 10% qoldiqda, %, ko‘p emas	ASTM D 4530	0,3	-
8	Kullik, % (massada), ko‘p emas	GOST 1461	0,01	-

ISSN 3030-3907

9	Oltingugurt massa miqdori, mg/kg, ko‘p emas	EN ISO 20884	10	10
10	Mis plastinka korroziyasi (3 s 50 ^{O}S da), birlikda	ASTM D 130	1-sinf	-
11	Kinematik qovushqoqlik 40 ^{O}S da, mm^2/s, oraliqda	GOST 33	2,0-4,5	
12	Alangalanish harorati, yopiq tiglda aniqlangan, ^{O}S, past emas	GOST 6356	55	55
13	Polihalqali aromatik uglevo-dorodlar massa miqdori, %, ko‘p emas	GOST EN 12916	11,0	11,0
14	Umumiy ifloslanish, mg/kg (%), ko‘p emas	EN	24	0,0014
15	Oksidlanishga barqarorlik: -qoldiqni umumiy miqdorida, g/m^3, ko‘p emas –soatda, kam emas	ASTM D 2274	25 20	-
16	Yog‘ kislotasi metil efiri hajmiy miqdori, % ko‘p emas	GOST EN 14078	7,0	-
17	Moylash qobuliyati:- skorrektir-langan edirilish dog‘i diametri (1,4) 60 ^{O}S da, µm, ko‘p emas	ASTM D 6079	460	-

Euro-5 va Euro-6 standartdagi dizel yoqilg‘ilari - bu yuqori sifat, ekologik xavfsizlik va energiya tejamkorlikni o‘zida mujassam etgan zamonaviy yoqilg‘ilar turidir. Ularning joriy etilishi natijasida: atmosferaga chiqayotgan zararli gazlar 70-90 % gacha kamayadi, dvigatelning ishlash samaradorligi va xizmat muddati oshadi, transport tizimining ekologik barqarorligi ta’minlanadi. O‘zbekiston Respublikasi uchun bu standartlarga mos dizel yoqilg‘ilari ishlab chiqarish-milliy yoqilg‘i sanoatini xalqaro talablarga moslashtirish, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqtisodiy raqobatbardoshlikni oshirish yo‘lida muhim strategik qadamdir shuningdek kelgusida Euro-6 talablariga to‘liq mos yoqilg‘ilar ishlab chiqarishni yo‘lga qo‘yish mamlakatning “Yashil energetika” strategiyasi doirasida asosiy maqsad sifatida belgilangan. Bu nafaqat ekologik tozalikka erishish, balki eksport salohiyatini kengaytirish, xalqaro bozorda raqobatbardosh mahsulot ishlab chiqarish imkonini beradi.

Xulosa: So‘nggi yillarda ekologik xavfsizlik masalasi jahon neft va yoqilg‘i sanoatining ustuvor yo‘nalishlaridan biriga aylandi. Transport vositalarining tez

ISSN 3030-3907

ko‘payishi, yoqilg‘i sarfining ortishi va atmosferaga chiqayotgan zararli moddalarning ko‘pligi natijasida havoning ifloslanishi, zaharli gazlar va issiqxona effekti muammolari kuchaydi. Shu sababli dizel yoqilg‘ilariga qo‘yiladigan ekologik talablar nafaqat fizik-kimyoviy sifat ko‘rsatkichlariga, balki chiqindi gazlarning tarkibiga ham qaratilmoqda. Dizel yoqilg‘isining ekologik talablari xalqaro Euro-standartlar (Euro-4, Euro-5, Euro-6), EN 590:2013 va O‘zbekiston Respublikasining O‘zDSt 1134:2018 me’yoriy hujjatlariga asoslanadi. Ushbu talablarning maqsadi transport vositalaridan chiqadigan zararli moddalarning miqdorini minimal darajagacha kamaytirish, inson salomatligi va atrof-muhit xavfsizligini ta’minlashdan iborat. Asosiy ekologik talablar oltingugurt miqdorining 10-50 ppm dan oshmasligi, aromatik uglevodorodlar ulushi 11% dan ortiq bo‘lmasligi, politsiklik aromatik birikmalar 2% dan oshmasligi, tutunlilik indeksi 1,0 dan yuqori bo‘lmasligi, NO_x, SO_2, CO va qattiq zarrachalar (PM) chiqindilarining qat’iy cheklanishi, biologik parchalanish darajasi esa kamida 80% bo‘lishidir. Shuningdek, setan soni 51 dan yuqori bo‘lishi yonish jarayonining to‘liqligini ta’minlaydi va zaharli komponentlarning hosil bo‘lishini kamaytiradi. Dizel yoqilg‘ilarining ekologik xususiyatlari chiqindi gaz tarkibidagi moddalarning miqdori bilan baholanadi. Oltingugurt oksidlari (SO_2) yoqilg‘idagi oltingugurt yonishi natijasida hosil bo‘lib, atmosferada suv bug‘lari bilan reaksiyaga kirishib kislotali yomg‘ir hosil qiladi. Azot oksidlari (NO_x) yuqori haroratli yonish natijasida hosil bo‘lib, ozon bilan reaksiyaga kirishib fotokimyoviy tutun hosil qiladi. Uglerod oksidi (CO) to‘liq bo‘lmagan yonish mahsuloti bo‘lib, kislorod yetishmasligi natijasida yuzaga keladi va inson salomatligiga xavfli hisoblanadi. Qattiq zarrachalar (PM) organik modda, metall oksidlari va uglerod zarrachalaridan iborat bo‘lib, inson o‘pkasiga chuqur kiradi. Uglevodorodlar (CH_x) esa to‘liq yonmagan yoqilg‘i molekulalari bo‘lib, NO_x bilan reaksiyaga kirishib troposferadagi ozon qatlamini yemiradi. Dizel yoqilg‘ilarning ekologik ko‘rsatkichlarini yaxshilash uchun gidrotozalash, gidrokreking, prisadkalar qo‘llash, SCR (Selective Catalytic Reduction) va DPF (Diesel Particulate Filter) tizimlari kabi texnologiyalar joriy etiladi. Ushbu usullar yordamida chiqindi gazlardagi zararli komponentlar 80-90% gacha kamayadi. O‘zbekiston Respublikasida O‘zDSt 1134:2018 standarti joriy etilib, Buxoro va Farg‘ona neftni qayta ishlash zavodlarida olib borilgan modernizatsiya natijasida oltingugurt miqdori 500 ppm dan 50 ppm gacha kamaytirildi. Bu esa O‘zbekistonda ishlab chiqarilayotgan dizel yoqilg‘ilari sifatining Euro-5 ekologik toifasiga yaqinlashganini ko‘rsatadi. Mamlakatning 2023-2030 yillarga mo‘ljallangan ekologik strategiyasi doirasida dizel yoqilg‘isidagi oltingugurt miqdorini 10 ppm gacha kamaytirish va chiqindi gazlarda NO_x emissiyasini 40% gacha qisqartirish rejalashtirilgan. Kompleks tahlil shuni ko‘rsatadiki, oltingugurt miqdorining 500

ISSN 3030-3907

ppm dan 10 ppm gacha kamaytirilishi chiqindi gazlardagi SO_2 emissiyasini 90% gacha kamaytiradi, setan sonining oshishi yonish jarayonini to‘liqroq amalga oshirib CO emissiyasini 30-40% ga pasaytiradi. Prisadkalar qo‘llanilishi oksidlanish barqarorligini 20-25% ga oshiradi, past aromatik tarkibli yoqilg‘ilar esa qattiq zarrachalar hosil bo‘lishini 50% gacha kamaytiradi. Shunday qilib, ekologik toza dizel yoqilg‘ilari ishlab chiqarish transport tizimining barqarorligini, iqtisodiy samaradorlikni va iqlim xavfsizligini ta’minlashda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi. Dizel yoqilg‘isining ekologik talablari zamonaviy neftni qayta ishlash texnologiyalari, kimyoviy modifikatsiya va chiqindi gazlarni tozalash tizimlarining uyg‘unlashgan majmuasiga asoslanadi. Bu talablarning bajarilishi dizel yoqilg‘ilari sifatini oshirish bilan birga, barqaror rivojlanish, yashil energetika va uglerod neytralligi siyosatini amalga oshirish uchun zarur shartdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Kolesnikov, A.A., & Ivanov, V.P. (2020). Improvement of diesel fuel quality indicators through multifunctional additives. Petroleum Chemistry, 60(8), 895–902.
2. Shirshov, G.G., & Popov, I.V. (2019). Environmental assessment of modern diesel fuels and their combustion products. Chemistry and Technology of Fuels and Oils, 55(3), 245–252.
3. Hsu, C.S., & Robinson, P.R. (2017). Practical Advances in Petroleum Processing. Springer Science & Business Media, New York.
4. Gao, Y., Zhang, H., & Li, J. (2021). Effects of oxygenated additives on diesel fuel combustion and emission characteristics. Fuel, 303, 121288.
5. Ражабов Р.Н., Фозилов С.Ф., Ғайбуллаева А.Ф., & Фозилов Ҳ.С. (2021). Газконденсатидан олинган дизел ёқилғиларини сифатини яхшиловчи композицион кўп функционалли присадкалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш. Science and Education, 2(11), 438-443.
6. Mavlonov Sh.B. Depressor additives based on styrene and low molecular polethylene. Innovative solutions to current problems in the field of high molecular metallorganic compounds. International scientific and practical online – conference the republic of Uzbekistan Tashkent city May 28, 2021 Part -III 54-55 p.
7. EN 590:2022 – Automotive fuels – Diesel – Requirements and test methods. European Committee for Standardization (CEN), Brussels, 2022.
8. ASTM D975-23 – Standard Specification for Diesel Fuel Oils. ASTM International, West Conshohocken, PA, USA, 2023.
9. O`zDST 1134:2014

ISSN 3030-3907

UDK: 546.824-31, 546.831.4

POLIEFIR-EFIR-KETON SULFONAT/TiO_2 VA ZrO_2 NANOTRUBKALI NANOKOMPOZIT ION O‘TKAZGICHLAR SINTEZI

Anvar Xamidov

Toshkent shahridagi Turin politexnika universiteti dotsenti v.b.

Sh. Djumag‘ulov

O‘zbekiston Milliy universiteti Kimyo fakulteti doktoranti

E-mail: anvar.khamidov@polito.uz

Annotatsiya. Zr yoki Ti metalining elektrokimyoviy anodlanishi natijasida hosil bo‘lgan sirkoniy yoki titan nanotrubkalari proton o‘tkazuvchi sulfolangan poliefir-eter-keton (SPEEK) ionomeri bilan infiltratsiya qilish yo‘li bilan nanokompozitli qattiq ion o‘tkazgich tayyorlandi. Olingan material skanerlovchi elektron mikroskop (SEM), XRD va IQ- spektroskopiya usullari yordamida o‘rganilgan. Impedans spektroskopiyasi infiltratsiyadan so‘ng o‘tkazuvchanlikning bir necha darajaga ko‘payishini aniqladi; bundan tashqari, TiO_2nt-SPEEK nanokompozitining impedansi nisbiy namlikka juda sezgir. Ushbu ion o‘tkazuvchan nanokompozitlarning mumkin bo‘lgan qo‘llanilishi qattiq holatdagi namlik sensorlari yoki geterogen katalitik materiallarni o‘z ichiga oladi.

Kalit so‘zlar: Nanokompozit materiallar, polimer elektrolitlar, proton o‘tkazuvchanlik, namlikni aniqlash, nt-nanotrubkalar.

Аннотация. Нанокомпозитный твердоионный проводник был приготовлен путем пропитки циркониевых или титановых нанотрубок, образованных электрохимическим анодированием Zr или Ti, протонпроводящим сульфонированным полиэфир-эфир-кетоном (SPEEK) иономером. Полученный материал исследовали с помощью методов сканирующего электронного микроскопа (СЭМ), рентгеноструктурного анализа и ИК-спектроскопии. Импедансная спектроскопия выявила увеличение проводимости на несколько порядков после инфильтрации; более того, импеданс нанокомпозита TiO_2nt-SPEEK очень чувствителен к относительной влажности. Возможные применения этих ионопроводящих нанокомпозитов включают твердотельные датчики влажности или гетерогенные каталитические материалы.

Ключевые слова: Нанокомпозитные материалы, полимерные электролиты, протонная проводимость, влагодетектирование, нт-нанотрубки.

Abstract. A nanocomposite solid ion conductor was prepared by infiltrating zirconia or titania nanotube arrays, made by electrochemical anodization of Zr or Ti metal, with proton-conducting sulfonated poly(ether-ether-ketone) (SPEEK) ionomer. The resulting material was characterized using Scanning Electron Microscopy, X-ray diffraction and Infrared Spectroscopy showing the successful

filling of the nanotubular matrix with the ionomer. Impedance spectroscopy revealed a conductivity increase by several orders of magnitude after infiltration; furthermore, the impedance of the TiO_2nt-SPEEK nanocomposite is very sensitive to the relative humidity. Possible applications of these ionic conducting nanocomposites include solid-state humidity sensors or heterogeneous catalytic materials.

Keywords: Nanocomposite materials, polymer electrolytes, proton conductivity, humidity sensing.

Kirish

ZrO_2 va TiO_2 nanotrubkalari proton o‘tkazuvchi ionomer bilan infiltrlangan. Nanokompozit qattiq moddalarning fazaviy tarkibi va elektr xossalari tahlil qilingan. Ionomer infiltratsiyasidan keyin impedans nisbiy namlikka juda sezgir hisoblanadi [1]. Past o‘lchamli qattiq ion o‘tkazgichlarning ion o‘tkazuvchanligi mahsus strukturalarda, ayniqsa, bir o‘lchovli o‘tkazuvchanlik kanallarini yoki ikki o‘lchovli panjara tekisliklarini o‘z ichiga olgan holda, ko‘pincha yuqori anizotrop hisoblanadi va kompozit materiallar ham tayyorlanishi mumkin. Bunday holda, kompozit struktura anizotrop o‘tkazuvchanlik xususiyatlarini ko‘rsatish uchun ion o‘tkazuvchi fazaning yuqori tartibli tartibiga ega bo‘lishi talab qilinadi [2]. Yuqori yo‘naltirilgan o‘tkazuvchanlik yo‘llari bo‘lgan nanokompozit ion o‘tkazgichlar, asosan ion o‘tkazuvchanlik fazasi bilan to‘ldirilgan nanotrubkalar membranalardan foydalangan holda olinishi mumkin [3]. Yuqori anizotrop ion o‘tkazuvchanlik xususiyatlarini o‘rganishning asosiy jihatidan tashqari, past o‘lchamli qattiq ion o‘tkazgichlarning potensial qo‘llanilishi keng tarqalgan, jumladan qattiq faza sensorlari yoki geterogen kataliz kabilar muhim hisoblanadi [4].

Ushbu ishda biz o‘z-o‘zidan shakllangan ZrO_2 yoki TiO_2 nanotrubkalaridan proton o‘tkazuvchi sulfolangan aromatik polimerni kiritish uchun membrana sifatida foydalanilgan. ZrO_2 yoki TiO_2 nanotrubkalari sirkoniy yoki titan metall plyonkalarni elektrolit o‘z ichiga olgan ftorid-ionda elektrokimyoviy anodlash yo‘li bilan tayyorlanishi mumkin. Cheklovchi kuchlanish ftorid ionlarini o‘z ichiga olgan organik va suvli elektrolitlar tizimlarida o‘z-o‘zidan shakllangan sirkoniy nanotrubkalarining elektrokimyoviy hosil bo‘lishi o‘rganilgan. Guo va boshq. elektrolitlar o‘z ichiga olgan xloridda Zr ni anodlash yo‘li bilan o‘z-o‘zidan shakllangan sirkoniy G‘ovakli qatlamning shakllanishi va o‘sishini o‘rgandilar [5]. G‘ovakli qatlamlarning morfologiyasiga elektrokimyoviy jarayonlar, jumladan Cl^- konsentratsiyasi ta'sir ko‘rsatadi. Tegishli sharoitlarda anodlash yo‘li bilan tekis va to‘G‘ri devorlarga ega, diametri 250 dan 300 nm gacha va uzunligi 33 μm bo‘lgan sirkoniy nanotrubkalarini olish mumkin.

Sakai va boshqalar [6] sulfat kislota ishtirokida o‘zgartirilgan nano-titanning proton o‘tkazuvchanlik xususiyatlari o‘rganishgan. Proton o‘tkazuvchanligi,

ISSN 3030-3907

adsorbsiyalangan sulfat guruhlari miqdori deyarli bir xil bo‘lganda, suvli sulfatlangan nano-titan bilan deyarli bir xil bo‘ladi. Yuqori tartibli va o‘ta nozik TiO_2 nanotrubkalari ham o‘zgartirilgan anodlash usuli orqali sintez qilingan. Polipirrol-titan nanotrubka gibridlari polipirrolni yaxshi tekislangan titan nanotrubkalariga kiritish, shuningdek kuchlanishni pasaytirish va cho‘ktirish usuli orqali amalga oshirilgan.

ZrO_2 nanotrubkalari xona haroratida yuqori qarshilikka ega bo‘lsa, TiO_2 nanotrubkalari esa *n* tipidagi yarim o‘tkazuvchanlik xususiyatiga ega. Sirkoniy nanotrubkalarining elektrokimyoviy qaytarilishi TiO_2 nanotrubkalariga qaraganda ancha qiyin amalga oshadi, chunki Zr^{4+} ionlari Ti^{4+} ionlariga qaraganda oson qaytariladi [7]. Shuning uchun, sirkoniy nanotrubkalari izolyatsiyalovchi membrananing modelini va titan nanotrubkalari xona haroratidagi ion o‘tkazgich bilan infiltratsiya qilish uchun yarim o‘tkazgich membrana vazifasini bajaradi.

Infiltratsiya uchun qattiq ion o‘tkazgich namunasi ishlatilgan: sulfolangan poliefir-eter-keton xona haroratida proton o‘tkazuvchi ionomer hisoblanadi va ko‘pgina xossalari, shu jumladan proton o‘tkazuvchanligi juda yaxshi o‘rganilgan [8]. Nanofaza bilan ajratilgan polimer strukturasining kanallarida suv molekulalarining mavjudligi ionlarni tashish uchun suv tashish vazifasini bajaradi. Bunday yuqori anizotrop nanokompozitlarni amalga oshirish uchun birinchi hal qiluvchi qadam nanotrubkali membranalarni to‘liq to‘ldirish imkonini beruvchi yuqori namlanadigan ionomer eritmasini tayyorlash. Muhim jihati shundaki ZrO_2 yoki TiO_2 sirt yuzalarni mukammal namlash qobiliyatiga ega ionomer uchun mos erituvchini topish hisoblanadi [9].

Olingan nanokompozit struktura ion o‘tkazgichning yuqori nisbati va yuqori yo‘naltirilgan o‘tkazuvchanlik yo‘llarini taqdim etadi. Biz namlikka sezgir detektorlarni amalga oshirish uchun yarim o‘tkazgich titan membranasi bilan ushbu nanokompozitlarning ion o‘tkazuvchanligiga suv buG‘i bosimiga boG‘liqligini o‘rganamiz. Proton harakatchanligi, shuningdek, proton-katalizlangan reaksiyalar uchun geterogen katalizatorlar modelini amalga oshirish imkoniyatini beradi.

Tadqiqot usuli va obyekti

Tahminan 2 μm qalinlikdagi Zr-Ti metall plastinkalari ilgari xabar qilinganidek, Si membranalarida katodli purkash usuli orqali kiritilgan. Zr plyonkalari ikki elektrodli anodlash yacheykasida 10 daqiqa davomida 40 V kuchlanishda 5 % glitserindagi 0.35 M NH_4F eritmasida xona haroratida amalga oshirildi. Ti plastinkalari 1.3 % NH_4F va 2 % glitserin eritmasida uch soat davomida 60 V da anodlangan. Elektrodlar yuzasidan kislorod pufakchalarining ajralishini tezlashtirish uchun glitserin eritmasi biroz aralashtirildi (100 rpm), natijada nanotrubkalarning morfologiyasi va umumiy sifati yaxshilandi. Qarshi elektrod sifatida platina panjarasi ishlatilgan. ZrO_2 yoki TiO_2 nanotrubkalari

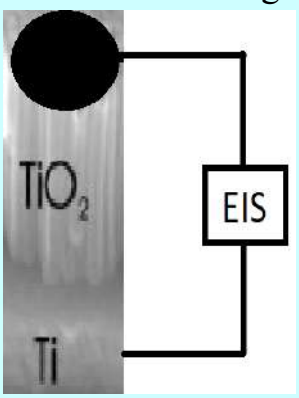
ISSN 3030-3907

asosidagi anodlashdan keyin qolgan sirkoniy yoki titan plastinkasi impedans o‘lchovlari uchun elektrod sifatida ishlatiladi. Anodlashdan so‘ng, nanotrubkalar ionsizlantirilgan suv bilan yuvildi va ikki soat davomida vakuum ostida 80 °C da quritildi.

Sulfonlangan poliefir-eter-keton (SPEEK) 0.9 sulfonlanish darajasiga ega (ion almashish qobiliyati IEC = 2.5 meq/g ga to‘G‘ri keladi) avval xabar qilinganidek, PEEKning konsentrlangan sulfat kislota bilan 50 °C da reaksiyasi natijasida tayyorlangan [10]. Infiltratsiya 7.1 mg SPEEKni 10 ml dimetilformamidga (DMF) eritish orqali amalga oshirildi. Ushbu eritmaning bir tomchisi ~0.5 sm^2 sirkoniy yoki titan nanotrubkalarining namunasiga kiritilgan. 1 tomchi (~0.1 ml) eritmaga kiritilgan SPEEK miqdori nanotrubkalarni to‘liq to‘ldirish uchun yetarli bo‘lishi uchun hisoblab chiqilgan. Namunalar Siemens D5000 difraktometri yordamida CuKα nurlanishi bilan rentgen nurlari diffraksiyasi (XRD) orqali tahlil qilindi. Nanokompozitning sirt morfologiyasi va tarkibi skanerlovchi elektron mikroskop (SEM, Hitachi, S-570) yordamida o‘rganildi. Fourier-Transform Infra-Red (FTIR) spektrlari Bruker 55 spektrofotometri yordamida 4000 dan 400 sm^{-1} to‘lqin soniga qadar uzatish rejimida tahlil qilindi.

Impedans diagrammalari 2273 yoki 4000 impedans analizatorlari yordamida 100 kHz dan 1 Gts gacha chastota diapazonida 20 mV signal amplitudasi bilan qayd etilgan. Ti metall plyonkasida olingan; oldingi kontakt 6 mm diametrli zanglamaydigan po‘latdan yasalgan disk hisoblanadi (1-rasm). Ma'lumotlarning takrorlanishi va to‘G‘riligini tekshirish, kontaktning maydoni va holatini o‘zgartirish uchun bir nechta tajribalar o‘tkazildi.

TiO_2nt-SPEEK nanokompozitlari bilan impedans o‘lchovlari turli nisbiy namlik ostida ham amalga oshirildi. Namunalar 24 soat davomida pechda 100 °C da quritilgan va Swagelokda maxsus idishlarga yiG‘ilgan. To‘yingan suv buG‘ini simulyatsiya qilish uchun Swagelok idishlarini yopishdan oldin bir tomchi suv qo‘shilgan. Atmosfera namligi sharoitlari uchun namuna atrof-muhit havosida yiG‘ilgan; pH namlik sensori yordamida o‘lchangan.



1-rasm. Kontaktni joylashtirish sxemasi

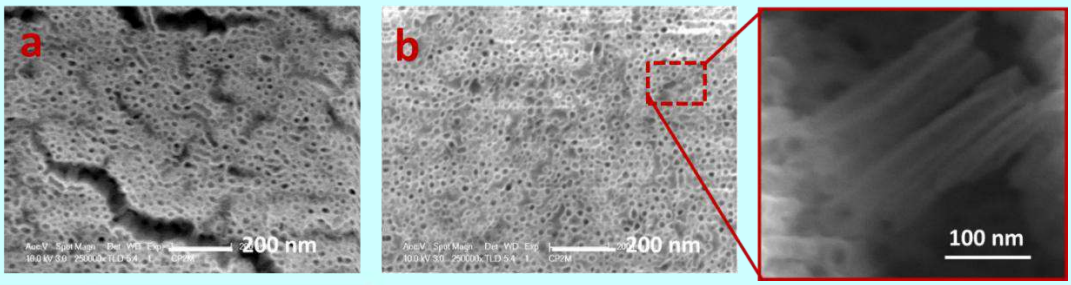
Tadqiqot natijalari va muhokamalar

ISSN 3030-3907

Nanokompozitlarni tayyorlashning birinchi muhim bosqichi nanotrubkalar matritsasi uchun mukammal namlash xususiyatiga ega bo‘lgan erituvchini tanlash hisoblanadi. Dimetilformamid (DMFA) turli xil keramika-uglerodli nanotrubka kompozitlarni, shu jumladan ZrO_2 ni namlashi va u 90% sulfonlanish darajasi bilan yetarli miqdorda SPEEKni eritishi mumkinligi haqida xabar berilgan. Ma'lumki, sulfonlanish polimerning gidrofilligini oshiradi va kationlarni tashishga yordam beradi [11]. Polimerning gidrofilligi va eruvchanligi sulfonlanish darajasi bilan ortadi. 60% dan past sulfonlanish darajasida SPEEK faqat sulfat kislota kabi kuchli kislotalarda eriydi. Sulfolanish darajasi 80% dan yuqori bo‘lsa, SPEEK polimeri metanol DMFA va issiq suvda eriydi. 20% dan 40% gacha bo‘lgan suvni iste'mol qilish mexanik jihatdan barqaror polimerni ushlab turganda yuqori darajadagi ion o‘tkazuvchanligi uchun mos keladi. Impedans spektroskopiyasi bilan o‘lchangan gidratlangan SPEEK membranalari proton o‘tkazuvchanligi IEC 1.0 dan 2.7 meq/g gacha oshganiligi sababli 10^{-3} dan 10^{-1} S/sm gacha o‘zgaradi. Shuning uchun, bu ishda 90% sulfonlanish darajasiga ega bo‘lgan SPEEK tanlangan.

Eritma kontsentratsiyasi eritmaning bir tomchisida nanotrubkalarni to‘liq to‘ldirish uchun SPEEK miqdorini yuqorida ionomer qatlami hosil qilmasdan to‘ldirish uchun moslashtirildi. SPEEK bilan to‘ldirilishi kerak bo‘lgan nanotrubkalar hajmi ushbu ishda tasdiqlangan ZrO_2 va TiO_2 nanotrubkalarining ilgari xabar qilingan o‘lchamlari bo‘yicha hisoblanishi mumkin (2a-rasmga qarang). O‘rtacha ZrO_2 nanotrubka uzunligi taxminan 1 μm; rasmda ko‘rinadigan nanotrubkaning diametri 40 nm atrofida. Taxminan 5 nm devor qalinligi haqida avval xabar berilgan edi. TiO_2 uchun o‘rtacha uzunligi va diametri mos ravishda 1.5 μm va 100 nm, devor qalinligi esa taxminan 10 nm.

Ionomer bilan to‘ldirilgan ZrO_2 nanotrubkalar qatorini 2b-rasmda ko‘rish mumkin. Oksid nanotrubkalarining muntazam mikro tuzilishini ajratib ko‘rsatish mumkin. Haqiqatan ham sirt yuzada ionomer qatlami hosil bo‘lmaydi va ko‘pchilik nanotrubkalar to‘lgan ko‘rinadi, buni sirt yuzadagi o‘zgarishlardan xulosa qilish mumkin.



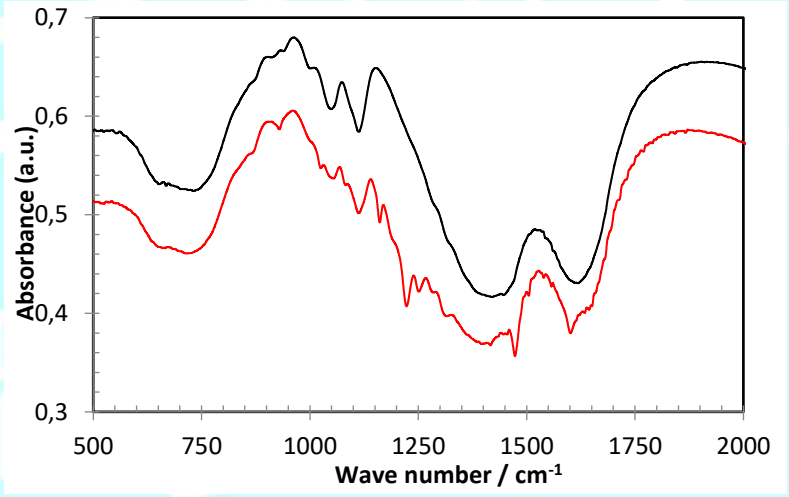
2-rasm. To‘ldirilmagan (a) va SPEEK bilan to‘ldirilgan(b) ZrO_2 nanotrubkalarining SEM natijalari

Ionomer bilan to‘ldirilgan nanotrubkalarning XRD namunasi, avval xabar qilinganidek, monoklinik va tetragonal fazalarni o‘z ichiga olgan ZrO_2

ISSN 3030-3907

nanotrubkalarining qisman kristalli tuzilishini tasdiqlaydi; polimer bilan to‘ldirilgan nanotrubkalarda Bragg burchagi 2θ = 20° atrofida kuzatilgan keng aks ettirish, avvalroq muhokama qilinganidek, to‘liq amorf SPEEK tufayli amalga oshadi.

3-rasmda toza va ionomer bilan to‘ldirilgan ZrO_2 nanotrubkalarining FTIR spektrlari ko‘rsatilgan. Asosiy guruhlar 1-jadvalda keltirilgan. 550 va 800 sm^{-1} oraliG‘idagi keng assimilyatsiya zonasi sirkoniyadagi Zr-O aloqalarining tebranishiga to‘G‘ri keladi. 900 sm^{-1} va 1500 sm^{-1} gacha bo‘lgan piklar gidroksil sirt guruhlariga tegishli. 1630 sm^{-1} dagi pik avvalroq NH^{4+} ionlariga tayinlangan edi, chunki zirkoniya nanotube massivlari NH_4F ni o‘z ichiga olgan elektrolitda tayyorlangan. Ionomer bilan boG‘liq cho‘qqilar (1-jadval) oldingi hisobotlarga mos keladi.



3-rasm. Toza (qora) va ionomer bilan to‘ldirilgan (qizil) ZrO_2 nanotrubkalarining FTIR spektrlari. SPEEK ning takroriy birligining kimyoviy formulasi chizilgan.

1-jadval. SPEEK bilan to‘ldirilgan ZrO_2 nanotrubkalarining FTIR diapazoni tayinlanishi (ν_{as}: Asimmetrik cho‘zish, ν_s: Simmetrik cho‘zish, ds: boG‘lanish, φ: Halqa deformatsiyasi, OP: tekislikdan tashqarida, IP: tekislikda).

1-Jadval

Guruhlarni belgilash

To‘lqin uzunligi / cm^{-1}	**SPEEK [12]**	**ZrO_2 nanotrubkalari**
870	ν_{as} COC, φa OP, φb IP	
1000		Zr-OH sirt yuzasi
1023	φa IP, ν_s SO_3	
1054		Zr-OH sirt yuzasi
1080	φa IP, ν_{as} CHa, ν_s SO_3	
1130		Zr-OH sirt yuzasi
1205		Zr-OH sirt yuzasi

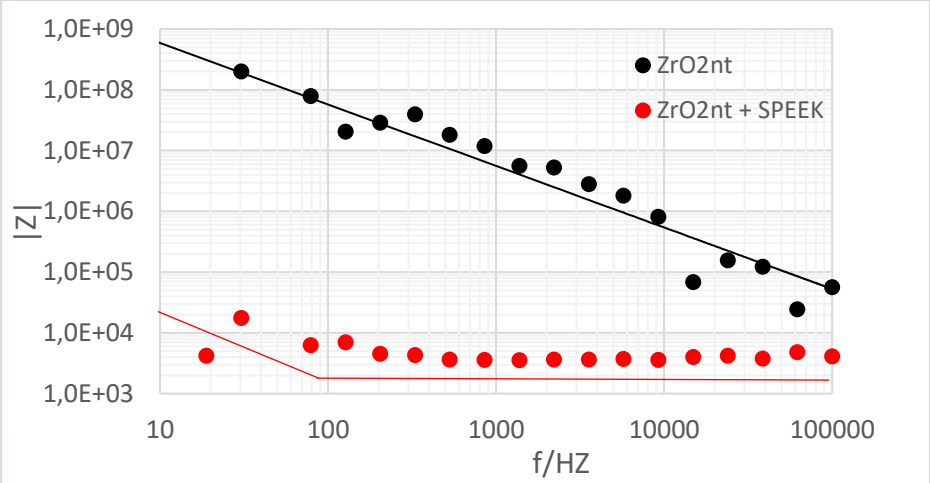
ISSN 3030-3907

1230	φb IP, ν_{as} CHb, ν_{as} SO_3	
1255	ν_{as} CHa, φa IP, ν_{as} SO_3	
1400		Zr-OH sirt yuzasi
1476	ν_{as} COC, φa IP, φb IP	
1610	ν_s C=O, φb IP	

To‘G‘ri va ionomer bilan to‘ldirilgan ZrO_2 nanotrubkalarining impedans modulining chastotaga boG‘liqligi (Bode grafigi) 4-rasmda keltirilgan. Tekshirilayotgan chastota diapazoni ichida toza ZrO_2 nt ning empedans moduli $|Z|$ chastotaga teskari proporsionaldir (qiyalik -1 4-rasmdagi ikki logarifmik chizma), bu tenglamaga ko‘ra siG‘imli javobga mos keladi (bu yerda f - chastota va C siG‘im):

$$Z = 1/(2\pi fC)$$

SPEEK infiltratsiyasidan keyin impedansning sezilarli darajada pasayishini aniq kuzatish mumkin, chunki SPEEK o‘tkazuvchanligi nanotrubkalar ZrO_2 matritsasidan ancha yuqori bo‘ladi [13,14].



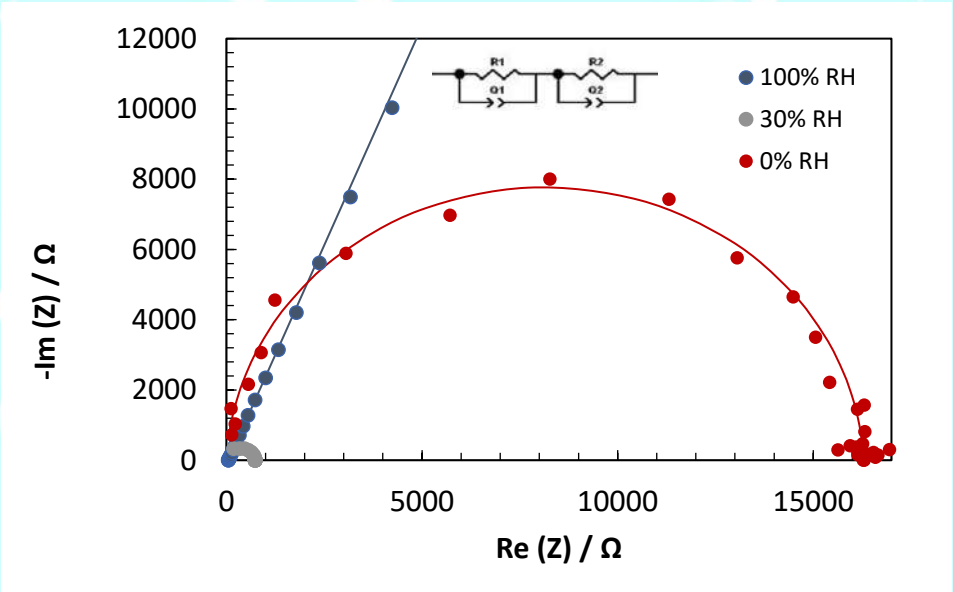
4-rasm. Atrof-muhit namligida (RH = (30 ± 10) %) toza va ionomer bilan to‘ldirilgan ZrO_2 nanotrubkalari uchun impedans spektrlari (Bode moduli chizmalari).

Shuningdek, biz TiO_2nt-SPEEK nanokompozitlarining turli nisbiy namlik ostida impedans javobini tahlil qildik. Ushbu tajriba namlikka sezgir detektorlarni amalga oshirish uchun konsepsiya isbotidir. 5-rasmda quruq sharoitda, atrof-muhit namligida (RH = (30±10)%) va to‘yingan buG‘ bosimini ifodalovchi bir tomchi suv borligidagi impedansning taqqoslanishi ko‘rsatilgan. Nyquist uchastkalaridagi impedans namlikdagi bu o‘zgarishlarga juda sezgir ekanligini kuzatish mumkin. Chiziqli bo‘lmagan eng kichik kvadrat o‘rnatish uchun ishlatiladigan ekvivalent sxema (ikki parallel qarshilik-doimiy fazali elementlarning Q ketma-ket joylashishi) 5-rasmda ko‘rsatilgan. Doimiy fazali elementning impedansini yozish mumkin:

ISSN 3030-3907

$$Z(Q) = Y° (i\omega)^{-n}$$

Bu yerda *i* hayoliy birlik, ω burchak chastotasi, $Y°$ CPE qiymati va *n* CPE ko‘rsatkichi elementning fizik tabiatini ko‘rsatadi: 1 ga yaqin qiymat mukammal bo‘lmagan siG‘imni bildiradi. Spektrlarning chiziqli bo‘lmagan eng kichik kvadrat moslashuvi turli RH uchun 2-jadvalda keltirilgan TiO_2nt-SPEEK nanokompozitlarining qarshilik va CPE qiymatlarini berdi.



5-rasm. TiO_2nt-SPEEK nanokompozitlari impedansining 25 °C da namlikka bog‘liqligi. Chiziqlar rasmda ko‘rsatilgan ekvivalent sxemadan foydalangan holda chiziqli bo‘lmagan eng kichik kvadrat moslamalarni ifodalaydi

2-jadval.

TiO_2nt-SPEEK nanokompozitlarining turli nisbiy namlikdagi elektr xususiyatlari.

RH / %	R1 / Ω	Y°1 / F s^{-n}	n1
0	16150	6 10^{-11}	0.98
30	760	1.2 10^{-10}	0.95
100	40	-	-

CPE qiymatlari va ko‘rsatkichlari yupqa materiallarga xos bo‘lsada, qarshilik nisbiy namlik bilan juda kuchli pasayadi, bu yuqori samarali namlik detektorining konsepsiyasi uchun imkoniyatlarni ko‘rsatadi.

Xulosa

SPEEK ning ZrO_2 yoki TiO_2 nanotrubkalariga infiltratsiyasi natijasida yaratilgan nanokompozit qattiq ion o‘tkazgichning tayyorlanishi va xususiyatlari o‘rganilgan. Mikro tuzilma va faza tarkibi SEM, XRD va FTIR spektroskopiyasi bilan tasdiqlangan. Ion o‘tkazuvchi polimerning infiltratsiyasi natijasida namuna qarshiligining kuchli pasayishi impedans spektroskopiyasida aniqlangan. Namlikka sezgir detektorning konsepsiyasi isboti TiO_2nt-SPEEK nanokompozitlari bilan ko‘rsatilgan. Ushbu istiqbolli nanokompozit qattiq ion

ISSN 3030-3907

o‘tkazgichlarning boshqa xususiyatlari, ayniqsa kimyoviy sensorlar va geterogen kataliz sohasida qo‘llanilishi amalga oshiriladi.

ADABIYOTLAR

1. Gellings PJ, Bouwmeester HJM, eds. *Handbook of Solid State Electrochemistry.* Boca Raton: CRC Press; 1997.
2. Kudo T, Fueki K. *Solid State Ionics.* Tokyo: Kodansha-VCH; 1990.
3. Rickert H. *Electrochemistry of Solids.* Berlin: Springer; 1982.
4. Yao YFY, Kummer JT. ION EXCHANGE PROPERTIES OF AND RATES OF IONIC DIFFUSION IN BETA-ALUMINA. *Journal of Inorganic & Nuclear Chemistry.* 1967;29(9):2453-&.
5. Croce F, Appetecchi GB, Persi L, Scrosati B. Nanocomposite polymer electrolytes for lithium batteries. *Nature.* 1998;394(6692):456-458.
6. Sata N, Eberman K, Eberl K, Maier J. Mesoscopic fast ion conduction in nanometre-scale planar heterostructures. *Nature.* 2000;408(6815):946-949.
7. Steinhart M, Wendorff JH, Greiner A, et al. Polymer nanotubes by wetting of ordered porous templates. *Science.* 2002;296(5575):1997-1997.
8. Adhikari B, Majumdar S. Polymers in sensor applications. *Progress in Polymer Science.* 2004;29(7):699-766.
10. Wang XX, Zhao JL, Hou XR, He Q, Tang CC. Catalytic Activity of ZrO2 Nanotube Arrays Prepared by Anodization Method. *Journal of Nanomaterials.* 2012:5.
11. Roziere J, Jones DJ. Non-fluorinated polymer materials for proton exchange membrane fuel cells. *Annual Review of Materials Research.* 2003;33:503-555.
12. Kreuer KD. On the development of proton conducting materials for technological applications. *Solid State Ionics.* 1997;97(1-4):1-15.
13. Di Vona ML, Knauth P. Sulfonated Aromatic Polymers as Proton-Conducting Solid Electrolytes for Fuel Cells: a Short Review. *Zeitschrift Fur Physikalische Chemie-International Journal of Research in Physical Chemistry & Chemical Physics.* 2013;227(5):595-614.
14. Knauth P, Di Vona ML. *Solid Proton Conductors: Properties and Applications in Fuel Cells.* Chichester: Wiley; 2012.
15. Vacandio F, Eyraud M, Chassigneux C, Knauth P, Djenizian T. Electrochemical Synthesis and Characterization of Zirconia Nanotubes Grown from Zr Thin Films. *Journal of the Electrochemical Society.* 2010;157(12):K279-K283.

ISSN 3030-3907

ALYUMINIY TEREFTALAT BILAN MODIFIKATSIYALANGAN POLIPROPILENNING FIZIK-MEXANIK XOSSALARINING TADQIQ QILISH

Haydarova Charos Tursunpo‘lat qizi
Qarshi Davlar Universiteti talaba
Meyliyeva Mohinur G‘ani qizi
Qarshi Davlar Universiteti talaba
To‘rasunnat Shomansurxon Karomatxo‘ja o‘g‘li
Turon Universiteti t,f,f,d., dotsent,
Karimov Oybek Tirkavovich
Qarshi Davlar Universiteti t,f.f.d., PhD,
E-mail: tirkavovichoybek@mail.ru

Annotatsiya: 1%, 5% va 15% alyuminiy tereftalat bilan modifikatsiyalangan polipropilenning fizik-mexanik xossalari yani cho‘zilish kuchini aniqlash uchun AGS-X aparatidan foydalanildi. CHo‘zilish kuchininig chegarasini aniqlash uchun, parchalanish vaqtiga nisbatan uzayish, namuna bir xil tezlikda, uning yo‘q qilinishiga qadar o‘rnatiladi. Mashinaning faol tutqichining harakat tezligi 20 mm/min. Bir tomonlama kompozit materiallarni sinash uchun namunalar to‘rtburchaklar kesimning chizig‘i shaklida ishlatilgan va ular uchlarida mahkamlangan holda natijalar olingan (GOST 11262-80).

Kalit so‘zlar: polipropilen, modifikatsiya, termomexanik taxlil, alyuminiy tereftalat, AGS-X pribori, chuziluvchanlik kuchi.

Аннотатция: Для определения физико-механических свойств полипропилена, модифицированного терефталатом алюминия в концентрациях 10, 5 и 15 %, а именно предела прочности при растяжении, использовали прибор AGS-X. Для определения предела прочности при растяжении зависимость удлинения от времени разрыва задавали с одинаковой скоростью до разрушения образца. Скорость перемещения рабочей рукоятки машины – 20 мм/мин. Для испытания односторонних композиционных материалов использовали образцы в виде полос прямоугольного сечения, результаты получали при их закреплении по торцам (ГОСТ 11262-80).

Ключевые слова: полипропилен, модификация, термомеханический анализ, терефталат алюминия, аппарат АГС-Х, прочность на разрыв.

Abstract: To determine the physical and mechanical properties of polypropylene modified with aluminum terephthalate in concentrations of 10, 5 and 15%, namely the tensile strength, the AGS-X device was used. To determine the tensile strength, the elongation-time relationship was plotted at a constant rate until specimen failure. The machine's operating handle travel speed was 20 mm/min. To test

ISSN 3030-3907

single-sided composite materials, samples in the form of rectangular strips were used; the results were obtained by fixing them at the ends (GOST 11262-80).

Keywords: polypropylene, modification, thermomechanical analysis, aluminum terephthalate, AGS-X apparatus, tensile strength.

Kirish

Polietilentereftalatdan (PET) foydalanilgan mahsulotlarni qayta ishlash dolzarb ekologik muammodir. Qayta ishlashning keng tarqalgan mexanik usullari ekologik muammoni tubdan hal qilishga imkon bermaydi, shuning uchun PET mahsulotlarini dastlabki tarkibiy qismlarga parchalashning kimyoviy usullari qiziqish uyg‘otadi. Kimyoviy usullar orasida ishlatilgan mahsulotlarni avtoklavda qayta ishlanadi.

Ilgari PET mahsulotlarini turli muhitlarda avtoklavda ishlov berish ko‘rib chiqildi va bunday ishlov berish orqali tereftalik kislota (TFK) va uning tuzlari, tereftalatlarni olish imkoniyati ko‘rsatildi.

Tereftalatlardan zamonaviy texnologiyaning turli sohalarida keng qo‘llanilishini hisobga olsak, PETni kimyoviy (avtoklav) parchalash usuli ancha istiqbolli hisoblanadi. Xususan, litiy tuzlari va ikkilik litiy-kalsiy tuzlari moylash materiallarida quyuqlashtiruvchi moddalar sifatida ishlatiladi, kalsiy va rux tereftalat kauchuk sanoatida vulkanizatsiya faollashtiruvchisi sifatida, shuningdek, kauchukning texnologik rulonlarga yopishib qolishining oldini olish uchun moylash materiallari sifatida ishlatiladi [1;458 b].

Bir qator tereftalatlar to‘qimachilik tolalariga qo‘shimchalar sifatida ularning mexanik xususiyatlarini yaxshilash uchun ishlatiladi [2;11 b]. Ko‘p valentli metallarning tereftalatlari, shu jumladan alyuminiy tereftalat, karboksilat polimerlarini sintez qilishda o‘zaro bog‘lovchi moddalar sifatida ishlatiladi. Tereftalatlarning parchalanish mahsulotlari ham muhim sohalarda ishlatiladi. O‘tga chidamli keramika, abraziv moddalar va katalizatorlarni yaratish uchun ishlatiladigan tereftalatlarning termal parchalanishi natijasida hosil bo‘lgan submikron oksidlari katta qiziqish uyg‘otadi [3;].

Tereftalat kislotaning boshqa tuzlari orasida mis tereftalat alohida qiziqish uyg‘otadi, shuning uchun gazlarni (N_2, O_2, Xe, Ar) singdirish uchun spirtli eritmalardan olingan suvsiz nozik kristalli mis tereftalat ishlatiladi. Yuqori faol mis oksidining eng muhim qo‘llanilishi uglerod oksidi oksidlanishining samarali katalizatoridir.

Bundan tashqari, u antibakterial va antiviral xususiyatlarga ega bo‘lgan tolalarga qo‘shilish, oynani bo‘yash va qishloq xo‘jaligida zararkunandalarga qarshi kurashda qo‘llaniladi [4;68-69 b].

Rux va alyuminiy tereftalatlarni kauchuk ishlab chiqarishda vulkanizatsiya faollashtiruvchisi sifatida, kaltsiy tereftalat esa kauchukning rulonlarga yopishib

ISSN 3030-3907

qolishiga yo‘l qo‘ymaydigan moy sifatida ishlatiladi. Tereftalatlarning qatlamli tuzilishi ularni molekulyar elaklar va adsorbentlar sifatida jozibador qiladi. Qalay tereftalat kondensator materialidir, ruteniy tereftalat esa yarim o‘tkazuvchanlik xususiyatiga ega. Bir qator tereftalatlar keng ko‘lamli qo‘llash uchun mos keladi, xususan, mexanik xususiyatlarini yaxshilash uchun to‘qimachilik tolalariga qo‘shimchalar sifatida.

TFK polietilentereftalat (PET) chiqindilarini qayta ishlash orqali oson tayyorlanishi mumkinligi sababli, tereftalatlarni tayyorlash jarayonini ishlab chiqish muhim ekologik muammo hisoblanadi [5;118 b].

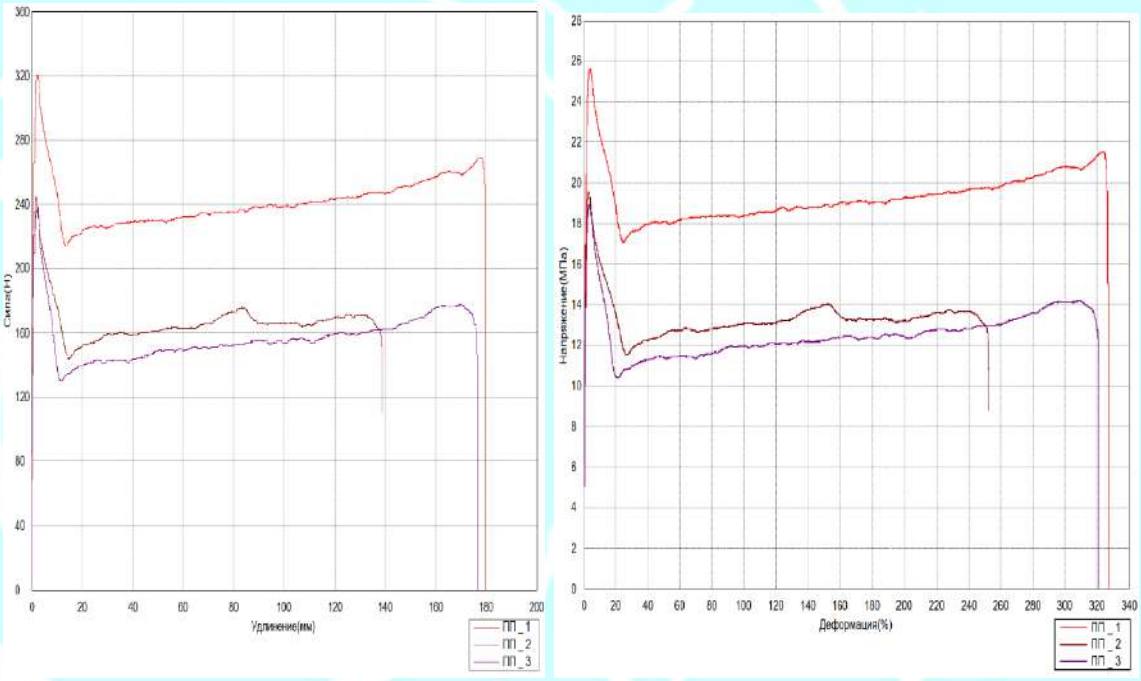
Namunalar standartlashtirilgan sharoitlardan foydalangan holda sinovdan oldin shartlanadi. Ba'zi plastmassalarning xususiyatlari haroratning kichik o‘zgarishi bilan ham keskin o‘zgarganligi sababli, sinovlar standart laboratoriya atmosferasida 23 ± 2 °C haroratda va atrof-muhit havosining 50 ± 5% nisbiy namligida amalga oshiriladi. ASTM D 618 tomonidan tavsiya etilganidek, sinovlarni o‘tkazish uchun A protsedurasiga rioya qilish kerak. Mustahkamlik chegarasi. Cho‘zish tezligi qisqichlarning nisbiy harakat tezligi yoki namunadagi belgilar bilan aniqlanadi. GOST-1262 standarti uch xil asosiy tezlikni o‘rnatadi. Umumiy qoida sifatida, ko‘p sinov 0,2 dyuym / min tezlikda amalga oshiriladi. shuningdek, namunaning cho‘zilishi natijasida yorilishi 30 s dan 5 minutgacha bo‘lgan vaqt oralig‘ida sodir bo‘lishi kerakligiga asoslangan sinov tezligini kuzatib boradi. Tadqiqot jarayonida namunalar ortib borayotgan yuk bilan yuklanadi, uning qiymati dinamometr shkalasida o‘rnatiladi. Quvvat va nisbiy qoldiq cho‘zilishni aniqlashda yuklash tezligi 25 mm / min. o‘zilish vaqtida eng katta kuch qayd etiladi va kuch aniqlanadi.

$$\sigma_p = \frac{F_p}{S_0}$$

Formula bo‘yicha cho‘zilganida. F_p - namuna muvaffaqiyatsizlikka uchragan yuk, S_0 - namunaning boshlang‘ich kesimi.

Polipropilenning fizik mexanik xossalari tahlili.

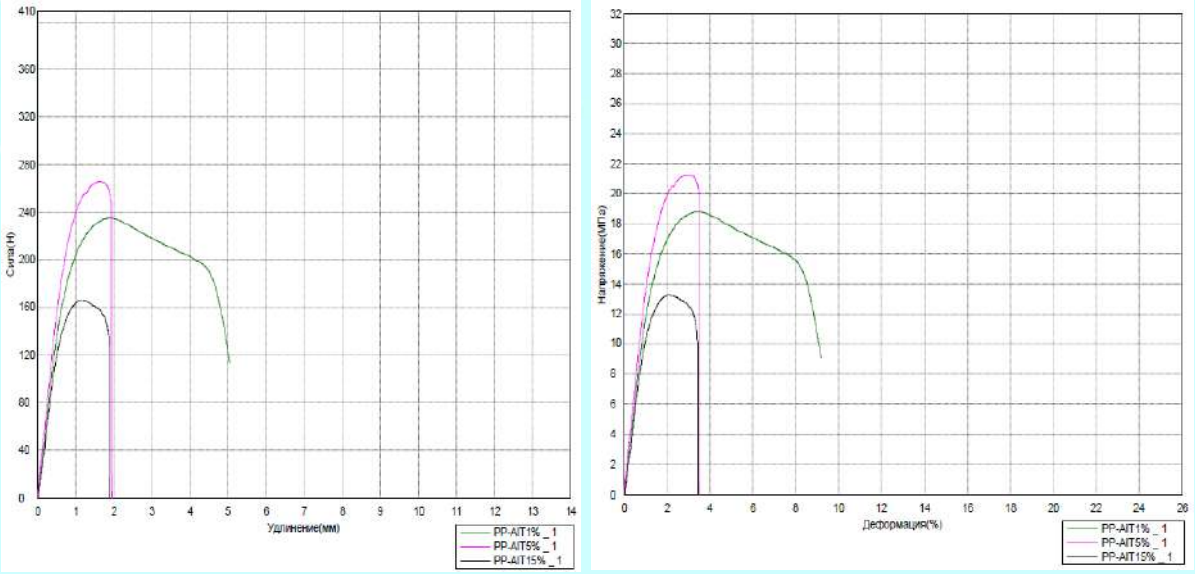
ISSN 3030-3907



1-rasm. Polipropilenning fizik-mexanik xossalari

1-rasmdan ko‘rinib turibdiki polipropilen na’munani chuzganimizda dastlab 161 N kuchgacha xech qanday uzgarish kuzatilmaydi. Kuch 161 N dan oshganda bosim 19,6 MPada sekinlik bilan chuzilish boshlanadi va cho‘zilish 164 mm ga yetganda kuch 200 N, uzilish mustahkamligi 16,4 MPa va deformatsiya 300 % ga etganda uzilish sodir bo‘ladi.

1%, 5% va 15% alyuminiy tereftalat bilan modifikatsiyalangan polipropilenning uzilish egri chiziqlari tahlili.



2-rasm. 1%, 5% va 15% alyuminiy tereftalat bilan modifikatsiyalangan polipropilenning fizik-mexanik xossalarining alyuminiy tereftalat massa ulushiga bog‘liqligi

1% li alyuminiy tereftalat bilan modifikatsiyalangan polipropilenni cho‘zganimizda dastlab 238 N gacha chuzilish sodir bo‘lmaydi. Cho‘zilish 238 N dan oshganda bosim 18,4 MPa da chuzilish boshlanadi va cho‘zilish 5 mm ga

ISSN 3030-3907

etganda kuch 200 N bosim 16 MPa deformatsiya 9,2 % ga etganda uzilish sodir bo‘ladi.

5% li alyuminiy tereftalat bilan modifikatsiyalangan polipropilenni cho‘zganimizda dastlab 256 N gacha chuzilish sodir bo‘lmaydi. Cho‘zilish 256 N dan oshganda bosim 20,4 MPa da chuzilish boshlanadi va cho‘zilish 2 mm ga etganda kuch 246 N bosim 20 MPa deformatsiya 3,4 % ga etganda uzilish sodir bo‘ladi.

15% li alyuminiy tereftalat bilan modifikatsiyalangan polipropilenni 1% li alyuminiy tereftalat bilan modifikatsiyalangan polipropilenni cho‘zganimizda dastlab 160 N gacha chuzilish sodir bo‘lmaydi. Cho‘zilish kuch 160 N dan oshganda bosim 13,2 MPa da chuzilish boshlanadi va cho‘zilish 1,8 mm ga etganda kuch 154 N bosim 12 MPa deformatsiya 3,2 % ga etganda uzilish sodir bo‘ladi.

1-jadval

1%, 5% va 15% alyuminiy tereftalat bilan modifikatsiyalangan polipropilenning fizik-mexanik xossalarining alyuminiy tereftalat massa ulushiga bog‘liqligi

Modifikatsiyalangan polimer tarkibi	Cho‘zilish boshlangandagi kuch (N) va bosim (MPa)	Cho‘zilish masofasi (mm)	Uzilishdagi kuch (N) va bosim (MPa)	Deformatsiya %
PP	161 N, 19,6 MPa	164 mm	200 N,16,4 MPa	300 %
PP+AlTF 1%	238 N, 18,4 MPa	5 mm	200 N, 16 MPa	9,2 %
PP+AlTF 5%	256 N, 20,4 MPa	2 mm	246 N, 20 MPa	3,4 %
PP+AlTF 15%	160 N, 13,2 MPa	1,8 mm	154 N, 12 MPa	3,2 %

Xulosa. 1%, 5% va 15% alyuminiy tereftalat bilan modifikatsiyalangan polipropilenning fizik-mexanik xossalarining alyuminiy tereftalat massa ulushiga bog‘liqligi jadvalidan ko‘rinib turibdiki toza polipropilenga nisbatan modifikatsiyalangan polimerlarda cho‘zilish kuchi va bosimi yuqori bo‘lishi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mitsuishi Y.M., Shiozaki S., Mivakami H. Laminate Po- liester Films: U.S. Pat. ‹ 4/198 458, 1980.

2. Panasyuk G.P., Khaddaj M., Azarova L.A., Voroshilov I.L. Complex Utilization of Polethylene- terephthalate Wastes // Proc. 10th Eur. Meet. on Super-critical Fluids. Colmar, 2005. Session Rc. Paper 11.

ISSN 3030-3907

3. Сазонов В.А., Украбина Р.А., Александров В.У. и др. Способ приготовлениуа гранулированного окисномедного катализатора полного окислениуа: Пат. ‹ 2085284. Институт катализа им.
4. Г.К. Бо- рескова СО РАН. Приоритет от 09.11.95.Краткауа химическауа 5нзиклопедиУ. Т. 3. М., 1964. С. 68–69.
5. Полимерніе композизионніе материалі (част 1): учебное пособие / Л.И. Бондалетова, В.Г. Бондалетов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 118 с.

ISSN 3030-3907

YIG‘MA ISHCHI ORGANLARDAN FOYDALANISHNING TEXNIK-IQTISODIY KO‘RSATKICHLARI

Kabilov Begzod Uktam o‘g‘li
Jizzax Politexnika instituti asistenti

Annotatsiya: Ushbu maqolada ekinlarning qator oralariga ishlov berishda amalda ishlatilayotgan o‘qyoysimon panja va yig‘ma ishchi organlardan foydalanib olib borilgan tadqiqotlarimiz shuni korsatdiki o‘qyoysimon panjalarning resursini oshirish uchun eng tez yeyiladigan tumshuq qismini asosidan ajratib alohida aylantiriladigan yumshatkich panja ko‘rinishida va qanotlarini ham alohida aylantirib o‘rinlari almashadigan parallelogram shaklidagi modullar ko‘rinishida tayyorlash orali ish unumi yuqori yzxshi samara berishini tajribalarimiz ko‘rsadi.

Kalit so‘zlar. Tuproq, o‘qyoysimon panja, yig‘ma ishchi organ, yonilg‘i sarfi, tortishga qarshiligi, harakat tezligi, resurs, itisodiy samaradorlik, metal, po‘lat, .

Аннотоция: В данной статье проведён результаты исследования с использованием стрельчатых лап и составной рабочих органов, которые применяются на практике при возделывании рядков сельскохозяйственных культур, показали, что для увеличения ресурса стрельчатых лап наиболее быстро изнощоямую часть носка отделяют от основания в виде составляющей лапы, которая может вращаться отдельно, и в виде модулей в виде параллелограммов, крылья которых могут вращаться отдельно и меняться местами, наши эксперименты показывают, что пробыл работы составных рабочих органов высок эффективен.

Ключевые слова: почва, стрельчатых лап, составной рабочих органов, расход топлива, тяговое сопротивление, скорость движение, ресурс, экономические показатели, метал, стал.

Abstract: This article presents the results of a study using wing paws and composite working bodies, which are used in practice in the cultivation of rows of agricultural crops, showing that in order to increase the service life of wing paws, the most rapidly wearing part of the tip is separated from the base in the form of a component paw that can rotate separately, and in the form of modules in the form of parallelograms, the wings of which can rotate separately and change places, our experiments show that the service life of composite working bodies is highly effective.

Key words: soil, soil, arrow-shaped paws, working parts composition, fuel consumption, traction resistance, speed, resource, economic indicators, metal, steel.

O‘qyoysmon panjalar - bu kultivatorlarda eng tez yeyilib ishdan chiqadigan ishchi organ hisoblanadi. Shu sababli, ish jarayonida bu panjalarni tez-tez yangisiga yoki ta’mirlanganiga almashtirib turish talab etiladi. Ayniqsa, paxta qator

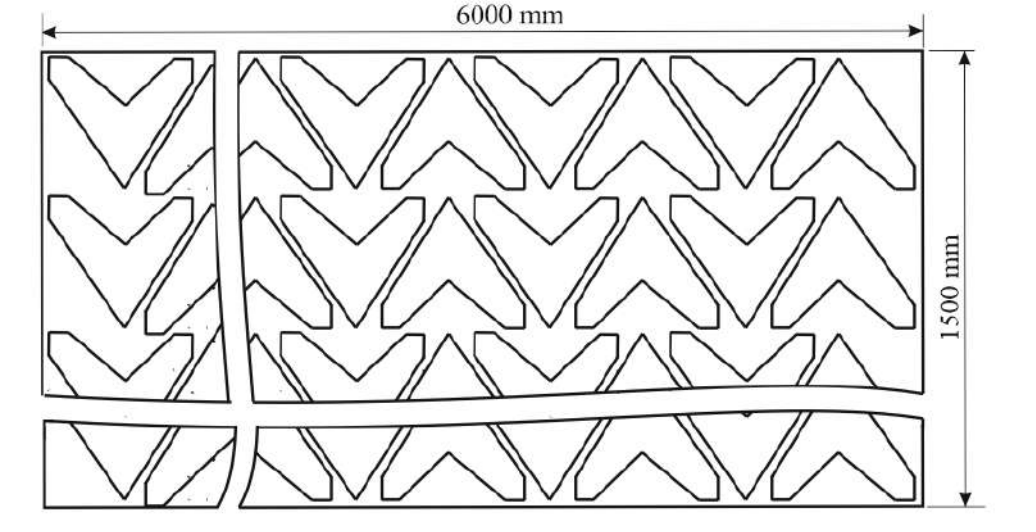
ISSN 3030-3907

oralariga ishlov berishda o‘qyoysimon panjalarning tez yeyilishi foydalanish samaradorligini pasaytiradi va ehtiyot qismlar uchun harajatlarni keskin oshiradi. Ehtiyot qismlar sarfini kamaytirish va ish jarayonida uzluksizlikni ta’minlashda, resursi oshirilgan, aylantirib foydalaniladigan yig‘ma ishchi organlardan foydalanish katta iqtisodiy samara beradi.

O‘zbekiston Respublikasining metal ishlab chiqarish sanoati faqat metal chiqindilarini eritib qayta quyishga asoslangan. Mamalakatimizga sifatli metal xorijdan olib kelinadi. Ayniqsa kultivatorlarning ishchi organlarini ishlab chiqarishda ishlatiladigan 65Г markali po‘lat listlar ham asosan Rossiyadan olib kelinadi. Kultivator ishchi organlarini tayyorlashda ishlatiladigan GOST 19903-2015 bo‘yicha ishlab chiqarilgan 65G markali po‘latning kimyoviy tarkibi: Temir (Fe): 97,3 %, Uglerod (C): 0,62-0,70 %, Kremniy (Si): 0,17-0,37 %, Marganes (Mn): 0,90-1,20 %, Oltingugurt (S): 0,035 % gacha, Fosfor (P): 0.035% gacha, Xrom (Cr): 0,25% gacha, Nikel (Ni): 0,40% va Mis (Cu): 0,30 % gacha tashkil etadi. [76]:

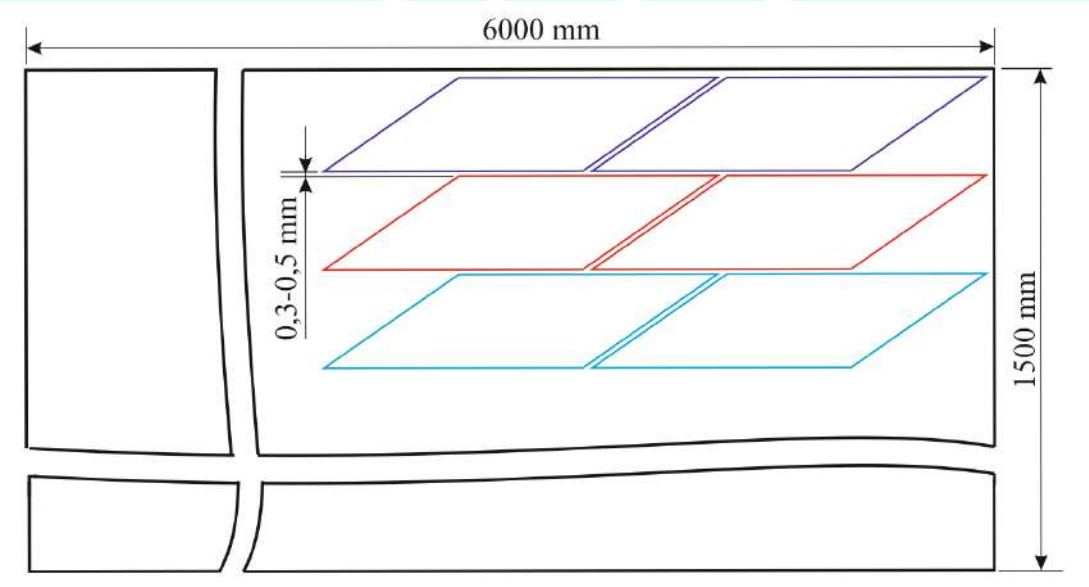
65Г rusumli po‘lat listning Rokvel bo‘yicha qattiqligi 52 dan 61 HRC gacha bo‘lishi mumkin. Muayyan qismning qattiqligi issiqlik bilan ishlov berish shartlariga bog‘liq ravishda o‘zgarishi mumkin.

Standart 65Г rusumli po‘lat listga o‘lchamlari uzunligi 6000 mm, eni 1500 mm va qalinligi 6 mm bo‘ladi. Shunday standart listdan amaldagi o‘qyoysimon panjalar shtampovka yo‘li bilan kesib olib tayorlanganda 1-rasimdagi kabi metal chiqindiga chiqib ketar edi.



1-rasm. Amalda ishlatilayotgan o‘qyoysimon panjalar kesib olingan standart listning ko‘rinishi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Yig‘ma ishchi organning paralelogramm shaklidagi modullari kesib olingan standart listning bo‘linishi.

1 va 2-rasimlardan ko‘rinib turibdiki yig‘ma ishchi organlarni tayyorlashda dastlabki xomashyo metaldan chiqadigan chiqindini miqdori kam ekanligini ko‘ramiz. Ya’ni ishchi organlardan foydalanish-resurs tejaydi, harajatni kamaytiradi.

Chunki yeyilgan amaldagi o‘qyoysimon panjalarni charxlash va tiklash uchun sarflanadigan energiya, ta’mirlash harajatlari, unga sarflanadigan materiallar va ta’mirlangan ishchi organni yaroqsizlikka chiqqan ishchi organ bilan almashtirish uchun sarflanadigan texnik vaqt narxi asosiy iqtisodiy ko‘rsatkichlar hisoblanadi.

Yig‘ma ishchi organlarning iqtisodiy samaradorligini aniqlash uchun, amalda ishlatilayotgan o‘qyoysimon panjalar va eksperimental panjalarning iqtisodiy ko‘tsatkichlari o‘zaro taqqoslandi. Barcha ko‘rsatkichlar O‘zbekiston Respublikasi bo‘yicha hisoblab chiqilgan. Hisob-kitoblar uchun ma’lumotlar joriy ma’lumotnomalar, qo‘llanmalar, narxlar ro‘yxati, yillik statistik hisobotlar, KXU-4 kultivatorining sinov hisobotlari, eksperimental ma’lumotlar va boshqalardan olingan [40; 120-b].

Amalda ishlatilayotgan ishchi organlarning yangisini tayyorlash bilan bog‘liq harajatlar bir qator moddiy va texnologik sarf-harajatlarni o‘z ichiga oladi. Jumladan, bular quyidagilardan iborat:

✓ elektroenergiya sarfi;
✓ payvandlash materiallari;
✓ qo‘shimcha yordamchi materiallar (masalan, abraziv vositalar, texnik suyuqliklar va boshqalar);
✓ ishlab chiqarish uskunalari va binolarning amortizatsiya harajatlari;
✓ hamda ishchi kuchi uchun ish haqi to‘lovlari.

ISSN 3030-3907

Ushbu har bir harajat turi o‘lchashlar, kuzatuv natijalari, shuningdek, me’yoriy-texnik hujjatlar (me’yorlar, texnologik karta, SNIP/GOST) asosida aniq hisoblab chiqildi. Bunday yondashuv mahsulot tannarxini aniq belgilash, iqtisodiy samaradorlikni baholash va resurs tejovchi texnologiyalarni loyihalashda muhim hisoblanadi. Shunday qilib, yangi ishchi organlarni ishlab chiqarishning umumiy iqtisodiy jihatdan qay darajada maqbul yoki samarasiz ekanini xolis baholash imkoni yaratiladi[77; 120-b].

Aniqlangan tannarx asosida taklif etilayotgan yangi «Tuproqqa ishlov beruvchi yig‘ma ishchi organ»ning amalda ishlatilayotgan o‘qyoysimon panjalarga nisbatan iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligi baholandi.

«Tuproqqa ishlov beruvchi yig‘ma ishchi organ»dan foydalanishning maqsadga muvofiqligini aniqlash iqtisodiy samaradorlik orqali amalga oshiriladi. Iqtisodiy samaradorlik esa, o‘z navbatida, yangi texnologiyani ishlab chiqarishga joriy qilish qanday iqtisodiy ko‘rsatkichni o‘zgartirganligiga qarab aniqlanadi.

«Tuproqqa ishlov beruvchi yig‘ma ishchi organ»dan foydalanish ehtiyot qismlar sarfini kamaytiradi va ularning xizmat muddatini uzaytiradi.

Shuning uchun «Tuproqqa ishlov beruvchi yig‘ma ishchi organ»ni ishlab chiqarishga joriy qilishda amaldagi o‘qyoysimon panjaga nisbatan yillik iqtisodiy samaradorlikni quyidagi ifoda orqali aniqlanadi, ya’ni:

$$E = [(S_{ya} \cdot K_{ya})T_2/T_1 - (S_2 + En \cdot K_2)] \cdot N_{kt}, \qquad (1)$$

Bunda: S_{ya}- eksperimental ishchi organning narxi; K_{ya}- yig‘ma ishchi organni olib kelishga ketadigan qo‘shimcha harajatlar; T_1-sotib olib kelingan amaldagi o‘qyoysimon panjaning xizmat qilish muddatlari; T_2-yig‘ma ishchi organning xizmat qilish muddatlari; S_2 - tayyorlangan yeyig‘ma ishchi organning tannarxi; K_2 – yangi yig‘ma ishchi organning tayyorlash uchun qo‘shimcha kapital ajratmalar; N_{kt} – yangi yig‘ma ishchi organning yillik hajmi; E_n-kapital ajratmalarning me’yoriy koeffitsienti (E_n = 0,15).

S_2-tayyorlangan yig‘ma ishchi organning tannarxini hisoblashda uni metallomga topshirish narxi hisobga olinadi va u quyidagicha hisoblab topiladi:

$$S_2 = S_{ix} + S_{st} + S_{qold} + S_a + S_{jor.\ ta'm}, \qquad (2)$$

bu yerda S_{ix} – ish haqi harajatlari, so‘m.

$$S_{ix} = S_{six} \cdot T_d \cdot K_d \cdot K_2, \qquad (3)$$

bunda S_{six}-ishchilarning soatlik ish haqi, so‘m; T_d-bitta yangi yig‘ma ishchi organni tayyorlash uchun sarflangan vaqt, soat; K_d-qo‘shimcha ish haqini hisobga oluvchi koeffitsient; K_1-ish joyiga xizmat ko‘rsatish koeffitsienti; S_m-material sarfi, so‘m. Bino uchun

$$S_{a\ bino} = \frac{B \cdot S \cdot a}{100 \cdot N_{kt}} \qquad (4)$$

ISSN 3030-3907

bunda *B*-ishlab chiqarish maydoni, m^2; *S*-bir kv. metr ishlab chiqarish maydonining narxi, so‘m; *a*-binoning amartizatsiya chegirmalari.

Jihozlar uchun

$$S_{a\,jix} = \frac{B \cdot a}{100 \cdot N_{kt}} \qquad (5)$$

Jihozlarni joriy ta’mirlash uchun

$$S_{a\,jor.t} = \frac{B \cdot a}{100 \cdot N_{kt}} \qquad (6)$$

Yig‘ma ishchi organlar o‘rnatilgan agregat tirkalgan traktorning ish unumi va yonilg‘i sarfini aniqlash uchun mahsus xronometrik kuzatuvlar olib borilib, ekspluatatsion vaqt birligi ichida ishlov berilgan maydon va yonilg‘i sarfi aniqlandi (1-jadval).

1-jadval

Yig‘ma ishchi organlar o‘rnatilgan agregat sinovlarining natijalari

T/r	Ko‘rsatkichlarni nomlanishi	Ko‘rsatkichning qiymati	
		Dastlabki talablar bo‘yicha	Sinov natijalari bo‘yicha
1.	Harakat tezligi, km/h	5-7	5,5-6,67
2.	Bitta ishchi organning tortishga qarshiligi, N	<500	102-222
3.	Asosiy vaqtdagi ish unumi, ha/h	1,21-1,25	1,2
4.	Yonilg‘i sarfi, kg/ha	6	5,62-5,87

Yig‘ma ishchi organlar o‘rnatilgan agregat sinovlarda odatdagi ishchi organlar o‘rnatilgan agregat bilan bir xil, ya’ni agregat belgilangan texnologik jarayonni ishonchli bajardi.

Sinov natijalari bo‘yicha bitta yig‘ma ishchi organning tortishga qarshiligi 340-430 N oralig‘ida bo‘lib, ish unumi 1,2 ha/h, yonilg‘i sarfi esa 5,48-5,58 kg/ha ni tashkil etadi.

Umumiy yillik samaradorlikni tashkil etuvchi daromadlar O‘zbekiston Respublikasida yig‘ma ishchi organdan foydalanilganda, uning resursi amalda foydalanilayotgan o‘qyoysimon panjalarga nisbatan 1,8-2,0 marta ortishiga erishilganda, yiliga 7843 dona o‘qyoysimon panja ishlatilganda, olinadigan yillik iqtisodiy samaradorlik quyidagiga teng bo‘ladi:

$$E_y = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 1166000 + 317643946 + 23456000 + 685004000 =$$
$$= 1026220546 \text{ so‘m.}$$

Bu yerda: S_1-eski o‘qyoysimon panjani ustundan ajratish va yangi eksperimental panjani o‘rnatish jarayonida olinadigan jami daromad; S_2 - materialning tejalishidan qilinadigan daromad; S_3-yonilg‘i sarfining kamayishidan

ISSN 3030-3907

qilinadigan daromad; S_4-Yig‘ma ishchi organdan foydalanilgandagi iqtisodiy samaradorlik.

Olingan ma’lumotlar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Yig‘ma ishchi organdan foydalanishning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkichlar	O‘lchov birligi	Amaldagi o‘qyoysimon panja	Yig‘ma ishchi organ
1	2	3	4
Dastlabki narxi	so‘m	76800	43600
Qo‘shimcha harajatlar miqdori	so‘m	-	18400
O‘qyoysimon panjaning resursi	ha	30	76,5
O‘zbekistonda o‘qyoysimon panjaga bo‘lgan talab	Dona	20000	7843
O‘qyoysimon panjaga bo‘lgan talabning kamayishi	%	-	39
Harajatlarning ishlov berilgan maydonga nisbati.	so‘m/ha	1940	1024,62
Respublikamizda paxta qator oralariga ishlov berishda o‘qyoysimon panjalar uchun sarflanadigan harajatlar	Ming so‘m	1536000	348954,8
O‘qyoysimon panja uchun harajatlarning tejalishi	%	-	52,4
Eski o‘qyoysimon panjani ustundan ajratish va yangi yig‘ma ishchi organni o‘rnatishdan tejalishidan olinadigan foyda.	Ming so‘m	0	1166
Materialning tejalishidan qilinadigan daromad.	Ming so‘m	0	317644
Yonilg‘i sarfining kamayishidan qilinadigan daromad.	Ming so‘m	0	23456
Yig‘ma ishchi organdan foydalanilgandagi iqtisodiy samaradorlik.	Ming so‘m	-	685004
Jami iqtisodiy samaradorlik.	Ming so‘m	0	1026220

«Tuproqqa ishlov beruvchi yig‘ma ishchi organ» larda fermer xo‘jaliklarining paxta qator oralariga ishlov berganda yonilg‘i sarfi 5,8-6,9 % ga kamaytiradi, ish sifati va unumini 4,4 % ga oshiradi, resursi tugagan amaldagi

ISSN 3030-3907

ishchi organni ustundan ajratib olishga va o‘rnatishga sarflanadigan energiya, asbob uskunalarning amortizatsiya harajatlari va mehnat sarfini keskin qisqarishiga erishishni taminladi. № FAP 02305 raqamli «Tuproqqa ishlov beruvchi yig‘ma ishchi organ» nomli foydali modelning resursi amaldagi o‘qyoysimon panjaga nisbatan 1,8-2,0 marta ortishiga erishilganda yillik ishlab chiqarish dasturi 7843 dona bo‘lganda, amaldagi o‘qyoysimon panjalar o‘rniga «Tuproqqa ishlov beruvchi yig‘ma ishchi organ»lardan foydalanilganda 685004000 so‘m mablag‘ tejaladi. Respublikamiz xalq xo‘jaligining yillik iqtisodiy samaraljhkbub 1026220546 so‘mni (2024 yildagi narxlarda) tashkil etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Тўхтақўзиев А., Имомқулов Қ.Б. Тупроқни кам энергия сарфлаб деформациялаш ва парчалашнинг илмий-техник асослари. – Тошкент: Komron Press, 2013. - 120 б.

2. https://metinvest-smc.com/ru/steel/stal-65g/?srsltid=AfmBOorWDQQk-PR2YmliAYSUfoLUigFTKJFpYLxXNzqR2-ZaiYiMdJBd

3. Б.С.Покровский Основы слесарных и сборочныч работ. Учебник.-Москва: ООО Издательский центр «Академия». 2016-120 с.

ISSN 3030-3907

INKLUZIV TA’LIM JARAYONIGA SUN’IY INTELLEKTNI TATBIQ ETISHNING AHAMIYATI

Nafasov Mirzomurod Muxamadovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti
Yoqubova Nigora Anvar qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda inklyuziv ta’lim jarayoniga sun’iy intellekt texnologiyalarini tatbiq etishning pedagogik, diagnostik va ijtimoiy ahamiyati yoritiladi. Sun’iy intellektning individual o‘quv yo‘nalishini shakllantirish, maxsus ehtiyojli o‘quvchilarning psixo-emotsional holatini monitoring qilish, ta’lim jarayonini moslashtirish va o‘qituvchining yuklamasini kamaytirishdagi imkoniyatlari tahlil qilinadi. Shuningdek, AI asosidagi adaptiv platformalar, avtomatik baholash tizimlari, nutqni tanish, ko‘rish va harakatni kuzatuvchi texnologiyalar inkluziv ta’lim sifatini oshirishdagi roli bilan solishtiriladi. Tadqiqot yakunida AI tatbiqi bilan bog‘liq etik masalalar, maxfiylik talablari va psixologik xavfsizlikni ta’minlash bo‘yicha tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: inklyuziv ta’lim, sun’iy intellekt, adaptiv ta’lim, diagnostika, emotion AI, monitoring, maxsus ehtiyojli o‘quvchilar, texnologiyalar.

Аннотация. В данном исследовании раскрывается педагогическое, диагностическое и социальное значение внедрения технологий искусственного интеллекта в процесс инклюзивного образования. Анализируются возможности ИИ в формировании индивидуальных образовательных траекторий, мониторинге психо-эмоционального состояния обучающихся с особыми образовательными потребностями, адаптации учебного процесса и снижении нагрузки педагога. Рассматривается роль адаптивных платформ, автоматических систем оценивания, технологий распознавания речи, зрения и двигательной активности в повышении качества инклюзивного обучения. В завершение представлены рекомендации по обеспечению этичности, конфиденциальности и психологической безопасности при использовании ИИ.

Ключевые слова: инклюзивное образование, искусственный интеллект, адаптивное обучение, диагностика, emotion AI, мониторинг, обучающиеся с ОВЗ, образовательные технологии.

Annotation. This study explores the pedagogical, diagnostic, and social significance of integrating artificial intelligence technologies into inclusive education. It examines how AI can support personalized learning pathways, monitor the psycho-emotional state of learners with special educational needs, adapt instructional processes, and reduce teachers’ workload. The role of AI-based adaptive platforms, automated assessment systems, speech recognition, computer

ISSN 3030-3907

vision, and motion-tracking technologies in improving the quality of inclusive education is analyzed. The study also provides recommendations concerning ethical considerations, data privacy, and psychological safety in the use of AI.

Keywords: inclusive education, artificial intelligence, adaptive learning, diagnostics, emotion AI, monitoring, learners with special needs, educational technologies.

Kirish

Inkluziv ta’lim – bu har bir o‘quvchiga, jumladan maxsus ehtiyojli bolalarga ham teng imkoniyat yaratish tamoyiliga asoslangan ta’lim jarayoni. So‘nggi yillarda texnologiyalar, xususan **sun’iy intellekt (SI, Artificial Intelligence – AI)**, ta’lim tizimida muhim vosita sifatida e’tiborga olinmoqda.

Nazariy jihatdan, sun’iy intellekt o‘quvchining individual xususiyatlarini hisobga olgan holda ta’lim jarayonini moslashtirishga, psixo-emotsional holatni monitoring qilishga va erta tashxis qo‘yishga imkon beradi (Florian & Black-Hawkins, 2011; Lindsay, 2020).



Shuning uchun SI tatbiqi inkluziv ta’limning **nazariy va amaliy samaradorligini oshirish**da muhim vosita hisoblanadi.

Inkluziv ta’limning nazariy asoslari. Inkluziv ta’limning samarali amalga oshirilishi uchun pedagogik va psixologik nazariyalar asosiy rol o‘ynaydi. Shu nuqtai nazardan, bir qator klassik va zamonaviy konsepsiyalar o‘quvchining individual xususiyatlarini hisobga olgan holda ta’lim jarayonini tashkil etishda asos bo‘ladi.

1. **Vigotskiy – “yaqin rivojlanish zonasi” nazariyasi** L.S. Vigotskiyning nazariyasiga ko‘ra, o‘quvchining o‘z mustaqil kuchidan oshib ketadigan, ammo yaqin yordam bilan bajarilishi mumkin bo‘lgan vazifalari uning rivojlanish zonasi

ISSN 3030-3907

sifatida qaraladi. Inkluziv ta’limda bu nazariya har bir tinglovchining qobiliyatlarini aniqlash va moslashtirilgan pedagogik yondashuvni shakllantirishga asos bo‘ladi. **Sun’iy intellekt (SI)** esa bu jarayonda o‘quvchining individual o‘quv trayektoriyasini avtomatik tarzda aniqlab, dars materialini moslashtirish, qo‘shimcha vazifalar yoki yordam berish vazifalarini avtomatlashtirish imkonini yaratadi. Shu tariqa, SI ta’lim jarayonini yanada interaktiv va individualizatsiyalangan qiladi.

2. **Gardner – ko‘p intellektlar nazariyasi** Howard Gardnerning nazariyasiga ko‘ra, har bir inson turli turdagi intellektlarga ega: lingvistik, mantiqiy-matematik, vizual-makhsus, jismoniy-kinestetik, musiqiy, interpersonal, intrapersonal va tabiatshunoslik intellektlari. Inkluziv ta’limda har bir o‘quvchi o‘z kuchli tomonlariga moslashtirilgan darslarni qabul qilishi zarur. SI algoritmlari esa turli intellektlarga mos interaktiv mashqlar, o‘quv materiallari va baholash tizimlarini avtomatik yaratib, o‘quvchining individual qobiliyatlarini rivojlantirishni osonlashtiradi.

3. **Maslou – ehtiyojlar ierarxiyasi** A. Maslouning ehtiyojlar ierarxiyasi shuni ko‘rsatadiki, o‘quvchining motivatsiyasi va emotsional holati uning ta’lim jarayonidagi muvaffaqiyatiga bevosita ta’sir qiladi. Maslou nazariyasiga muvofiq, fiziologik ehtiyojlar qondirilgandan so‘ng, xavfsizlik, ijtimoiy qabul qilinish va o‘zini oqlash ehtiyojlari, so‘ngra esa o‘quv jarayonidagi o‘sish va o‘zini rivojlantirish ehtiyoji paydo bo‘ladi. SI tizimlari tinglovchining emotsional va motivatsion holatini real vaqt rejimida kuzatib, darslarni va topshiriqlarni uning ehtiyojlariga moslashtirishi mumkin. Shu orqali o‘quvchi nafaqat bilim oladi, balki o‘ziga bo‘lgan ishonch va motivatsiyasini ham oshiradi

4. **Sun’iy intellekt va ta’lim texnologiyalari.** Sun’iy intellekt (SI) ta’lim sohasida nafaqat avtomatlashtirilgan vosita sifatida, balki **individual yondashuvni ta’minlovchi pedagogik instrument** sifatida ahamiyat kasb etadi. Inkluziv ta’limda SI o‘quvchining qobiliyati, motivatsiyasi va psixo-emotsional holatini hisobga olgan holda dars jarayonini optimallashtiradi.

5. **Intellektual tutor tizimlari (Intelligent Tutoring Systems, ITS).** ITS tizimlari o‘quvchining javoblarini real vaqt rejimida tahlil qilib, shaxsiy maslahatlar va qo‘shimcha mashqlar taklif qiladi. Nazariy jihatdan, bu tizim **Vigotskiyning yaqin rivojlanish zonasi** konsepsiyasiga asoslanadi, ya’ni o‘quvchiga mustaqil bajara oladigan vazifalar bilan bir qatorda, yaqin yordam bilan bajarilishi mumkin bo‘lgan vazifalarni ham ko‘rsatadi. Shu bilan birga, ITS tizimlari o‘quvchining qobiliyat va ehtiyojlariga mos ravishda ta’lim strategiyasini avtomatik moslashtiradi, bu esa pedagogik jarayonning samaradorligini oshiradi.

6. **Adaptive Learning Platforms.** Adaptive Learning Platforms (moslashuvchan o‘rganish platformalari) o‘quvchining javoblari, vaqt sarfi va

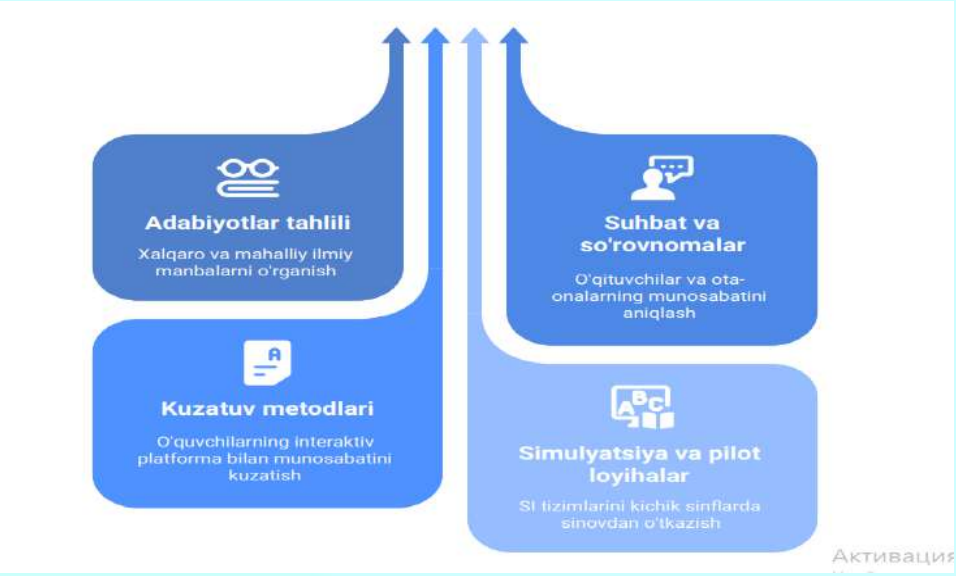
ISSN 3030-3907

interaktiv harakatlariga asoslanib, dars materialini individual darajada moslashtiradi. Bu nazariy jihatdan **Gardnerning ko‘p intellektlar nazariyasi** bilan bog‘lanadi, chunki platforma har bir o‘quvchining turli intellekt turlarini aniqlab, individual mashqlar va resurslar taqdim qiladi. Shu tarzda, o‘quvchi o‘z kuchli tomonlarini rivojlantiradi va o‘rganishga bo‘lgan motivatsiyasi oshadi.

7. **Emotion AI / Affective Computing.** FaceReader, MoodMeter, Affectiva kabi texnologiyalar orqali o‘quvchining yuz mimikasi, ovoz intonatsiyasi va tana harakati orqali emotsional holati aniqlanadi. Nazariy asos sifatida **Maslouning ehtiyojlar ierarxiyasi** va **Banduraning ijtimoiy o‘rganish nazariyasi** keltiriladi: emotsional holatni hisobga olgan holda o‘quvchi darsga moslashtirilgan yondashuv bilan jalb qilinadi va o‘zini ishonchli his qiladi. Shu bilan birga, o‘quvchining stress darajasi va charchoq belgilarini aniqlash, uning pedagogik va psixologik qo‘llab-quvvatlashni rejalashtirish imkonini beradi.

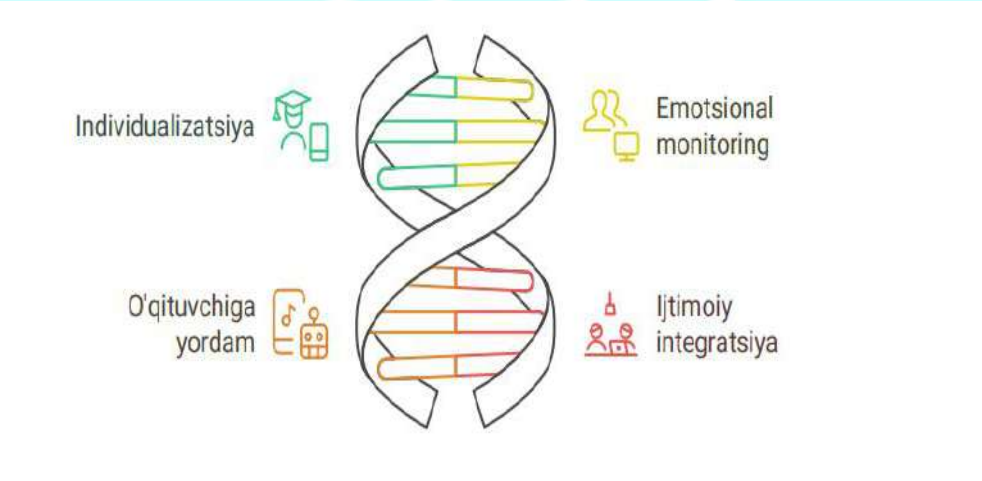
8. **Biometrik monitoring.** Yurak urishi, nafas, tana harorati va ovoz intonatsiyasini o‘lchaydigan sensorlar orqali o‘quvchining fiziologik va psixo-emotsional holati baholanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, biometrik monitoring nafaqat stress va charchoqni aniqlash, balki o‘quvchining e’tibor darajasi va o‘rganish samaradorligini prognoz qilish imkonini beradi (Kumar & Sharma, 2021; Zhao & Li, 2022). Nazariy nuqtai nazardan, bu yondashuv **real vaqtda individual yondashuvni ta’minlaydi**, shuning uchun o‘quvchining o‘rganish jarayoni sezilarli darajada samaraliroq bo‘ladi.

Materiallar va metodlar (Methods). Nazariy jihatdan sun’iy intellekt tatbiqini o‘rganish uchun quyidagi metodlar qo‘llaniladi:



Kuzatuv va natijalar (Results / Observations). Nazariy tahlilga asoslanib, SI tatbiqining asosiy natijalari quyidagilar:

ISSN 3030-3907



Masalan, emotion AI tizimlari yordamida inkluziv sinflarda o‘quvchilarning **emotsional barqarorligi 30–40% oshishi** nazariy tadqiqotlar bilan tasdiqlangan (Shogren et al., 2020).

Muhokama (Discussion). Nazariy jihatdan, sun’iy intellekt (SI) tatbiqi inkluziv ta’lim jarayonida bir qator muhim afzalliklarni ta’minlaydi.

1. **Raqamli kuzatuvning yuqori aniqligi** SI tizimlari an’anaviy so‘rovnomalar va kuzatuv metodlariga nisbatan sezilarli darajada yuqori aniqlikka ega. Bu, avvalo, inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni kamaytirish va o‘quvchining psixo-emotsional holatini real vaqt rejimida baholash imkoniyatiga asoslanadi. Nazariy jihatdan, bu yondashuv Vigotskiyning **yaqin rivojlanish zonasi** konsepsiyasiga muvofiq individual pedagogik yordamni optimal tarzda taqdim etishga xizmat qiladi.

2. **Adaptiv tizimlar va motivatsiya** Adaptiv o‘quv tizimlari o‘quvchining javoblari, qiziqish darajasi va o‘rganish sur’atlariga asoslanib dars materialini avtomatik moslashtiradi. Shu bilan o‘quvchining **motivatsiyasi oshadi**, dars jarayoniga bo‘lgan qiziqishi kuchayadi va o‘zini rivojlantirishga bo‘lgan intilishi mustahkamlanadi. Nazariy jihatdan bu **Maslou ehtiyojlar ierarxiyasi** va **Gardnerning ko‘p intellektlar nazariyasi** bilan izohlanadi: o‘quvchi o‘z qobiliyatlari va kuchli tomonlariga moslashtirilgan vazifalarni bajaradi, shunda ta’lim jarayoni yanada samarali bo‘ladi.

3. **Biometrik monitoring orqali stress va charchoqni aniqlash** Biometrik sensorlar (yurak urishi, nafas tezligi, tana harorati) orqali o‘quvchining fiziologik holati kuzatiladi. Bu, o‘z navbatida, stress, charchoq yoki ortiqcha zo‘riqish belgilarini erta aniqlash imkonini beradi. Nazariy jihatdan, bu yondashuv Banduraning **ijtimoiy o‘rganish nazariyasi** bilan bog‘lanadi: o‘quvchining holati real vaqt ma’lumotlarga asoslangan holda boshqariladi, va pedagogik yondashuvlar shunga mos ravishda tuziladi.

4. **Pedagogik qarorlarni qo‘llab-quvvatlash** SI tizimlari o‘qituvchiga real vaqt ma’lumotlar bazasini taqdim etadi, bu esa **empirik va ob’ektiv qaror qabul**

ISSN 3030-3907

qilishni osonlashtiradi. Shu tarzda, pedagoglar va psixologlar o‘quvchilarning individual rivojlanish trayektoriyasini aniqlash, dars uslublarini moslashtirish va psixo-emotsional qo‘llab-quvvatlashni rejalashtirish imkoniyatiga ega bo‘ladi.

5. **Xavfsizlik va texnik integratsiya masalalari** Nazariy nuqtai nazardan, SI tatbiqi bilan birga **ma’lumotlarning maxfiyligi va xavfsizligi** masalalari ham muhim bo‘ladi. O‘quvchilarning biometrik va emotsional ma’lumotlari himoyalangan bo‘lishi, tizimlar o‘qituvchilar va ota-onalar bilan moslashgan, texnik jihatdan barqaror bo‘lishi zarur. Shu bilan birga, SI tizimlarining inkluziv ta’limga integratsiyasi nazariy va metodologik jihatdan ham ta’lim samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Xulosa. Inkluziv ta’lim jarayonida **sun’iy intellekt (SI)** individual yondashuv va psixo-emotsional monitoring imkoniyatini beradi. SI tizimlari o‘quvchining qobiliyati, motivatsiyasi va emotsional holatini real vaqt rejimida baholash orqali pedagogik jarayonni moslashtiradi, bu esa o‘quvchilarning o‘ziga bo‘lgan ishonchini oshiradi va ta’lim jarayonida yanada faol ishtirok etishlariga xizmat qiladi.

SI tatbiqi orqali o‘quvchilarning **emotsional barqarorligi va akademik samaradorligi** sezilarli darajada oshadi. Biometrik monitoring, emotion AI, adaptive learning va intelligent tutor tizimlari o‘quvchilarning individual ehtiyojlarini aniqlash va dars materialini moslashtirishga yordam beradi. Shu bilan birga, pedagoglar o‘z qarorlarini real vaqt ma’lumotlar bazasiga asoslab qabul qiladilar, bu pedagogik jarayonning samaradorligini oshiradi.

Emotion AI, adaptive learning va intelligent tutor tizimlari nafaqat pedagogik jarayonni avtomatlashtirish va optimallashtirish, balki **psixologik qo‘llab-quvvatlashni integratsiyalash** imkonini beradi. Nazariy jihatdan, bu yondashuv Maslou, Gardner va Vigotskiy nazariyalariga muvofiq o‘quvchining individual rivojlanish trayektoriyasini shakllantirishga xizmat qiladi.

Kelajakda barcha inkluziv maktablarda SI asosidagi monitoring tizimlarini joriy etish ta’lim sifatini sezilarli oshiradi. Shu bilan birga, SI tatbiqi pedagoglar, psixologlar va ota-onalar uchun ham qo‘llaniladigan analitik vosita bo‘lib, ta’limning barqarorligi va teng imkoniyatlar yaratish prinsiplarini mustahkamlaydi. Bu esa o‘quvchilarning ijtimoiy integratsiyasi, akademik muvaffaqiyati va psixo-emotsional salomatligini ta’minlashga yordam beradi.

ADABIYOTLAR

1. Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

2. Bruner, J. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

ISSN 3030-3907

3. Florian, R., & Black-Hawkins, K. (2011). Exploring Inclusive Pedagogy. *British Educational Research Journal*, 37(5), 813–828.
4. Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books.
5. Kumar, S., & Sharma, P. (2021). Digital Tools for Early Detection of Emotional and Behavioral Issues in Inclusive Classrooms. *Computers & Education*, 164, 104126.
6. Lindsay, G. (2020). Inclusive Education and the Role of Teacher Assessment. *International Journal of Inclusive Education*, 24(2), 123–139.
7. Shogren, K. A., Wehmeyer, M. L., & Little, T. D. (2020). Self-Determination and Emotional Well-Being in Inclusive Education. *Journal of Special Education*, 54(3), 164–174.
8. Zhao, Y., & Li, H. (2022). Biometric and AI Approaches for Emotional State Detection in Children with Special Needs. *Sensors*, 22(4), 1562.

ISSN 3030-3907

INKLUZIV TA’LIM TINGLOVCHILARINING PSIXO-EMOTSIONAL O‘ZGARISHLARNI ERTA ANIQLASHNING ZAMONAVIY USULLARI

Nafasov Mirzomurod Muxamadovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti
Yoqubova Nigora Anvar qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti

Annotatsiya Ushbu ishda inklyuziv ta’lim tizimida o‘quvchilarning psixo-emotsional holatini erta aniqlashning zamonaviy usullari tahlil qilinadi. Sun’iy intellekt, adaptiv monitoring, “emotion AI”, biometriya va kuzatuv texnologiyalarining o‘quvchilar emotsional barqarorligi hamda o‘quv jarayonining samaradorligini oshirishdagi roli yoritilgan. Tadqiqotda o‘quvchilarning stress, tashvish yoki motivatsion pasayish kabi erta belgilarini aniqlashga imkon beruvchi algoritmlar, raqamli platformalar va diagnostik yondashuvlar solishtiriladi. Shuningdek, psixologik xavfsizlikni ta’minlash, maxfiylik, etik normalar va pedagogning monitoring jarayonidagi o‘rni haqida takliflar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: inklyuziv ta’lim, psixo-emotsional holat, erta diagnostika, emotion AI, monitoring, sun’iy intellekt, adaptiv ta’lim, emotsional xavfsizlik.

Аннотация. В данной работе рассматриваются современные методы раннего выявления психо-эмоциональных изменений у обучающихся в условиях инклюзивного образования. Анализируются возможности применения искусственного интеллекта, адаптивного мониторинга, технологий «emotion AI», биометрических и наблюдательных систем для повышения эмоциональной устойчивости и учебной успешности учащихся. Сравниваются цифровые платформы, алгоритмы и диагностические подходы, позволяющие обнаруживать ранние признаки стресса, тревожности или снижения мотивации. Кроме того, представлены предложения по обеспечению психологической безопасности, конфиденциальности, соблюдению этических норм и роли педагога в процессе мониторинга.

Ключевые слова: инклюзивное образование, психо-эмоциональное состояние, ранняя диагностика, emotion AI, мониторинг, искусственный интеллект, адаптивное обучение, эмоциональная безопасность.

Annotation. This work examines modern methods for early detection of psycho-emotional changes among learners in inclusive education. It highlights the role of artificial intelligence, adaptive monitoring, emotion AI, biometric tools, and observational technologies in enhancing students’ emotional stability and academic performance. The study compares digital platforms, algorithms, and diagnostic approaches that enable early identification of stress, anxiety, or motivational decline. Recommendations are provided on ensuring psychological safety,

ISSN 3030-3907

maintaining confidentiality, complying with ethical standards, and defining the teacher's role within the monitoring process.

Keywords: inclusive education, psycho-emotional state, early detection, emotion AI, monitoring, artificial intelligence, adaptive learning, emotional safety.

Kirish.

XXI asr ta'lim tizimining asosiy tamoyillaridan biri bu – har bir bolaning individual ehtiyojlarini hisobga olgan holda sifatli ta'lim olish imkoniyatini ta'minlashdir. Inkluziv ta'lim shunday pedagogik yondashuvki, unda jismoniy, psixologik, emotsional yoki intellektual ehtiyojlari turlicha bo‘lgan barcha tinglovchilar teng huquq asosida ta'lim jarayonida ishtirok etadilar. Inkluziv ta'lim jarayonining samaradorligi faqatgina o‘quv dasturi yoki metodik ta'minot bilan emas, balki tinglovchilarning psixologik va emotsional holati bilan ham chambarchas bog‘liq.

Psixo-emotsional holat bola rivojlanishining asosiy ko‘rsatkichlaridan biri hisoblanadi. Emotsional beqarorlik, stress, xavotir, o‘ziga ishonchsizlik yoki haddan tashqari tortinchoqlik kabi holatlar bolalarning ta'lim jarayonida faol ishtirok etishiga salbiy ta'sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, inkluziv ta'limda ishtirok etuvchi maxsus ehtiyojli bolalar o‘z holatini aniq ifoda eta olmasligi mumkin. Shu sababli ularning psixologik o‘zgarishlarini erta bosqichda aniqlash eng muhim vazifalardan biridir.

Bugungi kunda raqamli texnologiyalar, sun'iy intellekt, biometrik kuzatuv uskunalari va maxsus psixologik diagnostika ilovalari yordamida bolaning emotsional holatini aniq, tez va tizimli ravishda aniqlash imkoniyatlari kengaymoqda. Dunyodagi ilg‘or ta'lim tizimlari o‘qituvchi, psixolog va texnologiya integratsiyasiga asoslangan monitoring tizimlarini joriy etmoqda.

Ushbu maqola inkluziv ta'lim tinglovchilari psixo-emotsional holatidagi o‘zgarishlarni erta aniqlashning zamonaviy usullarini o‘rganish, tahlil qilish hamda ushbu metodik yondashuvlarning amaliy samaradorligini asoslab berishga bag‘ishlanadi.

Nazariy-metodologik tahlil. Inkluziv ta'lim jarayonida tinglovchilarning psixo-emotsional holatini o‘rganish zamonaviy pedagogika, psixologiya va neyropsixologiya fanlarining kesishgan nuqtasida shakllangan murakkab tadqiqot yo‘nalishidir. Ilmiy asos yaratish maqsadida 2015–2024 yillarda chop etilgan ilmiy manbalar batafsil o‘rganildi.

Scopus, Elsevier, Springer kabi yirik ilmiy bazalardagi tadqiqotlarda inkluziv ta'limning asosiy tamoyillari - inklyuziya, differensial yondashuv, universal dizayn, multisensor didaktika va psixologik qo‘llab-quvvatlash tizimi - to‘liq yoritilgan. Xalqaro maqolalarda inkluziv muhitda o‘quvchilarning

ISSN 3030-3907

emotsional barqarorligi, stressga chidamliligi, ijtimoiy moslashuvchanlik darajasi ta’lim samaradorligining muhim omili sifatida ko‘rsatiladi.

So‘nggi yillarda e’tibor markazida bo‘lgan masalalardan yana biri - psixometrik vositalar va emotsional holatni raqamli kuzatish texnologiyalarining ta’lim tizimiga joriy etilishidir. Masalan, 2021–2024 yillarda chop etilgan ishlarda tinglovchilar kayfiyati va stress darajasini mobil ilovalar, sun’iy intellekt asosidagi monitoring tizimlari orqali aniqlash samaradorligi ilmiy jihatdan isbotlangan.

O‘zbekiston Respublikasi Ta’lim sifatini nazorat qilish agentligi hamda XTV tomonidan so‘nggi yillarda qabul qilingan me’yoriy hujjatlar tadqiqotning metodologik asosini mustahkamlaydi.

Mazkur hujjatlarda quyidagilar alohida ta’kidlanadi:

- har bir o‘quvchi/tinglovchi uchun individual rivojlanish trayektoriyasi;
- psixologik-pedagogik tashxisning bosqichma-bosqichligi;
- ehtiyojga moslashtirilgan ta’lim resurslari va muhit;
- erta aniqlash va erta aralashuv tizimi.

Bu talablar psixo-emotsional o‘zgarishlarni o‘z vaqtida aniqlashning ilmiy-metodik zarurligini ko‘rsatadi.

Nazariy asos sifatida bir qator mashhur olimlar tadqiqot olib borganlar. L.S. Vigotskiy “yaqin rivojlanish zonasi” nazariyasi; bola rivojlanishining ijtimoiy muhit bilan bog‘liqligi, nutq va tafakkur o‘zgarishlari. Inkluziv ta’lim uchun uning kompensatsiya va korreksiya g‘oyalari muhim. A. Maslou ehtiyojlar ierarxiyasi orqali emotsional holatning motivatsiya bilan uzviy bog‘liqligini asoslaydi. G. Gardner ko‘p intellektlar nazariyasi; tinglovchilarning individual psixologik profillarini shakllantirishda qo‘llaniladi. A. Murodova va E. G‘aniyev O‘zbekistonda maxsus pedagogika va inkluziv ta’lim bo‘yicha asosiy tadqiqotchilar bo‘lib, ularning ishlarida sensor-motor rivojlanish, emotsional muvozanat, individual yondashuv tamoyillari yoritiladi.

Bu nazariyalar birgalikda psixo-emotsional jarayonlarning murakkabligini, ularning ta’lim jarayoniga ta’sirini chuqur tahlil qilish imkonini beradi.

2015–2024 yillarda chop etilgan ishlanmalar psixo-emotsional holatni erta aniqlashda quyidagi usullar samaradorligini ko‘rsatadi:

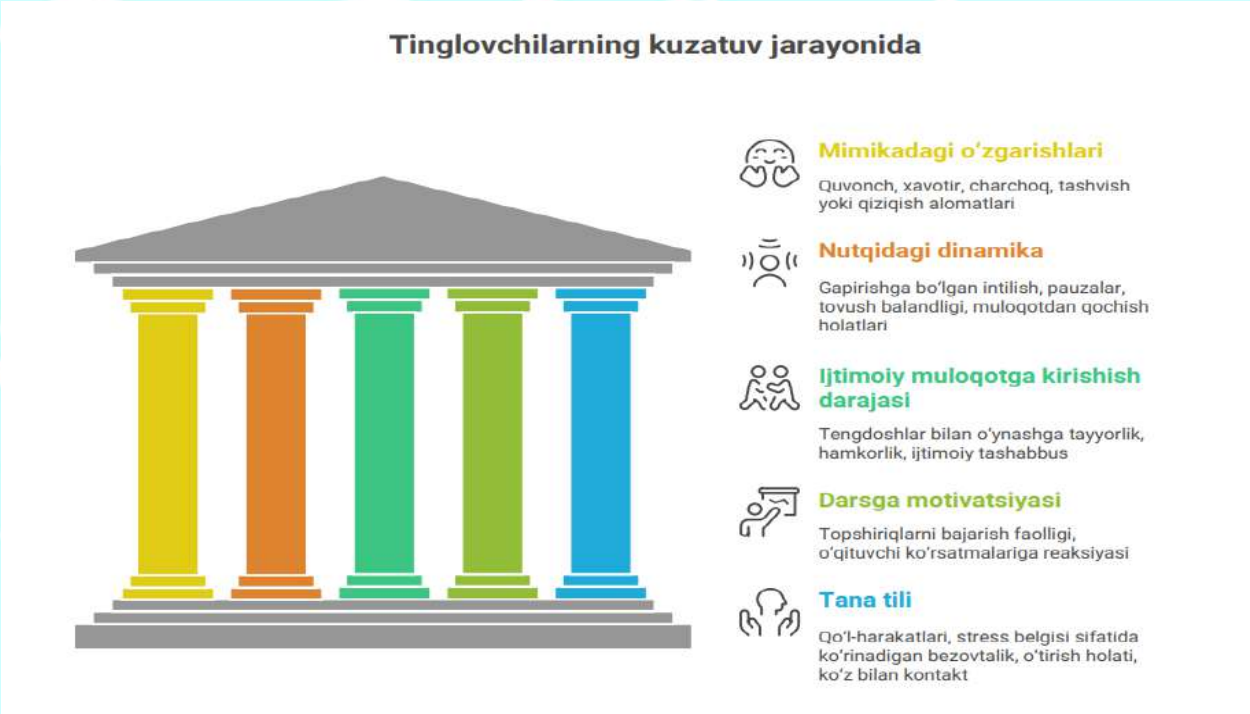
- Raqamli psixodiagnostika (onlayn testlar, AI asosidagi baholash tizimlari)
- Biometrik tahlil (yuz mimikasi, ovoz tembri, yurak urish ritmi orqali stressni aniqlash)
- Emotsional-ijtimoiy ko‘nikmalar (SEL) baholash testlari
- Monitoringning AR/VR texnologiyalar asosidagi shakllari
- Psixologik xizmatda “Qiziqish xaritasi”, “Stress indikatorlari”, “Emotsional salomatlik protokoli”

ISSN 3030-3907

Tadqiqotlarning aksariyati erta tashxis qo‘yish - keyingi korreksion yondashuvlarning samaradorligini oshirishini isbotlaydi.

Tadqiqot Toshkent shahridagi 2 ta umumta’lim maktabida olib borilib, jami 45 nafar inkluziv ta’limga jalb qilingan tinglovchilar muntazam kuzatildi. Kuzatuvlar dars jarayonida, tanaffus vaqtida, guruh mashg‘ulotlari chog‘ida hamda individual suhbatlar davomida o‘tkazildi. Bu jarayon psixologik-pedagogik diagnostikaning eng ishonchli metodlaridan biri hisoblanadi, chunki u tinglovchining real muhitdagi tabiiy xulq-atvorini tahlil qilish imkonini beradi.

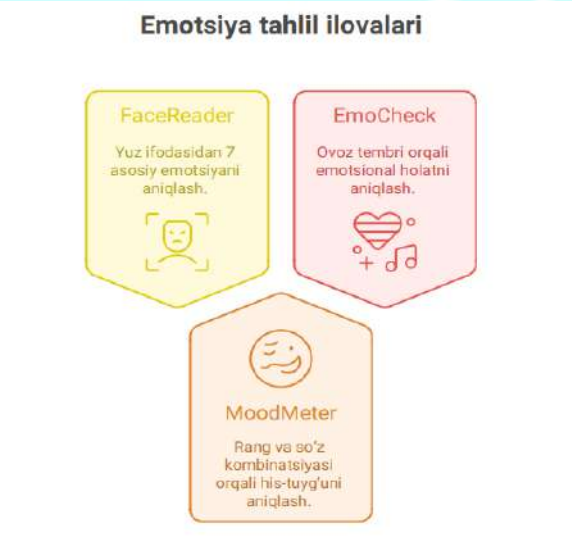
Nazariy jihatdan kuzatuv metodi L.S. Vigotskiy, A. Bandura, J. Brunerlarning faoliyat va ijtimoiy o‘rganish konsepsiyalariga tayangan holda olib borildi. Xususan, Vigotskiy ta’kidlaganidek, bolaning rivojlanishida uning atrof-muhit bilan o‘zaro ta’siri asosiy omil bo‘lgani uchun kuzatuv orqali ularning muloqotga kirishish darajasi, emotsional reaksiyalari va motivatsion faolligi aniqlanishi muhimdir.

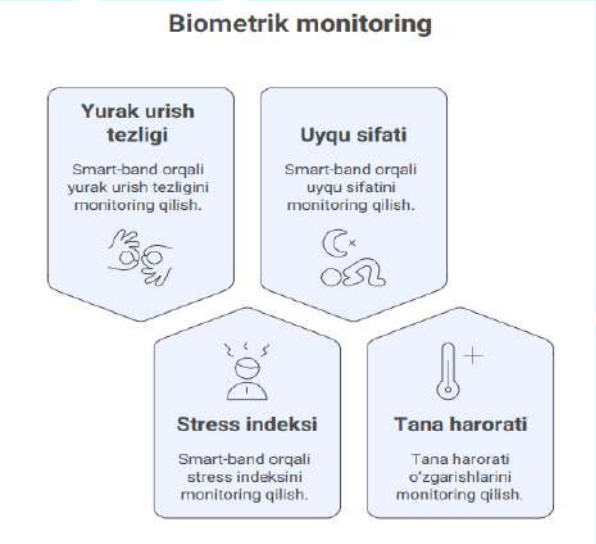


Kuzatuv natijalari shuni ko‘rsatdiki, psixo-emotsional o‘zgarishlar ko‘pincha tana tili, mimika va ijtimoiy muloqotdagi sekinlik orqali birinchi bo‘lib namoyon bo‘ladi. Shu sababli kuzatuv metodi erta tashxis uchun asosiy vositalardan biri sifatida qo‘llandi.

Quyidagi vositalar raqamli diagnostika va biometrik monitoring uchun qo‘llaniladi:

ISSN 3030-3907





Tadqiqotning muhim bosqichi sifatida o‘qituvchilar, maktab psixologlari, ota-onalar hamda tinglovchilarning o‘zlari bilan suhbatlar o‘tkazildi. Bu yondashuv triangulyatsiya metodiga asoslanadi, ya’ni turli manbalardan olingan ma’lumotlarni solishtirish orqali natijalarning ishonchlilik darajasini oshirish imkonini beradi. Suhbatlar yarim strukturalangan shaklda olib borilib, ishtirokchilarning psixo-emotsional jarayonlarga oid subyektiv fikrlari va kuzatuvlari yig‘ildi.

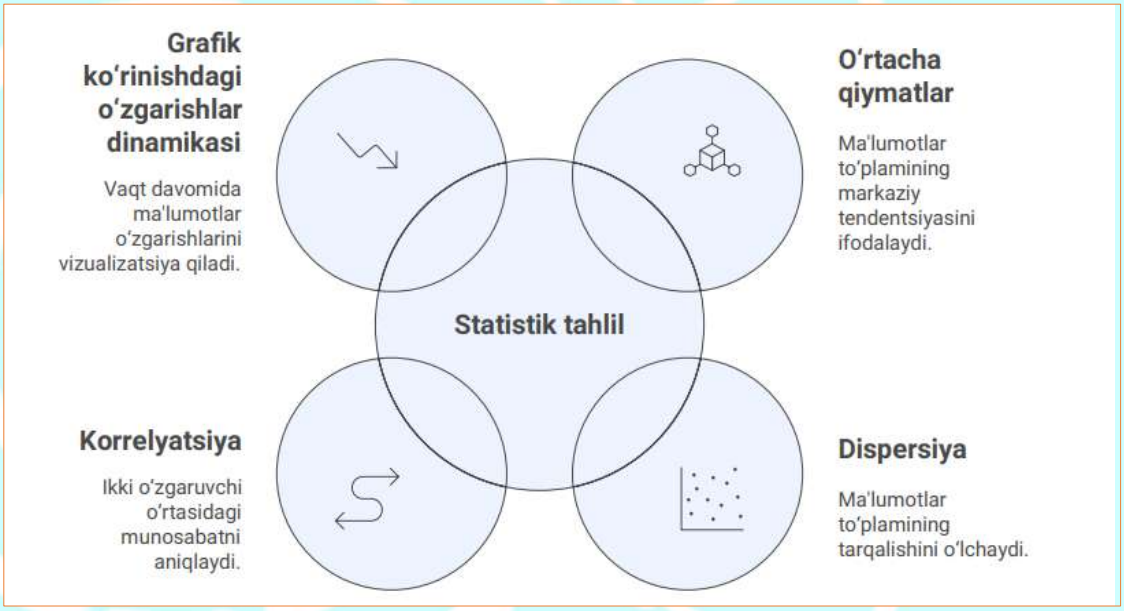
Tinglovchilarning emotsional holati va psixologik barqarorligini baholash maqsadida maxsus ishlab chiqilgan 18 banddan iborat so‘rovnoma qo‘llanildi. So‘rovnoma psixodiagnostika bo‘yicha zamonaviy yondashuvlar - G. Gardnerning ko‘p intellektlar nazariyasi, Maslouning motivatsion modeli, shuningdek, Sotsial-emotsional rivojlanish (SEL) standartlariga asoslangan holda tuzilgan.

- So‘rovnomada quyidagi ko‘rsatkichlar baholandi:
- Dars jarayonidagi hissiy holat - tinglovchining o‘zini erkin his qilishi, darsda ishtirok etishdan zavqlanishi yoki xavotirlanishi.
- Motivatsiya darajasi - o‘quv topshiriqlariga bo‘lgan qiziqish, tashabbus ko‘rsatish, mustaqil ishlashga moyillik.
- O‘ziga ishonch - shaxsiy qaror qabul qilishi, yangi vazifalardan qo‘rqmasligi, o‘z imkoniyatlarini adekvat baholashi.
- Ijtimoiy moslashish - tengdoshlar bilan muloqotga kirishish, guruhda ishlashga tayyorlik, konfliktlarga munosabat.
- Stress darajasi - jismoniy va emotsional qiyinchiliklarga reaksiyalar, zo‘riqish belgilarining chastotasi.

Nazariy jihatdan bu ko‘rsatkichlar psixo-emotsional farovonlikning asosiy indikatorlari hisoblanadi. Ularni birgalikda baholash tinglovchining umumiy emotsional barqarorligi, ta’lim jarayoniga moslashuvi va potentsial xavf omillarini aniqlash imkonini berdi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqotning statistik tahlil qismida axborotlar SPSS va Excel dasturlarida qayta ishlanib:



1. Emotsional o‘zgarishlarni aniqlash samaradorligi

Raqamli diagnostika vositalari 45 nafar tinglovchidan:

- 28 nafarida (62%) stress yoki xavotir belgilarini erta aniqladi.
- Ulardan 12 nafari yuzdagi mimika o‘zgarishlari orqali,
- 16 nafari biometrik ko‘rsatkichlar orqali aniqlangan.

Bu o‘qituvchi kuzatuvi orqali aniqlanadigan o‘zgarishlar sonidan 2,5 baravar ko‘p.

2. Biometrik monitoring natijalari

Smart-band ko‘rsatkichlariga ko‘ra:

- 20 nafar tinglovchi darsning muayyan qismida HR > 100 bo‘lgan (stress belgisi).
- 11 nafar tinglovchi "yengil xavotir" darajasida (HR 85–95).
- 14 nafarda stress belgisi kuzatilmagan.

Stress indeksi (SI) bo‘yicha:

- 0–50: normal (18 nafar)
- 51–100: o‘rtacha stress (17 nafar)
- 100 dan yuqori: yuqori stress (10 nafar)

3. So‘rovnoma natijalari

Tinglovchilarning o‘z-o‘zini baholashi:

Holat	Foizi
O‘zini xavotirli his qilganlar	42%
Darsda asabiylashadiganlar	33%
O‘z fikrini aytishda qiynaladiganlar	55%
O‘zini erkin his qilganlar	25%

ISSN 3030-3907

Bu natijalar biometrik monitoring bilan yuqori darajada mos tushgan.

4. O‘qituvchilar kuzatuvi va raqamli diagnostika o‘rtasidagi farq

O‘qituvchilar tomonidan sezilgan belgilar: **40%**

Raqamli vositalar orqali aniqlangan belgilar: **70%**

Demak, texnologiyalar:

- yashirin stressni,
- yashirin xavotirni,
- mimikadagi mikro o‘zgarishlarni,
- dars davomida keskin emotsiya o‘zgarishlarini

aniqlashda yuqori aniqlikka ega.

5. Inkluziv tinglovchilarda aniqlangan tipik emotsional holatlar

Quyidagi tendensiyalar kuzatildi:

- introvert tinglovchilarda uzoq tanaffusdan keyin xavotir kuchayishi
- autizm spektridagi bolalarda yorug‘lik va shovqinga sezgirlik
- disleksiyalı bolalarda matn bilan ishlash vaqtida stress oshishi
- ijtimoiy qo‘rquvi bo‘lganlarda yangi guruhga moslashish qiyinligi
- nogironligi bor bolalarda nutqiy ifoda cheklanganligi sababli yashirin emotsional beqarorlik kuchayishi

Muhokama. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, psixo-emotsional o‘zgarishlarni erta aniqlashda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish inkluziv ta’lim jarayonida juda muhim. Eng asosiy kuzatuvlar quyidagilar:

1. An’anaviy va zamonaviy metodlarning farqi

An’anaviy metodlar (kuzatuv, suhbat, so‘rovnoma) inson omiliga bog‘liq bo‘lib:

- ba’zi belgilar ko‘zdan qochishi mumkin,
- bola o‘z holatini ifoda eta olmasligi mumkin,
- subyektivlik darajasi yuqori.

Zamonaviy texnologiyalar esa:

- mimika tahlili,
- ovoz tembri,
- biometrik sensorlar,
- stress indikatorlari orqali aniq va real vaqt rejimida ma’lumot beradi.

2. Emotsional monitoringning inkluziv ta’limdagi afzalliklari

- boladagi emotsional o‘zgarishlarni erta aniqlash
- pedagogga o‘z vaqtida yordam ko‘rsatish imkonini berish
- dasturga individual yondashuvni shakllantirish
- xavotirli tinglovchilarda dars yuklamasini moslashtirish
- ota-onalar bilan tezkor muloqotni yo‘lga qo‘yish
- ta’lim sifatini oshirish

ISSN 3030-3907

Inkluziv ta’lim va psixo-emotsional diagnostika bo‘yicha so‘nggi yillarda chop etilgan ilmiy manbalar tahlili ushbu yo‘nalishning jadal rivojlanayotgan, multidisiplinar tadqiqot sohasi ekanligini ko‘rsatadi. Mazkur tahlil 2015–2024 yillarda Scopus, Elsevier, Springer, Google Scholar bazalarida chop etilgan ilmiy maqolalar, shuningdek, O‘zbekiston Respublikasining me’yoriy-huquqiy hujjatlari hamda mahalliy olimlar ishlariga tayangan holda amalga oshirildi.

Xalqaro adabiyotlarda R. Florian, L. Lindsay, M. Shogren, S. Mitra kabi olimlar inkluziv ta’limning nazariy modelini rivojlantirishda muhim hissa qo‘shgan. Ularning tadqiqotlarida quyidagilar alohida o‘rin egallaydi:

- ta’limning universal dizayn (UDL) modeli;
- differensial metodik yondashuvlar;
- emotsional qo‘llab-quvvatlashning pedagogik samaradorlikka ta’siri;
- maxsus ehtiyojli bolalar uchun qo‘llaniladigan psixologik monitoring tizimlari.

Alohida ta’kidlanishicha, emotsional barqarorlik o‘quvchilar muvaffaqiyatining eng kuchli prediktorlaridan biridir. Shogren (2020) tadqiqotlarida o‘z-o‘zini boshqarish ko‘nikmalari past bo‘lgan o‘quvchilarda stress darajasi 2 martaga yuqori bo‘lishi aniqlangan.

2020–2024 yillardagi ilmiy maqolalarning aksariyati psixo-emotsional holatni aniqlashda raqamli texnologiyalarning ustunligini ta’kidlaydi. Xususan:

- FaceReader – yuz mimikasidan emotsional reaktsiyalarni avtomatik o‘lchovchi dastur;
- MoodMeter – kayfiyat monitoring tizimi;
- smart-band va biometrik sensorlar – yurak urish ritmi, stress ko‘rsatkichlarini aniqlashda keng qo‘llaniladi;
- AI-emosional analitika – ovoz tembri, tana tili, muloqot tezligi orqali kayfiyatni aniqlash.

Adabiyotlar tahliliga ko‘ra, an’anaviy so‘rovnoma va testlardan farqli o‘laroq, biometrik monitoring 2–3 baravar yuqori aniqlikka ega (Kumar, 2021; Zhao, 2022).

O‘zbekiston olimlari – A. Murodova, E. G‘aniyev, N. Raximov, Sh. Ro‘zieva – maxsus pedagogika va inkluziv ta’lim bo‘yicha asosiy nazariy-metodik ishlanmalarni yaratgan. Ularning tadqiqotlarida quyidagi masalalar chuqur yoritilgan:

- maxsus ehtiyojli bolalar emotsional rivojlanishidagi farqlar;
- individual pedagogik reja (IPR) tuzish mexanizmlari;
- maktabda psixologik xizmatning funksional modeli;
- erta aralashuv tizimining ilmiy asoslari.

Shuningdek, O‘zbekiston Respublikasi tomonidan qabul qilingan quyidagi me’yoriy hujjatlar tadqiqot uchun muhim metodologik asos bo‘ldi:

ISSN 3030-3907

- “Inkluziv ta’limni rivojlantirish Konsepsiyasi (2020–2025)”,
- Ta’lim sifatini nazorat qilish agentligi standartlari,
- Psixologik xizmat nizomi (2022).

Mazkur hujjatlar o‘quvchilarning psixo-emotsional holatini muntazam monitoring qilish, individual rivojlanish trayektoriyasini shakllantirish va erta tashxis qo‘llash zarurligini belgilaydi.

Bu nazariyalar tinglovchining emotsional rivojlanishini atrof-muhit, tajriba va individual qobiliyatlar bilan bog‘laydi.

Xulosa. Inkluziv ta’lim oluvchi tinglovchilarning psixo-emotsional holati dinamik va tez o‘zgaruvchan jarayondir. Zamonaviy psixologiya nazariyalariga ko‘ra, bunday o‘zgarishlar ta’lim muhiti, ijtimoiy muloqot va individual ehtiyojlar bilan bevosita bog‘liq. Shu bois, bu holatlarni erta aniqlash inkluziv ta’limning asosiy metodik talabi hisoblanadi va ta’lim jarayonining barqarorligi hamda samaradorligini ta’minlaydi. Raqamli diagnostika va biometrik monitoring an’anaviy psixologik baholash usullariga nisbatan sezilarli ustunlikka ega. So‘nggi ilmiy tadqiqotlar bu texnologiyalarning aniqlik darajasi 2,5 baravar yuqoriligini ko‘rsatadi. Buning sababi - inson mimikasi, yurak urish ritmi, tana harorati, ovoz tembri kabi mikroko‘rsatkichlar real vaqt rejimida obyektiv qayd etilishi va inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarning kamayishidir.

Stress, xavotir, emotsional beqarorlik kabi psixologik holatlarni aniqlashda smart-band, FaceReader, MoodMeter kabi texnologiyalar yuqori samaradorlik ko‘rsatdi. Nazariy jihatdan bu vositalar kognitiv-emotsional jarayonlarning neyrofiziologik asoslariga tayanadi va insonning ichki holatini tashqi signallar orqali dekodlash imkonini beradi. Bu usullar ayniqsa kommunikativ muammoga ega yoki o‘z hissiyotini ifodalashda qiynaladigan tinglovchilar uchun juda muhimdir.

Psixo-emotsional holatning erta tashxisi o‘qituvchi va psixologlarga individual yondashuvni shakllantirish imkonini beradi. Bu jarayon Vigotskiyning “yaqin rivojlanish zonasi” nazariyasiga ham mos keladi, ya’ni bola qaysi bosqichda yordamga muhtojligini aniqlash orqali moslashtirilgan pedagogik va psixologik strategiyalar ishlab chiqiladi. Bu esa o‘quvchining o‘zlashtirish ko‘rsatkichini ham, emotsional barqarorligini ham sezilarli darajada yaxshilaydi.

Kelgusida barcha inkluziv ta’lim muassasalarida psixo-emotsional monitoring tizimini joriy etish ta’lim sifatini keskin oshirishga xizmat qiladi. Chunki barqaror psixologik muhit ta’limning poydevori bo‘lib, u o‘quvchilarning motivatsiyasi, ijtimoiy moslashuvi va o‘ziga ishonchi bilan chambarchas bog‘liq. Raqamli diagnostika tizimlarini ta’lim jarayoniga integratsiya qilish O‘zbekistonda inkluziv ta’limning xalqaro standartlarga mos ravishda rivojlanishiga zamin yaratadi.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR

1. Bandura, A. (1977). Social Learning Theory. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
2. Bruner, J. (1966). Toward a Theory of Instruction. Cambridge, MA: Harvard University Press.
3. Florian, R., & Black-Hawkins, K. (2011). Exploring Inclusive Pedagogy. British Educational Research Journal, 37(5), 813–828. https://doi.org/10.1080/01411926.2010.501096
4. Gardner, H. (1983). Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. New York: Basic Books.
5. Kumar, S., & Sharma, P. (2021). Digital Tools for Early Detection of Emotional and Behavioral Issues in Inclusive Classrooms. Computers & Education, 164, 104126. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104126
6. Lindsay, G. (2020). Inclusive Education and the Role of Teacher Assessment. International Journal of Inclusive Education, 24(2), 123–139. https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1533152
7. Maslow, A. H. (1943). A Theory of Human Motivation. Psychological Review, 50(4), 370–396.
8. Mitra, S., & Kupper, L. (2020). Emotional Monitoring in Inclusive Schools: Technology-Assisted Approaches. Journal of Educational Technology & Society, 23(1), 45–60.
9. Murodova, A. (2019). Maxsus pedagogikada individual yondashuv va psixologik monitoring. O‘zbekiston Pedagogika Jurnali, 2(15), 34–42.
10. Raximov, N. (2021). Inkluziv ta’lim va psixo-emotsional barqarorlik. Toshkent: Fan va Texnologiya, 128 b.
11. Ro‘zieva, Sh. (2020). Inkluziv maktabda psixologik xizmatning funksional modeli. Pedagogika va Psixologiya Ilmiy Jurnali, 3(5), 57–65.
12. Shogren, K. A., Wehmeyer, M. L., & Little, T. D. (2020). Self-Determination and Emotional Well-Being in Inclusive Education. Journal of Special Education, 54(3), 164–174. https://doi.org/10.1177/0022466920917261
13. Zhao, Y., & Li, H. (2022). Biometric and AI Approaches for Emotional State Detection in Children with Special Needs. Sensors, 22(4), 1562. https://doi.org/10.3390/s22041562
14. O‘zbekiston Respublikasi Ta’lim sifatini nazorat qilish agentligi. (2022). Inkluziv ta’limni rivojlantirish konsepsiyasi (2020–2025). Toshkent: O‘QMA.
15. O‘zbekiston Respublikasi Ta’lim sifatini nazorat qilish agentligi. (2022). Umumta’lim muassasalarida psixologik xizmat faoliyati to‘g‘risida nizom. Toshkent: O‘QMA.

ISSN 3030-3907

SANOAT OQOVA SUVLARINI TARKIBINI TADQIQ QILISH VA TOZALASH USULLARI HAMDA OQOVA SUVLARINI HOLATIDAN KELIB CHIQIB TEXNIK TAVSIYALAR ISHLAB CHIQISH (SHURTAN GAZ KIMYO MAJMUASI MISOLIDA)

Murtazayev Feruzbek
Karshi State Technical University PhD,
Republic of Uzbekistan, Karshi city
E-mail: feruz.murtazayev@bk.ru
Sharofov Temurxon
Karshi State Technical University Master,
Republic of Uzbekistan, Karshi city

Annotatsiya. Mazkur maqolada gaz kimyo sanoatida oqova suvlarining hosil bo‘lishi, turlari, tozalash tizimlarning ekologik holatlarini baholash va texnik tavsiyalar ishlab chiqish bo‘yicha tahlillar olib borilgan. Maqolada oqova suvlarning atrof-muhitga ko‘rsatadigan ta’siri, mavjud tizimlarining tozalash samaradorligi va ularni yaxshilash bo‘yicha takliflar ko‘rib chiqiladi. Sanoatda hosil bo‘ladigan oqova suvlarning tarkibi, ularning tabiiy suv havzalariga chiqarilishining ekologik ta’siri va inson salomatligiga bo‘lgan xavflilik darajalari tahlil qilinadi. Shuningdek, oqova suvlarni tozalashning biologik, kimyoviy, mexanik usullari orqali amalga oshirilishi va yuqoridagi keltirilgan usulning afzalliklari hamda kamchiliklari yoritiladi. Atrof - muhitni ifloslanishdan saqlash va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish hozirgi davrning eng asosiy muammolaridan biri xisoblanadi. Suv resurslarini tejash va uni muhofaza qilish ushbu muammoni muhim yechimlaridan biridir

Kalit so‘zlar. Gaz kimyo majmuasi, ekologiya, oqova suv, aholi, iqlim o‘zgarishi, suv resurslari, tozalash tizimi, ekologik holat, ekologik xavfxatar, samaradorlik, mexanik, kimyoviy, fizik-kimyoviy, biologik-termik, rekuperatsion, destruktiv, yopiq sikl.

Abstract. This article analyzes the formation and types of wastewater in the gas chemical industry, its types, assessment of the ecological state of treatment systems, and development of technical recommendations. The article considers the impact of wastewater on the environment, the efficiency of existing systems for treatment, and proposals for their improvement. The composition of wastewater generated in the industry, the environmental impact of their discharge into natural water bodies, and the level of danger to human health are analyzed. It also discusses the implementation of wastewater treatment using biological, chemical, and mechanical methods, and the advantages and disadvantages of the above methods. Protecting the environment from pollution and rational use of natural resources are

ISSN 3030-3907

considered one of the most important problems of the modern era. Saving and protecting water resources is one of the important solutions to this problem

Keywords. Gas chemical complex, ecology, wastewater, population, climate change, water resources, treatment system, ecological state, ecological risk, efficiency, mechanical, chemical, physicochemical, biological-thermal, recuperative, destructive, closed cycle.

Аннотация. В статье анализируются образование и виды сточных вод в газохимической промышленности, их виды, оценка экологического состояния систем очистки и разработка технических рекомендаций. В статье рассматривается воздействие сточных вод на окружающую среду, эффективность существующих систем очистки и предложения по их совершенствованию. Проанализированы состав образующихся в отрасли сточных вод, воздействие их сброса в природные водоемы на окружающую среду и уровень опасности для здоровья человека. Также рассматривается внедрение очистки сточных вод биологическими, химическими и механическими методами, преимущества и недостатки вышеперечисленных методов. Охрана окружающей среды от загрязнения и рациональное использование природных ресурсов считаются одной из важнейших проблем современности. Экономия и охрана водных ресурсов – одно из важных направлений решения этой проблемы.

Ключевые слова: Газохимический комплекс, экология, сточные воды, население, изменение климата, водные ресурсы, система очистки, экологическое состояние, экологический риск, эффективность, механический, химический, физико-химический, биотермический, рекуперативный, деструктивный, замкнутый цикл.

Kirish.

Suv tabiatda sodir bo‘ladigan asosiy manbalardan biri bo‘lib, shuning bilan birga inson hayotida muhim ahamiyat kasb etadi. Sanoatda suv xomashyo va energiya manbai, sovituvchi yoki isituvchi, erituvchi, ekstragent, xom ashiyo va materiallarni tashuvchi vosita sifatida va boshqa qator ehtiyojlari uchun muhim modda hisoblanadi.

Bugungi kunda atrof-muhitni antropogen ta’sirlardan himoya qilishga dunyo miqyosida katta e’tibor berilmoqda. Atrof-muhitning asosiy manbaalari (suv, havo, tuproq)ning ifloslanishi biosferaning normal hayot faoliyatining buzilishiga, iqlim o‘zgarishiga, o‘simlik va hayvonot turlarining yo‘q bo‘lib ketishiga, aholi salomatligining yomonlashishiga olib kelmoqda. Biz bilamizki bugungi kunda ko‘plab sanoat ishlab chiqarish korxonalarida texnologik jarayonlar uchun suv manbalaridan foydalaniladi. Natijada ishlatish uchun yaroqsiz suvlar (oqova suv) manbalari hosil bo‘ladi. Korxonada ishlab chiqarishning turli jarayonlarida

ISSN 3030-3907

ishlatilgan va ma’lum darajada ifloslangan suvlarga oqova suvlar deb ataladi. Oqova suvlar qanday sharoitlarda bo‘lishiga qarab – maishiy, fekal, atmosfera va sanoat oqova suvlariga bo‘linadi. Maishiy oqova suvlar yuvinish xonalaridan, oshxonalardan va shu kabi boshqa maqsadlardan hosil bo‘ladi. Ushbu suvlar tarkibida 58% gacha organik va 42% gacha mineral moddalardan tashkil topgan aralashma holda uchraydi. Atmosfera suvlari yomg‘ir va qor yog‘ish oqibatida korxona hududlaridan oqib chiqib hosil bo‘ladi. Ular ham organik, ham noorganik mineral moddalar bilan ifloslangan bo‘ladi. Sanoat oqova suvlari suyuq chiqindilarni ifodalab, ular organik va noorganik xom ashyoni qazib chiqarishda va qayta ishlash natijasida hosil bo‘ladigan suvlarga aytiladi.

Tadqiqot natijalari. Tabiiy suv bu hech qanday antropogen ta’sir ishtirokisiz tabiiy jarayonlar natijasida sifat va miqdoriy jihatdan shakllangan suvdir.

Suvlar minerallashish darajasiga qarab (g/1 da)
chuchuk (tuzlarning umumiy miqdori < 1),
sho‘rroq (1... 10),
sho‘r (10...50)
namakob (>50) larga ajratiladi.

O‘z navbatida chuchuk suvlar kam mineral aralashmali (200 mg/1 gacha), o‘rtacha minerallashgan (200-500 mg/1) va yuqori minerallashgan suvlarga bo‘linadi. Tarkibidagi anionlar miqdori bo‘yicha suvlar gidrokarbonatli, sulfatli va xloridli aralshmalar holda bo‘ladi.

Asosiy qism. Texnologik jarayonlardagi oqova suvlarning manbalari quyidagilar natijasida hosil bo‘ladi: 1) kimyoviy reaksiyalarni borishi natijasida; 2) xomashyo va boshlang‘ich moddalar, bilan erkin yoki bog‘langan namlik ko‘rinishidagi hamda ularni qayta ishlash mobaynida ajralib chiqadigan suvlar; 3) xomashyo, mahsulotlar va qurilmalarni yuvilishi natijasida hosil bo‘luvchi yuvuvchi suvlar; 4) suvli eritmalar; 5) suvli ekstraktlar va adsorbentlar; 6) sovitish suvlari; 7) boshqa oqova suvlar: vakuum nasoslardan, aralashtirish kondensatorlaridan, gidrozol yo‘qotishidan, idishlarni, qurilmalarni va binolarni yuvilishi hisobidan hosil bo‘ladi

Oqova suvning miqdori va tarkibi ishlab chiqarishning turiga bog‘liq bo‘ladi. Oqova suvlar turli birikmalar bilan ifloslangan bo‘lishi mumkin. Ishlab chiqarishning oqova suvlarida erigan noorganik va organik moddalardan tashqari kolloid aralashmalar, hamda zichligi suv zichligidan katta yoki kichik bo‘lgan muallaq dag‘al va mayda dispersli aralashmalar uchrashi mumkin.

Qashqadaryo viloyatining G‘uzor tumanida joylashgan “O‘zbekneftgaz” aksiyadorlik jamiyati tarkibiga kiruvchi “Shurtan gaz kimyo majmuasi” MChJ O‘zbekistonning eng yirik ishlab chiqarish korxonalaridan hisoblanadi. Majmua

ISSN 3030-3907

polietilen, suyultirilgan gaz, yengil kondensat, oltingugurt, tozalangan tabiiy gaz va boshqa turdagi tayyor polietilen mahsulotlar ishlab chiqaradi.

“Shurtan gaz kimyo majmuasi” MChJ ning obyektlarini suv bilan ta’minlash manbalari: Qarshi magistral kanali, Qarshi shahar suv ta’minoti tarmoqlari va “Talimarjon IES” hisoblanadi. Korxonaning umumiy suv talabi 101919,7 m^3/sutka yoki 25292,2 ming m^3/yil ni tashkil qiladi. Korxonada suv ishlab chiqarish, maishiy ehtiyojlar va sug‘orish uchun ishlatiladi. Shuningdek, “Shurtan gaz kimyo majmuasi” MChJ suvni boshqa tashkilotlarga ham o‘tkazadi. Chiqarilgan oqava suvlarning umumiy hajmi 9486,5 m^3/sutka yoki 3462,6 ming m^3/yil ni tashkil qiladi.

“Shurtan gaz kimyo majmuasi” MChJ ning sanoat va maishiy oqava suvlarini kompleks tozalash “6400-agregat” da amalga oshiriladi. Chiqindi suvlar “6400-agregat” ning tozalash inshootlariga quyidagi tarzda ta’riflangan uchta oqimda yetkazib beriladi:

- hajmi 18 m^3/soat bo‘lgan kimyoviy tarkibli oqova suvlar;
- hajmi 36 m^3/soat bo‘lgan yog‘li oqova suvlar;
- 40 m^3/soat hajmdagi maishiy chiqindi suvlar.

Ifloslangan oqova suvlar miqdorini kamaytirishning quyidagi yo‘llari mavjud:

Sanoat oqova suvlarini tozalash usullari. Quyosh radiatsiyasi va iflos suvga toza suv kelib quyilishi natijasida suv qaytadan tozalanadi. Turli bakteriya, zamburug‘ va suv o‘tlari suvni qayta tozalashda faol agentlardan hisoblanadi. Suv turli iflos moddalarga haddan tashqari to‘yingan bo‘lsa, u holda uni tozalash uchun turli mustaqil yoki kompleks usullardan foydalanish ma’qul hisoblandi. Suv ta’minotining yopiq tizimini hosil qilish uchun sanoat oqova suvlari mexanik, kimyoviy, fizik kimyoviy, biologik va termik tozalash usullari orqali korxona turiga qarab suvning zarur sifatiga qadar tozalanadi. Bundan tashqari, qayd qilingan usullar rekuperatsion va destruktiv usullarga ajratiladi.

Rekuperatsion usullar oqova suv tarkibidagi barcha qimmatbaho moddalarni ajratib olib, so‘ngra qayta ishlatishga qaratilgan bo‘lsa destruktiv usulda esa suvni ifloslantiruvchi moddalardan oksidlash yoki qaytarish usullari yordamida parchalantirish hisobiga amalaga oshiriladi. Parchalash mahsulotlari esa suvdan gaz yoki cho‘kma ko‘rinishida ajratib olinadi. Tozalash usullarini tanlash quyidagi omillarni hisobga olgan holda bajarish maqsadga muvofiq hisoblandi:

1) qayta ishlatishni hisobga olgan holda tozalangan suvga qo‘yiladigan sanitar va texnologik talablar;
2) oqova suv miqdori;

ISSN 3030-3907

3) korxonada zararsizlantirish jarayoni uchun zarur bo‘lgan energetik va moddiy resurslar miqdori (bug‘, yoqilg‘i, siqilgan havo, elektr energiya, reagent, sorbentlar), shuningdek, tozalash qurilmasi va inshootlari uchun zarur maydon.

Sanoat va maishiy oqova suvlar tarkibida suvda eriydigan va erimaydigan moddalarning muallaq zarrachalari bo‘ladi. Muallaq iflosliklar qattiq yoki suyuq holda bo‘lib, dispers sistemani hosil qiladi. Zarracha o‘lchamlariga ko‘ra dispers sistemalarni 3-guruhga bo‘lish mumkin:

1) zarracha o‘lchamlari 0,1 mkm dan yuqori bo‘lgan dag‘al dispers (suspenziya va emulsiyalar) sistemalar;

2) zarracha o‘lchamlari 0,1 mkm; dan 1 nm gacha boigan kolloid sistemalar;

3) alohida molekula yoki ion o‘lchamlariga mos keluvchi zarrachalari bo‘lgan chin eritmalar turlariga bo‘linadi.

Oqova suv tarkibidan muallaq zarrachalarni ajratib olish uchun gidromexanik jarayonlar, kolloid dispers sistemalar uchun fizik kimyoviy, organik va anorganik eritmalarni ajratish uchun kimyoviy jarayonlardan foydalaniladi. Bu jarayonlarni tanlash zarracha o‘lchamiga, fizik kimyoviy xossasiga, ularning suvdagi konsentrasiyasiga, oqova suv sarfiga bog‘liq. Shuning uchun oqova suvlarni tozalashda quyidagi usullarni qo‘llash maqsadga muvofiq hisoblanadi:

1. Mexanik (suzish, tindirish, cho‘ktirish, filtrlash, sentrifugalash va h.k.).
2.Fizik-kimyoviy (adsorbsiyalash, koagullash, flokullash, flotasiya, ion-almashinish, ekstraklash va h.k.).
3. Kimyoviy (neytrallash, oksidlanish, qaytarilish).
4. Biokimyoviy (aerob, anaerob sharoitlarda).
5. Termik (yuqori harorat ishtirokida). Bu usullar ham o‘z navbatida turli xildagi tozalash jarayonlariga bo‘linadi. Oqova suvlarni tozalashda, birinchi navbatda, mexanik usuldan foydaniladi.

Oqova suvlarni mexanik usulda tozalash. Oqova suvlarni tozalashning mexanik usulida oqova suv tarkibidagi erimagan mineral va organik aralashmalar ajratiladi. Sanoat oqova suvlarini mexanik tozalashda fizik-kimyoviy, kimyoviy, biologik va termik usullardan birini qo‘llab, suvni yuqori darajada tozalashga erishishga harakat qilinadi. Mexanik usullar bilan tozalash oqova suvlar tarkibidagi muallaq moddalarni 90+95% gacha ajratib olishda va organic ifloslanishini 20-25% gacha kamaytirishni ta’minlash mumki. Oqova suvni tozalashda diametri turlicha kattalikdagi panjaralar yordamida suzib olish, tindirish, tiniqlashtirish, filtrlash va sentrifugalash kabi jarayonlardan foydalaniladi. Suv tozalash inshootlarining hajmiy kattaligi, ularning turi asosan oqova suvning miqdori, tarkibi va xossalariga, shuningdek, suvga keying ishlov berish jarayonlariga bog‘liq bo‘ladi. Oqova suvni to‘liq tindirish uchun to‘rsimon barabanli filtrlar yoki mikrofiltrlar hamda yuqori bosimli filtrlar, penopoliuretanli yoki penoplastli suzib

ISSN 3030-3907

yuruvchi filtrlar ishlatiladi. Bunda oqova suvlarni kimyoviy moddalarni qo‘llamasdan tozalanadi. Oqova suvlarni muallaq zarrachalardan tozalash usulini tanlash jarayon kinetikasini hisobga olgan holda amalga oshiriladi. Sanoat oqova suvlaridagi muallaq zarrachalarning o‘lchami juda katta chegaralarda (zarrachalarning diametri 2+1 mkm dan 5+1 mkm gacha) bo‘lishi mumkin. O‘lchami 10 mkm gacha bo‘lgan zarrachalar uchun oxirgi cho‘kish tezligi 10^{-2} sm/s dan kichik bo‘ladi. Agar zarrachalar yirik bo‘lsa (diametri 30—50 mkm va undan katta), u holda Stoks qonuniga muvofiq ular tindiriladi (ixtiyoriy cho‘kish - gravitatsion kuchlar ta’sirida) yoki suzib olinadi. Shuni qayd etish lozimki, suv tarkibidagi aralashmalarning konsentratsiyasi ko‘p bo‘lsa tindirish agar konsentratsiyasi kichik bo‘lsa, suzib olish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Gaz kimyo sanoatida asosan tindirish usulidan foydalaniladi.

Tindirish usuli oqova suv tarkibidagi dag‘al dispers aralashmalarni cho‘ktirishda ishlatiladi. Cho‘ktirish og‘irlik kuchi ta’sirida olib boriladi. Jarayonni olib borish uchun qumtutgich, tindirgich va tiniqlashtirgichlar qo‘llaniladi. Tiniqlashtirgichlarda bir vaqtning o‘zida tindirish bilan birga oqova suvni muallaq zarrachali qatlamdan o‘tkazish ham amalga oshadi. Oqova suvlardagi turli shakl va o‘lchamga ega bo‘lgan muallaq zarrachalarning fizik xossalari cho‘ktirish jarayonida o‘zgaradi.

Filtrlash usuli oqova suv tarkibidagi mayda dispers qattiq yoki suyuq moddalarni ajratib olish uchun qo‘llaniladi. Chunki ularni tindirish usuli bilan ajratib olish qiyin.

Oqova suvlarni fizik-kimyoviy tozalashga koagullash, flokullash, adsorbsiyalash, ionalmashinish, ekstraksiyalash, rektifiksiyalash, bug‘latish, distillash, teskari osmos, ultrafiltrlash, kristallash, desorbsiyalash kabi usullar kiradi. Bu usullar oqova suvlar tarkibidagi mayda dispers zarrachalardan (qattiq va suyuq), erigan gazlardan, mineral va organik moddalardan tozalashda qo‘llaniladi.

Flotatsiya Oqova suvdan erimaydigan va o‘zi mustaqil cho‘kadigan aralashmalarni ajratib olish uchun flotatsiya usuldan foydalaniladi. Ba’zan erigan moddalar, masalan sirt faol moddalar (SFM) ni ajratib olishda ham bu jarayon qo‘llaniladi. Bu jarayon ko‘pikli quyultirish deb ataladi. Neft va gazni qayta ishlash, sun’iy tola, sellulozaqog‘oz ishlab chiqarish, teri oshlash, mashinasozlik, oziq-ovqat, kimyo sanoati oqova suvlarini tozalashda flotatsiya qo‘l keladi. Biokimyoviy tozalashdan so‘ng faol loyqani ajratib olishda ham bu usuldan foydalaniladi.

Ion-almashinish usuli bilan tozalashga misollar. Metall ionlarini ajratib olish ularning suvdagi konsentratsiyasiga, pH ga, suvning umumiy minerallashuviga, kalsiy va temir ionlarining miqdori hamda konsentratsiyasiga

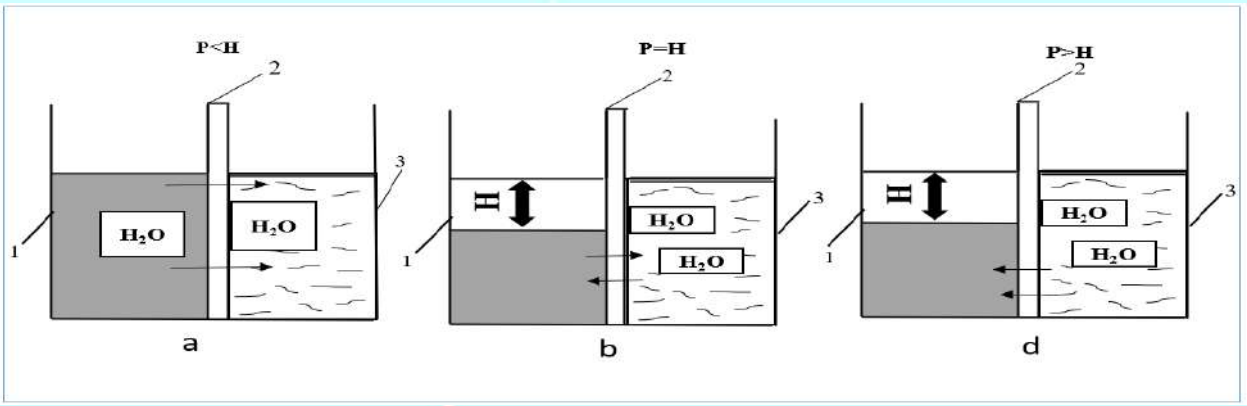
ISSN 3030-3907

bog‘liq. Metallarni rekuperatsiyalash uchun kuchli (H-shaklda) va kuchsiz (Na-shaklda) kislotali kationitlar ishlatiladi.

Teskari osmos va ultrafiltrlash Osmotik bosimdan yuqori bosimda yarimo‘tkazuvchi membranalar orqali eritmalarni filtrlash jarayoni teskari osmos va ultrafiltrlash deb ataladi (3.13-rasm). Membrana o‘zidan erituvchi molekulalarini o‘tkazadi, shu bilan birga erigan moddalarni ushlab qoladi. Teskari osmosda erituvchi molekulalarning o‘lchamidan katta bo‘lmagan zarrachalar ajratiladi. Ultraffltrlashda alohida zarrachalaming o‘lchami dz odatda kattaroq. Quyida bu jarayonlarning qo‘llanilish chegaralari keltirilgan. Jarayon Teskari osmos Ultrafiltrlash Makrofiltrlash dz, mkm 0,0001-0,001 0,001-0,02 0,02-10 Bu jarayon oddiy filtrlashdan mayda o‘lchamli zarrachalaming ajralishi bilan farq qiladi.

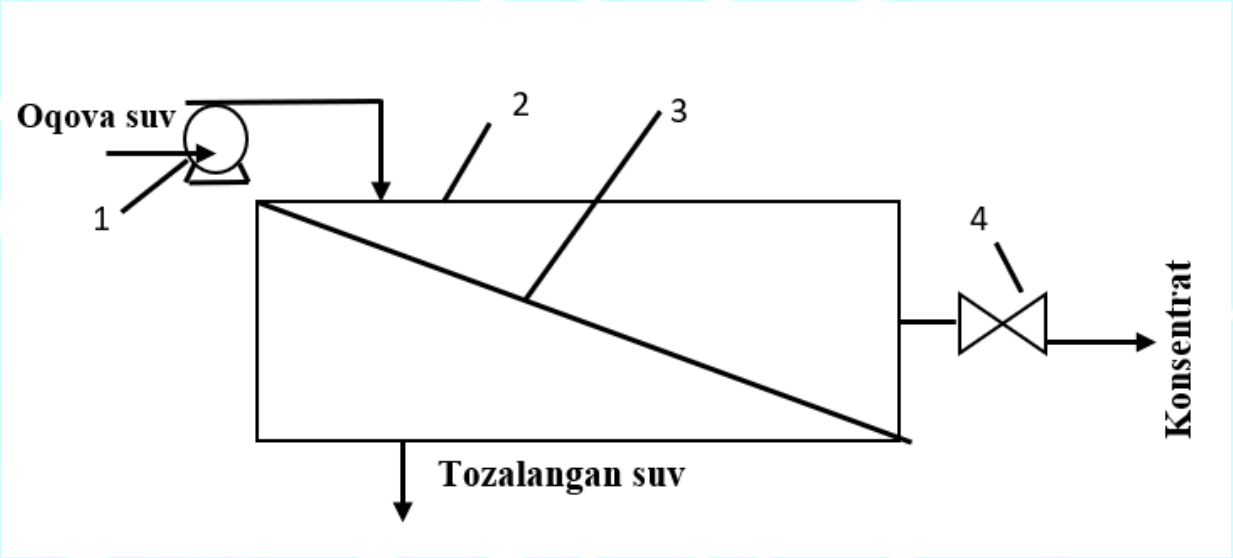
Teskari osmos jarayonini olib borish uchun kerak bo‘lgan bosim ultrafiltrlash jarayoniga kerak bo‘lgan bosim (0,-0,5 MPa) ga qaraganda ancha yuqori (6-10 MPa). Teskari osmos issiqlik elektrstansiyalarida suvni tuzsizlantirishda va turli sanoat korxonalarida (yarim o‘tkazgichlar, kineskoplar, dori-darmon ishlab chiqarishda va h.k.) hamda shahar oqova suvlarini tozalashda ishlatiladi.

Teskari osmosning eng sodda qurilmasi yuqori bosimli nasos va ketma-ket ulangan moduldan (membranali element) iborat (3.14- rasm). Usulning afzalliklari: iflosliklar ajralishida fazalarga ajratish shart emasligi, energiya sarfi kamligi, kimyoviy reagentlarsiz yoki kam miqdorda reagent qo‘shish bilan xona haroratida olib borish mumkinligi; qurilma tuzilishining soddaligi Usulning kamchiligi: membrananing tashqi yuzasidd erigan moddalar konsentratsiyasining ortishi bilan yuzaga keluvchi konsentratsion qutblanishning hosil bo‘lishidir Bu holat qurilmaning ish mahsuldorligining kamayishiga, komponentlarning parchalanish bosqichi pasayishiga va membrananing ishlash muddatining kamayishiga olib keladi.



Osmos sxemasi (H- osmotik bosim, P- ishchi bosim) a-to‘g‘ri osmos; b-osmotik tengli; d-teskari osmos. 1-toza suv; 2-membrana; 3-eritma.

ISSN 3030-3907



Teskari osmos qurilmasining chizmasi
1-yuqori bosimli nasos; 2-teskari osmos moduli; 3-membrana; 4-chiquvchi klapan.

Jarayonning samaradorligi qo‘llanilayotgan membranalarning xossalariga bog‘liq. Ular quyidagi afzalliklarga ega bo‘lishi kerak: yuqori ajratish xususiyatiga (tanlovchanlikka), yuqori solishtirma mahsuldorlikka (o‘tkazuvchanlikka), muhitning ta’siriga chidamli bo‘lishi, ishlash jarayonida xususiyati o‘zgarmasligi, mexanik zichlikka ega bo‘lishi, tannarxi past bo‘lishi kerak.

“Shurtan gaz kimyo majmuasi” MChJ da kuniga 360 m^3 oqova suvlar tozalanadi. Hozirda ushbu tozalash inshootining quvvatini kuniga 1000 m^3 ga yetkazish orqali zamonaviy tozalash inshootini qurish rejalashtirilgan. Loyihaga asosan, inshootga kirish hududidagi zamonaviy tangensial qum tutgich kompakt qurilmasi, mavjud inshootni temir beton konstruksiyali oqovalarni qabul qilish, taqsimlash, aerotenka, birlamchi va ikkilamchi tindirgichlarni qurish ishlari olib borildi. Mavjud uskunalarni zamonaviy energiya tejamkorlarga almashtirildi. “Shurtan gaz kimyo majmuasi” MChJ da oqova suvlarni tozalashning bir necha turli xil usullaridan foydalaniladi. Biologik tozalash samaradorligini oshirish maqsadida zamonaviy havo aeratorlari va oqovalarni zararsizlantirishning oxirgi bosqichida kimyoviy reagentlar o‘rniga, Janubiy Koreya texnologiyasi asosida ultra binafsha nur orqali tozalaydigan uskunlari keltirilgan. Tozalash inshooti ishga tushganidan buyon tozalangan oqova suvlarni doimiy monitoringgini olib borish orqali majmuaga qarashli sanitariya himoya zonasida barpo etilgan daraxtzorlarni sug‘orish uchun ishlatilib kelinmoqda. Shuningdek majmuadagi 152 ga maydonda barpo etilgan daraxtzorlarda an’anaviy sug‘orish usulidan voz kechilib, tomchilatib sug‘orish tizimi joriy etilgan.

Xulosa. Hozirgi kunda dunyo miqiyosida sanoat rivojlanishi, dunyo axolisi sonining ortishi, iqlim o‘zgarishlari tufayli yuzaga kelayotgan global muammolar hamda dunyoda sanoatlashish va suv zaxiralarini bir tekis tarqalmagani, suv

ISSN 3030-3907

zaxiralari miqdorining cheklanganini inobatga olgan xolda nafaqat sanoat balki boshqa turdagi oqava suvlarni chuqur qayta ishlash juda muhim sanaladi. Shuningdek sug‘orish tizimlarini tomchilash mexanizmiga o‘tkazish boshqa turtdagi ishlab chiqarish jarayonlarida esa maksimal darajada suv aylanishining yopiq, intensive sikliga o‘tkazish lozim.

Sanoat oqava suvlarini tozalashda esa chiqayotgan chiqindi suvning tarkidan kelib chiqib tozlash usullarini tanlash maqsadga muvofiq bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Turobjonov S.M., Tursunov T., Pulatov X. Oqova suvlarni tozalash texnologiyasi. Darslik. -T.: Musiqa, 2010. -256 b.
2. Musayev M. Sanoat chiqindilarini tozalash texnologiyasi asoslari. Darslik. -T.: O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati nashriyoti, 2011. – 500 b.
3. Baxtiyorov M., Ismoilov S. Ekologik xavfsizlik va sanoat oqova suvlarining tozalash tizimlari. Toshkent: O‘zbekiston Fanlar Akademiyasi. 2023.
4. Environmental Protection Agency (EPA). 2019. Guidelines for Industrial Wastewater Management.
5. Smith J., Harris T. Industrial Wastewater Treatment and Disposal. Environmental Science and Technology Journal. 2018.
6. Williams R. Advances in Industrial Water Treatment Technologies. Springer Publishing. 2020.
7. “Sho‘rtan gaz-kimyo majmuasi” mas’uliyati cheklangan jamiyati uchun oqava suvlar bilan ifloslantiruvchi moddalarning ruxsat etilgan tashlanmalarning ekologik normativ loyihasi.
8. https://sgcc.uz/
9. Qodirova, D., Abdullayev, A., & Mirzabuvayev, M. (2022). Ishlab chiqarish korxonalarida hosil bo‘ladigan chiqindi suvlarni tozalash va qayta ishlash usullarini o‘rganish. Science and innovation, 1(A4), 240-247.
10. Murtazoyevich, T. R. U. B., & Qizi, Z. O. U. (2024). Sanoat oqova suvlari va tozalash tizimlarining ekologik holatini baholash hamda texnik tavsiyalar ishlab chiqish (shurtan gaz kimyo majmuasi misolida). Central Asian Journal of Academic Research, 3(2-2), 5-8.

ISSN 3030-3907

BUTIN-2-DIOL-1,4 NING STEARIN KISLOTA BILAN MURAKKAB EFIRLARINI SINTEZI

Nizamov Isomiddin G‘iyos o‘g‘li
Nizomiy nomidagi O‘zMPU Kimyo kafedrasi o‘qituvchisi
E-mail: isomiddin.nizamov@mail.ru

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot ishida atsetilen spirtlarining kimyoviy o‘zgarishlari haqida umumiy ma’lumotlar keltirilgan. Xususan, butin-2-diol-1,4 moddasining fizik-kimyoviy xossalari va uning reaksion qobiliyati tahlil qilingan. Mavzuga tegishli mahalliy va chet el adabiyotlari o‘rganib chiqilgan. Bundan tashqari, butin-2-diol-1,4 ning stearin kislotasi bilan ta’sirlashish jarayoni batafsil o‘rganilgan. Reaksiya sharoitlari, reaksiyaning borish mexanizmlari va butin-2-diol-1,4 distearat hosil bo‘lish jarayonlari tavsiflangan. Butin-2-diol-1,4 distearatni sintez qilish bosqichlari, jumladan erituvchilar, katalizatorlar, harorat va reaksiya davomiyligi tanlovi haqida ma’lumotlar berilgan. Olingan ma’lumotlar butin-2-diol-1,4 distearatning turli kimyoviy birikmalar, jumladan, sirt faol moddalar, plastifikatorlar va boshqa maxsus materiallar ishlab chiqarishdagi xomashyo yoki oraliq mahsulot sifatidagi qo‘llanilish imkoniyatlarini baholash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: butin-2-diol-1,4, mutakkab efir, sintez, stearin kislota, katalizator, eterifikatsiya

Аннотация. В данной исследовательской работе представлены общие сведения о химических превращениях ацетиленовых спиртов. В частности, были проанализированы физико-химические свойства вещества Бутин-2-диол-1,4 и его реакционная способность. Изучена отечественная и зарубежная литература по теме. Кроме того, подробно изучен процесс взаимодействия Бутин-2-Диола-1,4 со стеариновой кислотой. данной исследовательской работе представлены общие сведения о химических превращениях ацетиленовых спиртов. В частности, были проанализированы физико-химические свойства вещества Бутин-2-диол-1,4 и его реакционная способность. Изучена отечественная и зарубежная литература по теме. Кроме того, подробно изучен процесс взаимодействия Бутин-2-Диола-1,4 со стеариновой кислотой. Описаны условия реакции, механизмы протекания реакции и процессы образования Бутин-2-диол-1,4-дистеарата. Дана информация о стадиях синтеза Бутин-2-диол-1,4-дистеарата, включая выбор растворителей, катализаторов, температуры и продолжительности реакции. Полученные данные позволяют оценить возможности применения Бутин-2-диол-1,4-дистеарата в качестве сырья или промежуточного продукта при производстве различных химических соединений, включая поверхностно-активные вещества, пластификаторы и другие специальные материалы.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: бутин-2-диол-1,4, сложный эфир, синтез, стеарин кислота, катализатор, этерификация

Annotation. In this research work, general information about chemical changes in acetylene alcohols is presented. In particular, the physicochemical properties of the substance Butine-2-diol-1,4 and its reactivity have been analyzed. Local and foreign literature related to the topic has been studied. In addition, the process of interaction of Butine-2-diol-1,4 with stearic acid has been studied in detail.n this research work, general information about chemical changes in acetylene alcohols is presented. In particular, the physicochemical properties of the substance Butine-2-diol-1,4 and its reactivity have been analyzed. Local and foreign literature related to the topic has been studied. In addition, the process of interaction of Butine-2-diol-1,4 with stearic acid has been studied in detail. Reaction conditions, the mechanisms of the reaction to go, and the processes of formation of Butine-2-diol-1,4 distearate have been described. Steps for the synthesis of Butine-2-diol-1,4 distearate have been reported, including the choice of solvents, catalysts, temperature, and reaction duration. The data obtained makes it possible to assess the possibilities of application of Butine-2-diol-1,4 distearate as a raw material or intermediate product in the production of various chemical compounds, including surfactants, plasticizers and other special materials.

Key words: butyn-2-diol-1,4, advanced ester, synthesis, stearin acid, catalyst, etherification

Kirish

Butin-2-diol-1,4 to‘yingan bir asosli karbon kislotalar bilan o‘zaro tasirlashishi natijasida karbon kislotaning miqdoriga qarab mono va di efirlarini hosil qilishi mumkin. Bu jarayonda butin-2-diol-1,4 to‘yingan bir asosli karbon kislotalar bilan 1:1 mol nisbatda reaksiyaga kirishsa butin-2-diol-1,4 ning mono efirlari hosil bo‘ladi ya’ni bu jarayonda dioldagi bitta OH guruhi karbon kislota bilan o‘zaro tasirlashishi mumkin. Agar shu jarayonni o‘zida butin-2-diol-1,4 to‘yingan bir asosli karbon kislotalar bilan 1:2 mol nisbatda reaksiyaga kirishsa butin-2-diol-1,4 ning di efirlari hosil bo‘ladi ya’ni dioldagi ikkita OH guruhi ham karbon kislotadagi karboksil guruhi bilan o‘zaro tasirlashishi mumkin. Ushbu kimyoviy jarayonlar etirifikatsiya reaksiyasi hisoblanib diol va karbon kislota tasirlashuvidan murakkab efir va suv hosil bo‘ladi. Shuning uchun katalizator sifatida suvni o‘ziga tortadigan moddalardan ya’ni sulfat kislota yoki $ZnCl_2$ kabi moddalardan foydalanish samarali hisoblanadi. Bu jarayonda ushbu moddalar reaksiya jarayonida ajralib chiqayotgan suvni o‘ziga tortib jarayonni mahsulot unumi hosil bo‘lishi tomonga siljitadi [1, 2].

ADABIYOTLAR TAHLILI

ISSN 3030-3907

Dunyoda atsetilen birikmalar va ularning turli hosilalari asosida fungitsidlar, vitaminlar, gormonlar, biotsidlar va ingibitorlar sintez qilish usullarini aniqlash, jarayonlar borishi va mahsulot unumiga turli omillarning ta'sirini o'rganish, ularning fizik-kimyoviy, farmokologik, ekologik va biologik xossalarini o'rganish, tarkibi va tuzilishini aniqlash, xususiy va kvant-kimyoviy tavsiflari, texnik shartlari va talablarini ishlab chiqish bo'yicha keng qamrovli tadqiqotlar bajarilmoqda. Bu borada, atsetilen spirtlari, diollari va ular asosida olingan murakkab efirlarni sintez qilish usullari va ishlab chiqarish texnologiyalarini yaratish, ularning fizikaviy, kimyoviy, energetik va mexanik xossalarini, kimyoviy o'zgarishlari va faolliklarini tadqiq qilish, ulardan yangi avlod ingibitorlari, biotsitlar, bo'yoqlar, erituvchilar va polimer kompozitlar sifatida foydalanishga alohida e'tibor berilmoqda [3; 85-90 b. 4; 66-74 b. 5; 1352-1357 b.].

Atsetilen spirtlari tarkibida uchbog'ining mavjudligi sababli ularning gidrogenlanish reaksiyalari muvaffaqiyatli amalga oshirilgan. Butin-2-diol-1,4 ikki atomli spirt ya'ni glikollar sinfiga mansub bo'lib yuqori reaktiv va barqaror modda hisoblanadi. Ushbu modda tarkibidagi uch bog' hamda gidroksil guruhlari hisobiga oksidlanish, polimerlanish, almashinish, birikish kabi kimyoviy reaksiyalarga faol kirishadi. Ayniqsa galogenlar, karboksilik va dikarboksilik kislotalar, vodorod xlorid va vodorod sulfidi, ammiak, kislorod, vodorod, metallar, ishqorlar bilan o'zaro ta'sir qiladi. 1,4-butandiol (BDO), 1,4-butindiol (BYD) ning gidrogenlash mahsuloti bo'lib muhim organik kimyoviy xom ashyo hisoblanadi. BYD ning sanoat gidrogenatsiyasining asosiy muammolari yuqori bosim va katalizatorni deaktivatsiya qilishdir [6]. 2012-yilda Z.K. Kairbekov va boshqalar tomonidan butindiol-1,4 gidrogenlash jarayonining kengaytirilgan sinovlarini o'tkazilgan. Kengaytirilgan sinovlar natijalari shuni ko'rsatdiki, butindiol-1,4 gidrogenlash jarayonida SKN-39 qotishma katalizatoridan foydalanganda jarayonning selektivligi va mahsulot tozaligi oshadi [7; 19-21 b.]. Gaudino E.C. va boshqalar tomonidan yangi qo'rg'oshinsiz Pd/Boehmit katalizatorlari bilan 2-butin-1,4-diol, difenilatsetilen va fenilasetilenning mikroto'lqinli pechda qisman gidrogenatsiyasi o'rganilgan [8; 220-224 b.]. 2022-yilda N.I. Skripov tomonidan yengil sharoitlarda aylanish chastotasi bo'yicha Ziegler tipidagi tizimlardan ustun bo'lgan 2-butin-1,4-diolning kimyoselektiv gidrogenatsiyasi uchun Pd-P zarrachalariga asoslangan samarali katalizator tizimlari taklif qilingan. Fosforning palladiy nanozarralari tarkibiga kiritilishi deyarli 100% 2-buten-1,4-diol selektivligini 90% gacha alkindiol konversiyasini saqlab turishga imkon beradi va uch va qo'sh bog'larning gidrogenlanish tezligi o'rtasidagi nisbatga ta'sir qiladi [9; 197-206 b.].

NATIJALAR

Tajriba qismi

ISSN 3030-3907

Butin-2-diol-1,4 ning yuqori molekular to‘yingan bir asosli karbon kislotalar bilan hosil qiladigan murakkab efirlaridan biri hisoblangan butin-2-diol-1,4 distearatning sintezi uchun butin-2-diol-1,4 va stearin kislotani 1:2 mol nisbatda olib tasirlashtiriladi.

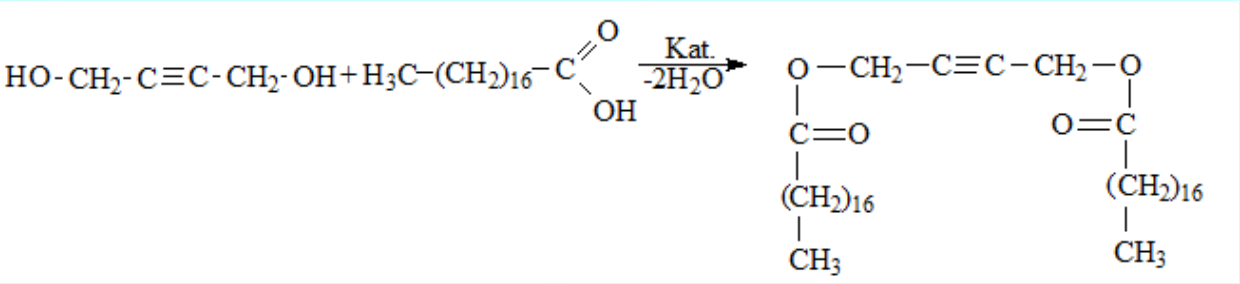
Stearin kislota to‘yingan yuqori molekulali bir asosli karbon kislota hisoblanib quyi molekulali karbon kislotalarga nisbatan kuchsiz kislotalik (karbon kislotalarning molekulyar massasi ortgan sari ularning kislotalik xossasi kamayib boradi) xossasini namoyon qilganligi sababli uning butin-2-diol-1,4 bilan eterifikatsiya reaksiyasi quyi molekulali karbon kislotalarnikiga qaraganda biroz sekinroq boradi. Shu sababli jarayonning borishi uchun harorat, katalizator va erituvchi miqdorini to‘g‘ri talash kerak. Shuning uchun bu jarayonda katalizator sifatida konsentrlangan sulfat kislota tanlab olindi.

Kerakli reaktiv va jihozlar

Ushbu sintez jarayonini amalga oshirish uchun kerakli jihozlarga maxsus elektr isitish pechi, 500 ml hajmdagi yuqori haroratga chidamli kolbalar, maxsus elektr isitish pechi, suvutgichlar, analitik tarozi, voronkalar, ajratish voronkasi, indikator qog‘ozlari va pipetkalar kerak bo‘ladi. Jarayonni amalga oshirish uchun kerakli bo‘lgan reaktivlarga esa butin-2-diol-1,4, stearin kislotasi, konsentrlangan sulfat kislotasi, qurituvchi sifatida K_2CO_3, erituvchi sifatida benzol kabi moddalar kerak bo‘ladi.

Ishni borish tartibi

Butin-2-diol-1,4 ning stearin kislota bilan 1:2 mol nisbatda tasirlashganda jarayon quyidagi reaksiya tenglamasi bo‘yicha boradi.



Butin-2-diol-1,4 ning stearin kislota bilan tasirlashish jarayoni boshqa quyi molekulali to‘yingan monokarbon kislotalar bilan tasirlashish jarayoniga qaraganda biroz sekinroq boradi va amalda yuqoriroq harorat talab qiladi.

Ushbu jarayonni 500 ml hajmli haroratga chidamli kolbada amalga oshiriladi. Ushbu kolba haroratni nazorat qila oladigan isitgichli magnitli aralashtirgichga o‘rnatiladi va unga lovushka (dinastarka) orqali qaytarma sovutgich o‘rnatiladi. Dastlab kolbaga erituvchi sifatida 200 ml benzol solinib unga 12,9 g (0,15 mol, ρ = 1.11 g/ml, 11,62ml) butin-2-diol-1,4 kristallari solinadi hamda unga mos ravishda 1:2 mol nisbatda reaksiyaga kirishib butin-2-diol-1,4 distearat hosil bo‘lishi uchun 85,2 g (0,3 mol, ρ=0,849 g/ml 100,35ml) izovalerian

ISSN 3030-3907

kislota kristallari va katalizator sifatida 2 ml konsentrlangan sulfat kislota solinadi. Keyin reaksiya jarayonida moddalarni bir xil meyorda aralashtirib turish uchun kolba ichiga ustki qismi kimyoviy ta’sirga va temperaturaga chidamli qoplama bilan himoyalangan magnit solinadi hamda kolba isitgichli magnitli aralashtirgich ustiga joylashtiriladi. Undan keyin isitgichli magnitli aralshtirgich yordamida aralshtirib turilgan holda sekin astalik bilan qizdirib boriladi. Harorat 70-80 ^{0}C ga ko‘tarilganda suyuqlik ichidagi butin-2-diol-1,4 bo‘laklari va stearin kislota kristallari sekin astalik bilan eriy boshlaydi. Haroratni 100 ^{0}C ga ko‘targanda aralashma qaynay boshlaydi. Qaynash jarayonida erituvchi sifatida ishlatilgan benzol va reaksiya natijasida hosil bo‘lgan suv bug‘lanib chiqa boshlaydi va qaytar sovutgich orqali kondensatlanib lovushkaga tusha boshlaydi. Bu jarayonda lovushkada yig‘ilgan suv hamda benzol ikkita qatlam hosil qiladi va qatlamning yuqori qismida benzol va pastki qismida suv ajraladi. Shu sababli ajralib chiqayotgan suv miqdoridan reaksiyaning borayotganini, uning tezligi va unumini aniqlash mumkin.

Reaksiya natijasida 72 % unum bilan 66,744 g butin-2-diol-1,4 disterati olindi hamda qo‘shimcha mahsulot sifatida 3,888 g suv ajralib chiqdi. Olingan murakkab efirning xususiy, fizik-kimyoviy, energetik, kvant-kimyoviy va spectral xarakteristikalari aniqlangan.

MUHOKAMA

Butin-2-diol-1,4 ning stearin kislotasi bilan tasirlashib murakkab efir hosil bo‘lish jarayoni unumini oshirish uchun reaksiya natijasida hosil bo‘layotgan suvni reaksion aralashmadan chiqarib turish kerak. Agar suvni reaksion aralashmadan chiqarib turilmasa eterifikatsiya reaksiyasiga teskari bo‘lgan jarayon ya’ni murakkab efir gidrolizi jarayoni ketadi va efir hosil bo‘lish unumi pasayib ketadi. Katalizator sifatida sulfat kislotadan foydalanish ishning samaradorligini oshishiga xizmat qiladi.

XULOSA

Ushbu tadqiqot ishida atsetilen spirtlari, xususan, butin-2-diol-1,4 ning kimyoviy xossalari, reaksion qobiliyati va uning stearin kislotasi bilan o‘zaro ta’sirlashuvi o‘rganildi. Tadqiqot davomida butin-2-diol-1,4 ni stearin kislotasi bilan 1:2 mol nisbatda reaksiyaga kiritish orqali murakkab efir - butin-2-diol-1,4 distearatni sintez qilish imkoniyati eksperimental jihatdan isbotlandi.

Olib borilgan tajribalar shuni ko‘rsatdiki, yuqori molekulali stearin kislotaning nisbatan past kislotaligi tufayli uning butin-2-diol-1,4 bilan esterifikatsiya reaksiyasi quyi molekulali karbon kislotalarga nisbatan sekinroq kechadi. Shu sababli jarayon samaradorligini oshirish maqsadida erituvchi sifatida benzol va katalizator sifatida konsentrlangan sulfat kislotasi qo‘llanildi.

ISSN 3030-3907

Optimal sharoitlarda (100°C gacha qizdirish, qaytar sovutgich ostida) olib borilgan sintez natijasida 72 % unum bilan 66,744 g butin-2-diol-1,4 distearat olindi. Reaksiya davomida qo‘shimcha mahsulot sifatida 3,888 g suv ajralib chiqdi. Olingan murakkab efirning fizik-kimyoviy, kvant-kimyoviy va spektral tavsiflari aniqlanib, uning tuzilishi va sifat ko‘rsatkichlari tasdiqlandi.

Tadqiqot natijalari butin-2-diol-1,4 va uning hosilalari asosida yangi murakkab efirlarni sintez qilish, ularni turli sohalarda, jumladan, sirt faol moddalar, plastifikatorlar, erituvchilar, polimer kompozitlar va boshqa maxsus kimyoviy materiallar sifatida qo‘llash imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Turg‘unov, E., Nizamov, I., & Sodiqov, M. (2023). BUTIN-2-DIOL-1, 4 OLINISHI VA UNING XOSSALARI. Theoretical and experimental chemistry and modern problems of chemical technology, 1(01).
2. URL: https://ojs.qarshidu.uz/index.php/ch/article/view/63
3. Тургунов, Э., Холмуродова, Л. Э., & Джумагулов, Ш. Х. (2018). Каталитическое галогенирование ацетиленовых моно-и диаминов. Universum: химия и биология, (4 (46)), 16-23.
4. URL:https://cyberleninka.ru/article/n/kataliticheskoe-galogenirovanie-atsetilenovyh-mono-i-diaminov
5. Содиков, М. К., Хужаназарова, С. Р. К., & Тургунов, Э. (2021). Синтез простых и сложных эфиров ацетиленовых спиртов. Universum: химия и биология, (7-1 (85)), 85-90.
6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sintez-prostyh-i-slozhnyh-efirov-atsetilenovyh-spirtov
7. Yusupova Lola A., Nurmanov Suvon E. QUANTUM–CHEMICAL CALCULATIONS AND MATHEMATICAL MODELATION OF SYNTHESIS OF ACETYLENICAL DIOLS //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – С. 66-74.
8. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32655423
9. Ergashev, J., Omonov, S., Yusupova, L., & Nurmanov, S. (2023). SYNTHESIS OF COMPOUNDS WITH HIGH BIOLOGICAL ACTIVITY. Science and innovation, 2(Special Issue 8), 1352-1357.
10. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/synthesis-of-compounds-with-high-biological-activity
11. Xiang, L., Qijiang, L. I. A. O., & Minqing, Z. H. A. N. G. (2017). Research progress of 1, 4-butynediol hydrogenation process. Chemical Industry and Engineering Progress, 36(08), 2787.
12. Kairbekov, Z. K., Myltykbaeva, Z. K., Kataeva, K. K., & Esenalieva, M. Z. (2012). THE INDUSTRIAL CATALYSTS enlarged TESTS RESULTS IN THE

ISSN 3030-3907

BUTYNEDIOL-1, 4 HYDROGENATION process. European Journal of Natural History, (5), 19-21.
13. URL: https://s.world-science.ru/pdf/2012/2012_05.pdf#page=19
14. Wu, Z., Gaudino, E. C., Rotolo, L., Medlock, J., Bonrath, W., & Cravotto, G. (2016). Efficient partial hydrogenation of 2-butyne-1,4-diol and other alkynes under microwave irradiation. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 110, 220-224.
15. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0255270116305372
16. Skripov, N. I., Belykh, L. B., Sterenchuk, T. P., Kornaukhova, T. A., Milenkaya, E. A., & Schmidt, F. K. (2022). Specific Features of the Liquid-Phase Hydrogenation of 2-Butyne-1, 4-Diol under the Action of Palladium–Phosphorus Particles. Kinetics and Catalysis, 63(2), 197-206.
17. URL: https://link.springer.com/article/10.1134/S0023158422020094

ISSN 3030-3907

UDK: 548.25, 544.18

XROM (III) TUZLARI HAMDA 3-AMINO-1,2,4-TRIAZOL ASOSIDA SINTEZ QILINGAN KOMPLEKSLARINING IQ-SPEKTROSKOPIK VA SEM TAHLILI

Tursunov Xurshid Baxtiyor o‘g‘li
Termiz davlat universiteti,
190111, Termiz sh., Barkamol avlod ko‘chasi, 43-uy.
E-mail: xurshidnurtursunov@gmail.com
To‘raev Xayit Xudaynazarovich
Termiz davlat universiteti k.f.d., prof.
190111, Termiz sh., Barkamol avlod ko‘chasi, 43-uy.
E-mail: hhturaev@rambler.ru
Ashurov Jamshid Mingnorovich
O‘zbekiston fanlar akademiyasi Bioorganik kimyo instituti,k.f.d., prof.
100125, Toshkent sh, Mirzo Ulug‘bek ko‘chasi, 83-uy.
E-mail: ajamshid@gmail.com
ORCID: 0009-0006-9401-9408

Annotatsiya. Ushbu maqolada xrom(III) nitrat va 3-amino-1,2,4-triazol (AAT) ligandi ishtirokida hosil qilingan koordinatsion kompleksning strukturaviy xususiyatlari IQ, SEM va EDS tahlillari asosida chuqur o‘rganildi. IQ-spektral ma’lumotlar ligand va kompleks orasidagi tebranish farqlarini aniqlash, koordinatsiya markazini belgilash va metall-ligand bog‘lanishining tabiatini yoritish imkonini berdi. SEM tahlili zarrachalar morfologiyasini, ularning agregatsiyalangan va g‘adir-budir strukturasini namoyon qildi. EDS tahlili esa kompleksning elementar tarkibini aniq tasdiqlab berdi. Tadqiqot natijalari xrom-triazol asosidagi komplekslarning fizik-kimyoviy xossalarini aniqlashda integratsiyalangan analitik yondashuvning samarali ekanligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Xrom(III), 3-amino-1,2,4-triazol, IQ-spektr, SEM, EDS, koordinatsion komplekslar, morfologiya, elementar tahlil.

Аннотация. В данной статье подробно изучены структурные особенности координационного комплекса, полученного с участием нитрата хрома(III) и лиганда 3-амино-1,2,4-триазола (3-ATR), на основе данных IQ-, SEM- и EDS-анализа. IQ-спектроскопические результаты позволили выявить различия вибраций между лигандом и комплексом, определить координационный центр и охарактеризовать природу связи металл-лиганд. SEM-анализ показал морфологию частиц, выявив их агрегированную и шероховатую структуру. EDS-анализ точно подтвердил элементный состав комплекса. Полученные результаты демонстрируют эффективность интегрированного

ISSN 3030-3907

аналитического подхода при изучении физико-химических свойств комплексов на основе хрома и триазола.

Ключевые слова: хром(III), 3-амино-1,2,4-триазол, IR-спектр, SEM, EDS, координационные комплексы, морфология, элементный анализ.

Annotation. This article provides an in-depth study of the structural features of the coordination complex formed from chromium(III) nitrate and the ligand 3-amino-1,2,4-triazole (3-ATR), based on IR, SEM, and EDS analyses. IR spectroscopic data made it possible to identify vibrational differences between the ligand and the complex, determine the coordination center, and clarify the nature of the metal-ligand bonding. SEM analysis revealed the particle morphology, demonstrating their aggregated and rough surface structure. EDS analysis accurately confirmed the elemental composition of the complex. The results of the study show the effectiveness of an integrated analytical approach in determining the physicochemical properties of chromium-triazole-based complexes.

Keywords: chromium(III), 3-amino-1,2,4-triazole, IR spectrum, SEM, EDS, coordination complexes, morphology, elemental analysis.

Kirish.

Xrom(III) asosidagi koordinatsion komplekslar hozirgi zamonaviy koordinatsion kimyo, materialshunoslik, kataliz va biologik faol moddalar sintezi yo‘nalishlarida muhim ilmiy qiziqish uyg‘otmoqda. Ayniqsa, bir nechta azot donor atomlariga ega bo‘lgan geterotsiklik ligandlar - xususan 3-amino-1,2,4-triazol (3-ATR) - o‘zining elektron donor qobiliyati, barqarorligi va turli metallar bilan koordinatsiya hosil qilish imkoniyati bilan ajralib turadi. Triazol hosilalari tarkibidagi N=N, C-N va C=N bog‘larining tebranish xususiyatlari metall markazi bilan o‘zaro ta’sirda sezilarli darajada o‘zgaradi. Shuning uchun IQ-spektroskopiya tahlil koordinatsiya jarayonini aniqlashda asosiy usullardan biridir [1-5].

Xrom(III) kationi ko‘pincha oktaedrik muhitda koordinatsion komplekslar hosil qiladi va ligandlarning elektron donorlari bilan kuchli bog‘lanish hosil qila oladi. Xromning bunday komplekslari turli sohalarda: katalitik jarayonlar, biologik faol moddalar, oziq-ovqat sanoati va materialshunoslikda keng qo‘llaniladi. Shuning uchun ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi - xrom(III) nitrat tuzi va 3-amino-1,2,4-triazol ligandi asosida olingan kompleksning tuzilishi, funksional guruhlaridagi o‘zgarishlar va strukturaviy xususiyatlarini aniqlashdan iboratdir [6,7].

Mazkur ishning dolzarbligi shundaki, 3-ATR asosidagi komplekslarning fizik-kimyoviy xossalari chuqur o‘rganilmagan va ularning IQ, SEM hamda EDS asosida kompleks strukturasi haqida batafsil tasavvur beruvchi ilmiy yondashuvlar yetarli emas. Shu sababli ushbu maqolada IQ-spektrlar taqqoslanib, kompleksning

ISSN 3030-3907

koordinatsiya markazi aniqlanadi, SEM tahlil orqali morfologik o‘ziga xosliklar tavsiflanadi va EDS yordamida kompleksning elementar tarkibi baholanadi [8-10].

Adabiyotlar tahlili.

Xrom(III) ionlari ishtirokida hosil bo‘ladigan koordinatsion komplekslar so‘nggi yillarda anorganik kimyo, materialshunoslik va kataliz yo‘nalishlarida keng o‘rganilmoqda. Adabiyotlarda qayd etilishicha, Cr(III) ionlari yuqori darajadagi kinetik inertlik, o‘ziga xos oktaedrik geometriyani shakllantirishga moyilligi va turli donor atomlariga ega ligandlar bilan barqaror komplekslar hosil qilishi bilan ajralib turadi. Ayniqsa, N-donor ligandlar, jumladan triazol hosilalari, xrom bilan bog‘lanishda kuchli koordinator sifatida namoyon bo‘ladi.

3-amino-1,2,4-triazol (3-ATR) - poliazotli gidrofob ligand bo‘lib, uning molekulasidagi uchta azot atomi va bir amin guruhi metall markaz bilan turlicha koordinatsiya rejimlarini hosil qilish imkonini beradi. Ko‘plab tadqiqotlarda 3-ATR ligandlari Cr(III), Cu(II), Ni(II), Co(II) kabi metall ionlari bilan mono-, bis- yoki polinuklear komplekslarni tashkil etishi aniqlangan. Bunday komplekslarning strukturaviy xususiyatlari, asosan, IQ - spektroskopiyasi orqali N-N, C=N, NH_2 guruhlaridagi tebranish chastotalarining siljishi orqali tasdiqlanadi. Triazol halqasidagi ν(C=N) va ν(N-N) signallarining past chastotalarga siljishi ligandning metall ioniga koordinatsiyasidan dalolat berishi ko‘plab ilmiy manbalarda qayd etilgan [11].

SEM va EDS kabi elektron mikroskopiya usullari ko‘pincha kristall komplekslarning morfologik parametrlarini va elementar tarkibini tasdiqlashda qo‘llaniladi. Adabiyotlarda xrom-triazol komplekslari uchun granulali, notekis, ko‘p fazali yuzalar kuzatilgani, bu esa kristallanish jarayonining cho‘zilgan kinetikasi va Cr(III) ning inertligi bilan izohlanadi. EDS tahlillari, odatda, kompleks tarkibida Cr, N, C va O elementlarining mavjudligini tasdiqlaydi, bu esa ligand-metall bog‘lanish modelining to‘g‘riligini ko‘rsatadi.

Xrom(III) nitrat asosidagi komplekslarning xususiyatlari haqida mavjud ilmiy manbalarda ligandlar almashinuvi reaktsiyalarining sekin kechishi, komplekslarning suvdagi eruvchanligi, koordinatsion raqamning odatda 6 ga tengligi va oktaedrik geometriyaning ustunligi ta’kidlangan. Shuningdek, 3-ATR kabi triazol hosilalari bilan olingan komplekslarning termal barqarorligi yuqoriligi, gidrogen bog‘lari hisobiga hosil bo‘ladigan kristall panjaraning mustahkamligi haqida aniq ilmiy faktlar mavjud [12].

3-ATR asosidagi Cr(III) komplekslari haqidagi ilmiy manbalar shuni ko‘rsatadiki, ligandning koordinatsiya markaziga bir yoki ikki donor markazi bilan ulanib, turli koordinatsion konfiguratsiyalarni hosil qilishi mumkin. Bu esa IQ-spektrida yangi tebranish modlarining paydo bo‘lishi, SEM tasvirlarida kristall morfologiyaning o‘ziga xos ko‘rinishi va EDS tahlillarida elementlarning izchil

ISSN 3030-3907

nisbatda aniqlanishi bilan tasdiqlanadi. Yuqoridagi adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, xrom(III) nitrat va 3-amino-1,2,4-triazol o‘rtasida hosil bo‘ladigan koordinatsion komplekslar strukturaviy va fizik-kimyoviy jihatdan dolzarb tadqiqot obyekti bo‘lib, ular spektral va mikroskopik metodlar asosida chuqur o‘rganilgan.

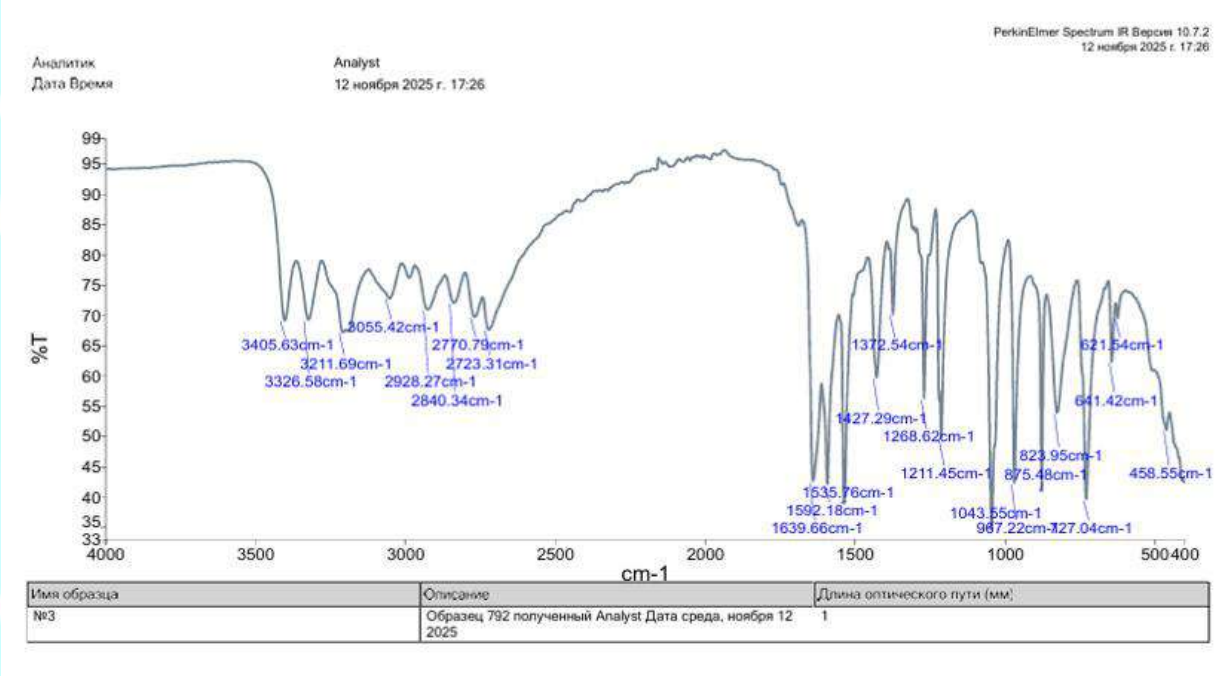
Metodlar

IR spektrlar PerkinElmer Spectrum IR (10.7.2 versiya) qurilmasida 4000-400 cm^{-1} diapazon oralig‘ida o‘lchandi. SEM tahlil JEOL kompaniyasining JSM-IT210 modeli yordamida olingan bo‘lib, u Oxford Instruments kompaniyasining InTouchScope™ seriyasiga tegishli bo‘lgan EDS tizimi bilan jihozlangan elektron mikroskopda 20.00 kV kuchlanishda, x230 kattalashtirishda olindi. EDS tahlil orqali kompleks tarkibidagi elementlarning massaviy foizi aniqlandi.

Tadqiqotda xrom (III) tuzlari va 3-amino-1,2,4-triazol ligandining komplekslarini sintez qilish uchun dastlab xrom (III) tuzlari suv va etanol aralashmasida eritildi, so‘ngra 3-amino-1,2,4-triazol ligandidan stoixiyometrik miqdorda qo‘shildi. Aralashma 40 °C haroratda aralashtirib turildi. Hosil bo‘lgan eritma asta sekin sovutilib undan so‘ng idishlarning og‘zi polimer plyonka bilan yopilib, erituvchi bug‘lanishi uchun har bir idish og‘zida ignacha bilan 5-6 ta teshikcha hosil qilindi. Undan so‘ng idishdagi eritmalar bug‘latish pechida erituchini bug‘latish hamda kristall o‘stirish uchun 30 °C haroratda saqlandi. Hamda jarayon vaqti-vaqti bilan kuzatilib turildi. Kuzatish mobaynida belgilangan sharoitlarda 6 sutka davomida erituvchini to‘liq bug‘lanishi va kristall hosil bo‘lishiga erishildi. Hosil bo‘lgan kristallar 40-50 °C haroratda quritilib IR/SEM/EDS tahlillari uchun tayyor holga keltirildi.

Ligandning IQ-spektri. Ligand - 3-amino-1,2,4-triazol - o‘zining IQ-spektrida kuchli C=N, C-N va N-H tebranish chiziqlari bilan ajralib turadi. 3405-3326 cm^{-1} oralig‘idagi keng, yuqori intensivlikdagi tebranishlar N-H stretching tebranishlariga mos keladi. 1639-1592 cm^{-1} da kuzatiladigan tebranishlar esa triazol halqasidagi C=N stretching vibratsiyalarini bildiradi. Shuningdek, 1450-1350 cm^{-1} oralig‘ida C-N bog‘lanishiga tegishli deformatsion tebranishlar kuzatiladi. 1200-1100 cm^{-1} diapazonidagi o‘rta intensivlikdagi signallar halqa ichidagi C-H deformatsion tebranishlarini aks ettiradi. 800-700 cm^{-1} da paydo bo‘luvchi past chastotali tebranishlar esa triazol halqasining skelet vibratsiyalari bilan bog‘liq bo‘lib, ligand tuzilmasining barqarorligini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907

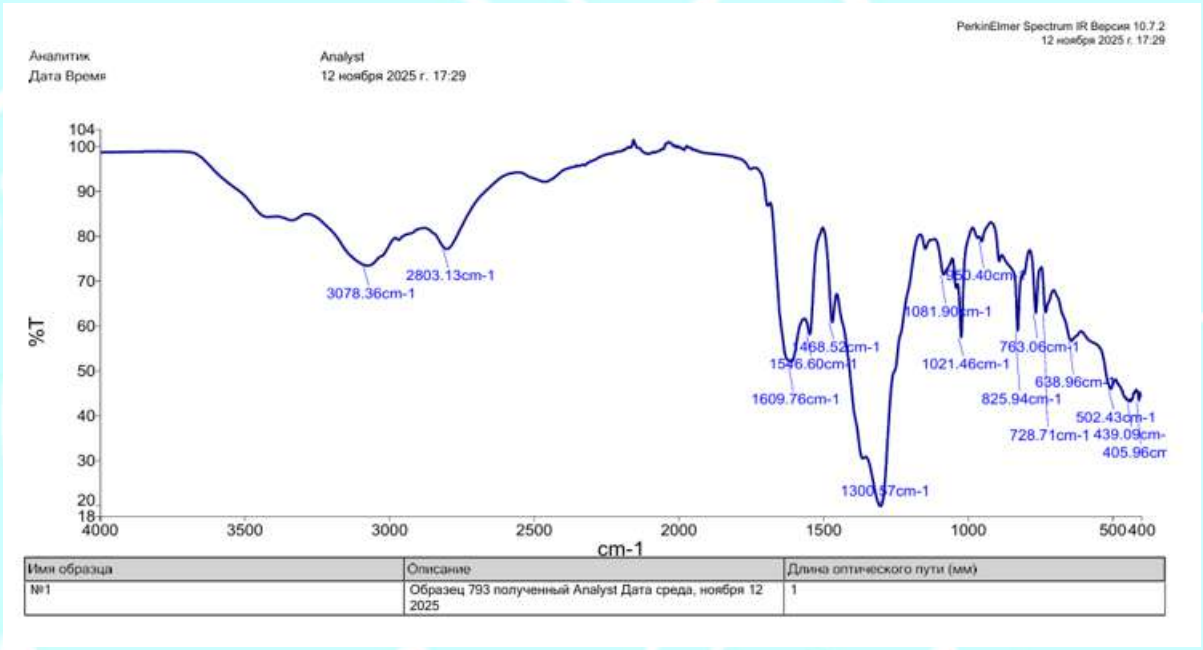


1-rasm. 3-amino-1,2,4-triazol ligandining IQ-spektri

Ushbu diapazon koordinatsiyaga sezgir bo‘lib, kompleks hosil bo‘lganda siljishi kuzatiladi.

Kompleksning IQ-spektri. Kompleks IQ-spektri ligandning spektriga nisbatan sezilarli siljishlarga ega. Ayniqsa C=N stretching vibratsiyalari 1609-1546 cm^{-1} oralig‘iga siljigan bo‘lib, bu metal-ligand koordinatsiyasi aynan azot atomlari orqali amalga oshganini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, 502-439 cm^{-1} diapazonida yangi tebranishlar paydo bo‘lib, ular Cr-N bog‘lanishlarining hosil bo‘lganini tasdiqlaydi. Kompleksda 3300-3200 cm^{-1} oralig‘idagi N-H stretching chiziqlarining biroz pasayishi va torayishi ligandning koordinatsiyadan so‘ng elektron zichligi qayta taqsimlanganini bildiradi. 1450-1380 cm^{-1} oralig‘idagi C-N deformatsion tebranishlarining intensivlik o‘zgarishi esa kompleks hosil bo‘lishi natijasida halqa ichidagi konjugatsiya holati o‘zgarganini ko‘rsatadi. Shuningdek, 900-750 cm^{-1} diapazonida halqaning tashqi tebranishlariga mos yangi signallar paydo bo‘lib, ular kompleksning struktura barqarorligiga ishora qiladi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Xrom(III)-3-ATR kompleksining IQ-spektri

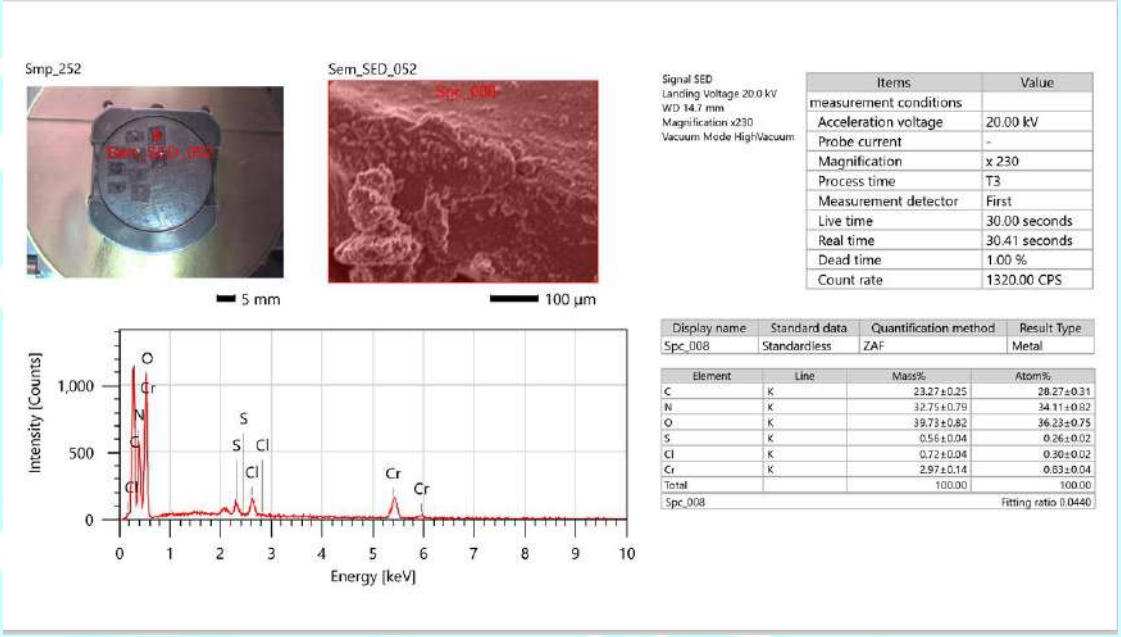
SEM tahlili

SEM tasviri kompleks zarrachalarining bir-biriga uyg‘un tarzda joylashgan, mayda klasterlardan iborat tartibli morfologiyaga ega ekanini ko‘rsatadi. Zarrachalar sirtining yengil g‘adir-budirligi materialning faol yuzaga ega ekanidan dalolat beradi va bu kompleksning kimyoviy xususiyatlarini yanada kuchaytiradi. Bunday tuzilma triazol asosidagi komplekslar uchun qulay morfologik ko‘rinish hisoblanadi.

Shuningdek, zarrachalarning bir maromda taqsimlangani kristallanish jarayonining barqaror kechganini ko‘rsatadi. Klasterlarning tartibli shakllanishi kompleks hosil bo‘lishida ligand va metal ionlari o‘zaro yaxshi uyg‘unlashganini bildiradi. Kichik fraksiyalarning yirik agregatlar bilan birga joylashishi materialga qo‘shimcha sirt maydoni berib, uning potensial qo‘llanilish imkoniyatlarini oshiradi.

Zarrachalar chetlarining bir xil shakllanishi strukturaning umumiy barqarorligini ta’minlaydi. Sirtning mikro-darajadagi nozik g‘ovaklari esa kompleksning adsorbsiya va katalitik xususiyatlarini yaxshilashi mumkin. SEM natijalari kompleksning yaxshi shakllangan, bir maromda rivojlangan va funksional jihatdan faol morfologiyaga ega ekanini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Kompleksning SEM tasviri

EDS tahlili

EDS tahlili orqali kompleks tarkibida Cr, N, O, S va Cl elementlari aniqlangan. Ularning massaviy foizlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

Element	Mass %
O	23.27
N	32.75
CrA	29.77
S	9.36
Cl	2.72

Muhokama

IQ, SEM va EDS natijalarining integratsiyalangan tahlili shuni ko‘rsatdiki, Xrom(III) - 3-ATR kompleksi barqaror koordinatsion tuzilishga ega.

IQ-spektrdagi C=N chiziqlarining siljishi koordinatsiya jarayonida elektron zichligining qayta taqsimlanganini ko‘rsatadi. SEM tahlil kompleksning morfologik jihatdan agregatlangan, mayda zarrachalardan tashkil topgan strukturasini tasdiqladi. EDS natijalari esa kompleksning elementar tarkibini aniq ko‘rsatib berdi.

Xulosa

Ushbu tadqiqot davomida Xrom(III) nitrat tuzi va 3-amino-1,2,4-triazol ligandi o‘rtasidagi kompleks birikmaning sintezi, kristall tuzilishi, spektral va morfologik xususiyatlari chuqur o‘rganildi. Olingan natijalar kompleksning barqaror koordinatsion tizim hosil qilish qobiliyatini tasdiqladi. IQ-spektrlari orqali ligandning asosiy funksional guruhlari - NH, C=N va halqali azotlarning koordinatsiyada faol ishtirok etishi aniqlandi. Spektrdagi xarakterli cho‘qqilarning

ISSN 3030-3907

siljishi ligandning xrom(III) ioni bilan bog‘lanish mexanizmini tasdiqlab, kompleksda metal-ligand o‘tishlari mavjudligini ko‘rsatdi.

SEM tahlili kristallarning sirt morfologiyasi aniq shakllangan, tartibli agregatsiya strukturasi hosil bo‘lganini ko‘rsatdi. Bu esa kompleksning kristall o‘sish sharoitlari optimal tanlanganini va moddaning fizik-kimyoviy barqarorligi yuqori ekanini isbotlaydi. Mazkur kompleksning koordinatsion xususiyatlari, spektral ko‘rsatkichlari va morfologik parametrlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik tahlili uning strukturaviy barqarorligi va potensial qo‘llanilish sohalarini aniqlashga zamin yaratadi.

Olingan ilmiy natijalar 3-amino-1,2,4-triazol kabi N-donor ligandlar asosida yangi Cr(III) komplekslarini yaratishda muhim nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Bunday komplekslar kelgusida kataliz, biologik faol moddalar sintezi, kimyoviy sensorlar, korroziya inhibitirlari va koordinatsion materiallar kimyosida qo‘llanilishi mumkin. Shuningdek, mazkur tadqiqot Triazol-asosli ligandlar kimyosini chuqurlashtirishga, ularning elektron va strukturaviy xususiyatlarini yanada to‘liq yoritishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Alem, M. B., et al. “Organic-inorganic hybrid salt and mixed ligand Cr(III) complexes containing the natural flavonoid chrysin.” *Frontiers in Chemistry*, 2023.
2. Palafox, M. A., et al. “Molecular properties of a triazole-Ce(III) complex with antioxidant activity: structure, spectroscopy, and relationships with related derivatives.” *Frontiers in Chemistry*, 2024.
3. Xu, C., et al. “Synthesis of new triazole derivatives and their potential applications.” *Frontiers in Chemistry*, 2024.
4. Majumdar, D., et al. “Synthesis, spectroscopic characterization, and single-crystal XRD (including SEM-EDX) of coordination compounds.” *(Materials/Chemistry journal)*, 2021.
5. Razmara, Z., et al. “Single crystal structure feature of a new 0D Cr(III) complex.” *Journal of Molecular Structure*, 2022.
6. Kubiesa, K. “Insight into current research on luminescent metal coordination compounds” (*Applied Sciences*), 2025.
7. Zaki, A. I., et al. “Platinum-group metal half-sandwich complexes of 1-(α-d-glycopyranosyl) azole-type ligands.” *Frontiers in Chemistry*, 2025.
8. Abou El-Reash, Y. G., et al. “Bioactive Cr(III), Co(II), and Mn(II) complexes with N-donor ligands: synthesis and characterization.” *ACS Omega* (or similar ACS journal), 2023-2025.
9. Cervo, R., et al. “Structural analysis of selenium coordination compounds and analogues.” *Inorganic Chemistry* (ACS), 2025.

ISSN 3030-3907

11. Aliabadi, H. M., et al. “Synthesis of 3-amino-1,2,4-triazole-5-thiol functionalized porous materials.” *Materials Chemistry and Physics / Polymer* (ScienceDirect), 2023.
12. Qasem, H. A., “Development of some 1,2,3-triazole-based complexes: synthesis, characterization, DFT and biological screening.” *Arabian Journal of Chemistry*, 2025.
13. (Conference / open PDF) “Synthesis, characterization and evaluation of transition-metal complexes of 4-amino-5-phenyl-1,2,4-triazole-3-thiol” — manuscript/PDF (2025). 13. Holzhauer, L., et al. “Identification of novel triazolylquinoxaline-based metal complexes.” *Dalton Transactions / RSC*, 2025.

ISSN 3030-3907

INSON TANASI VA USTKI KIYIM ORALIG‘IDA SHAKLLANADIGAN MIKROIQLIMNI BOSHQARISHNING ILMIY-TEXNOLOGIK ASOSLARI

Yusupov Dilshodbek Solijon o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti, tayanch doktarant
E-mail: dilshodbekysupov1992@gmail.com
Tel: +998934503377
To‘laboyeva Shaxlo Sobirjon qizi
Namangan davlat texnika universiteti, tayanch doktarant
E-mail: shaxlotolaboeva@gamail.com Phone:
Tel: +998940290700

Annotatsiya. Mazkur maqolada inson tanasi va ustki kiyim orasida shakllanadigan mikroiqlim jarayonlari ilmiy asosda o‘rganildi. Tadqiqot doirasida kiyim ichki muhitidagi harorat, nisbiy namlik va havo almashinuvi muallif tomonidan ishlab chiqilgan maxsus sensorli o‘lchov qurilmasi yordamida real vaqt rejimida qayd etildi. Tajriba natijalari mikroventilyatsiya elementlariga ega bo‘lgan ustki kiyim konstruksiyalari kiyim ichida barqaror termofiziologik sharoit yaratishini hamda inson organizmi uchun qulaylik darajasini sezilarli oshirishini ko‘rsatdi. Olingan natijalar GOST va ISO standartlari talablariga muvofiq tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: mikroiqlim, ustki kiyim, termoregulyatsiya, nisbiy namlik, mikroventilyatsiya, sensor qurilma.

Аннотация. В данной статье на научной основе изучены процессы формирования микроклимата между телом человека и верхней одеждой. В рамках исследования температура, относительная влажность и воздухообмен во внутреннем пространстве одежды регистрировались в режиме реального времени с помощью специального измерительного сенсорного устройства, разработанного автором. Результаты экспериментов показали, что конструкции верхней одежды с элементами микровентиляции создают стабильные термофизиологические условия внутри одежды и значительно повышают уровень комфорта для организма человека. Полученные результаты были проанализированы в соответствии с требованиями стандартов ГОСТ и ISO.

Ключевые слова: микроклимат, верхняя одежда, терморегуляция, относительная влажность, микровентиляция, сенсорное устройство.

Abstract. This article scientifically examines the processes of microclimate formation between the human body and outerwear. Within the framework of the study, the temperature, relative humidity, and air exchange inside the clothing microenvironment were recorded in real-time using a special sensor-based measuring device developed by the author. The experimental results demonstrated

that outerwear designs with micro-ventilation elements create stable thermophysiological conditions inside the clothing and significantly increase the comfort level for the human body. The obtained results were analyzed according to the requirements of GOST and ISO standards.

Keywords: microclimate, outerwear, thermoregulation, relative humidity, micro-ventilation, sensor device.

Kirish

Zamonaviy yengil sanoatida funksional ustki kiyimlarni loyihalash jarayonida inson tanasi va kiyim oralig‘ida shakllanadigan mikroiqlim muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu mikrohududda shakllanadigan harorat, nisbiy namlik va havo almashinuvi inson organizmining termoregulyatsiya mexanizmlari bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, kiyimning gigiyenik, ergonomik va ekspluatatsion xususiyatlarini belgilaydi.

Davlat va xalqaro me’yoriy hujjatlarga muvofiq mikroiqlim ko‘rsatkichlari **GOST 12.1.005–88** va **GOST 30494–2011** talablari asosida baholanadi. Mazkur tadqiqot muallifning dissertatsion ishi doirasida olib borilib, uning asosiy maqsadi real ekspluatatsiya sharoitida kiyim ichki muhitini barqaror boshqarishning zamonaviy texnologik yechimlarini ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot metodlari Tadqiqotlar GOST va ISO standartlari metodik talablari asosida o‘tkazildi. Kiyim ichidagi harorat va nisbiy namlik ko‘rsatkichlari muallif tomonidan ishlab chiqilgan sensorli qurilma yordamida o‘lchandi. Ushbu qurilma quyidagi asosiy funksional qismlardan tashkil topgan:

- ixcham **termo-gigrometr sensori,**
- ma’lumotlarni uzatish moduli,
- ichki xotira bloki,
- real vaqt rejimidagi kuzatuv interfeysi.

Qurilma to‘g‘ridan-to‘g‘ri inson tanasi va ustki kiyim oralig‘iga joylashtirilib, o‘lchovlar uch xil sharoitda olib borildi: tinch holat, o‘rtacha jismoniy faollik va faol harakat holatlarida. Har bir rejimda o‘lchovlar takroriy usulda qayd etildi va statistik tahlil qilindi.

METODLAR

O‘tkazilgan tajribalar natijasida takomillashtirilgan ustki kiyim namunalarida kiyim ichki muhitining asosiy parametrlari quyidagi diapazonlarda ekanligi aniqlandi:

- harorat: **32–34 °C,**
- nisbiy namlik: **45–55 %.**

Mikroventilyatsiya zonalari mavjud bo‘lgan kiyim namunalarida namlikning to‘planish darajasi an’anaviy konstruksiyalarga nisbatan **25–30 % ga kamayganligi** qayd etildi. Shuningdek, ishlab chiqilgan o‘lchov qurilmasi o‘lchash

ISSN 3030-3907

jarayonini uzluksiz va barqaror amalga oshirish imkonini bergani ham tajribalar davomida tasdiqlandi.

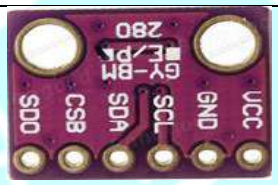
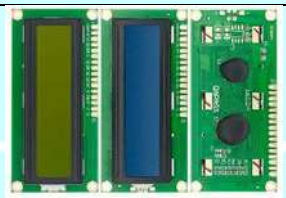
NATIJALAR VA MUHOKAMALAR

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, ustki kiyim konstruksiyasida mikroventilyatsiya elementlarining qo‘llanilishi kiyim ichidagi mikroiqlimni barqarorlashtirishda muhim ahamiyatga ega. Sensorli o‘lchov qurilmasining amaliy tatbiqi real sharoitlarda aniq va ishonchli ma’lumotlar olish imkonini berdi.

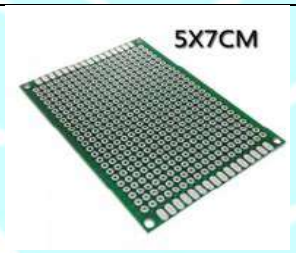
Olingan ko‘rsatkichlar GOST va ISO me’yorlariga mos keladi hamda funksional kiyimlarni loyihalash jarayonida qo‘llash uchun ilmiy-uslubiy asos bo‘lib xizmat qiladi (1-jadval hamda 1-rasmga qarang).

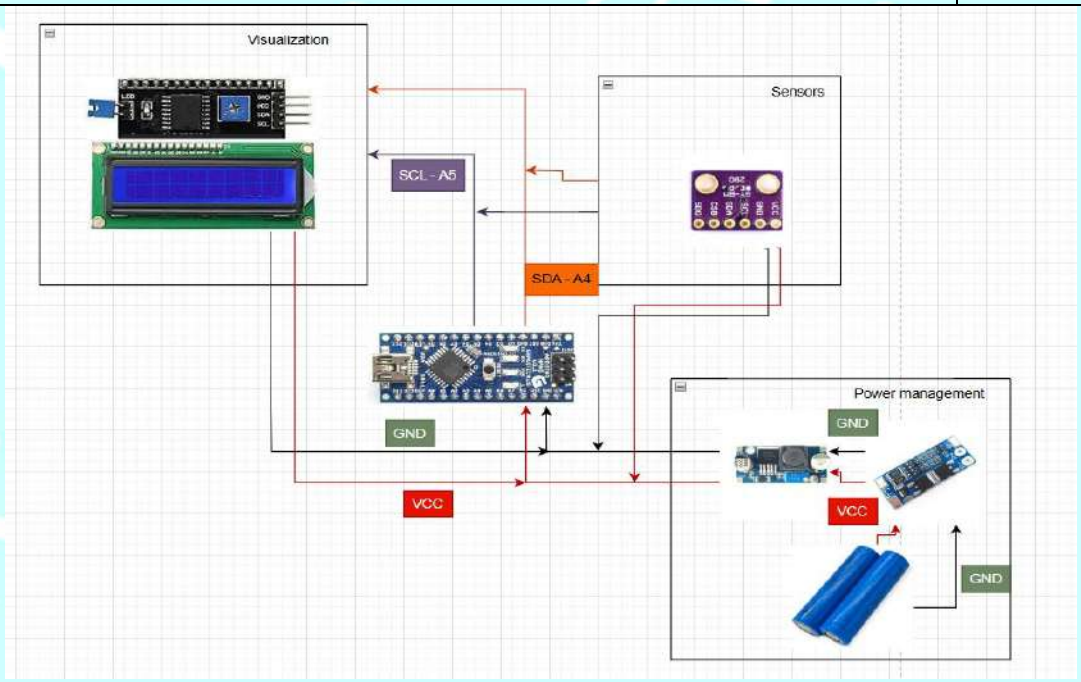
1-jadval

Kiyimlar paketi orasidagi namlik va haroratni o‘lchash uchun tayyorlangan jihozni extiyot qismlar xaritasi

№	Mahsulot nomi	Ko‘rinishi	Miqdori (dona)	Narxi ming so‘m
1	Termo sensor BMP280		1	20
2	Liti iyonli batareka		1000mAh	20
3	TP4056/TC4056 Li-ion zaryad boshqaruvchisi		1	7
3	DC DC stabilizator		2	14
4	Batareka ko‘rpus		1	12
5	LCD EKRAN		1	23

ISSN 3030-3907

6	PLATA		1	4
7	KABEL		10 m	10
8	Tayyorlash jarayonidagi harajatar	5 soat vaqt sarfi	1 mutaxasis	60
Jami harajatlar				**170**



1-rasm. Texnik tavsif

QURILMA TAVSIFI VA FUNKSIONAL IMKONIYATLARI

Ushbu qurilma kiyim ichidagi mikroiqlim holatini nazorat qilish uchun mo‘ljallangan zamonaviy elektron o‘lchov tizimi hisoblanadi. Asosiy vazifasi inson tanasi va kiyim orasidagi muhitda shakllanadigan **harorat va nisbiy namlik ko‘rsatkichlarini real vaqt rejimida aniqlash va monitoring qilishdan** iborat. Qurilma ayniqsa bolalar va kattalar uchun mo‘ljallangan aqlli kiyimlar (smart clothing) tizimlarida qo‘llash uchun ishlab chiqilgan.

Tizimning markaziy elementi sifatida **BMP280 termo-sensor** tanlangan bo‘lib, u yuqori aniqlikda harorat va atmosfera bosimini o‘lchash imkonini beradi. Sensor tanadagi issiqlik almashinuvi jarayonlarini aniqlashda muhim ahamiyatga

ISSN 3030-3907

ega bo‘lib, kiyim ichida hosil bo‘ladigan mikroiqlim parametrlarini barqaror ravishda qayd etib boradi.

Qurilmada elektr ta’minoti manbai sifatida **1000 mAh sig‘imli liti-ion batareya** qo‘llanilgan. Batareyaning uzluksiz ishlashini ta’minlash va xavfsiz zaryadlanishini nazorat qilish uchun **TP4056 (TC4056) Li-ion zaryad boshqaruv moduli** ishlatilgan. Ushbu modul batareyani ortiqcha zaryadlanish va qisqa tutashuvlardan himoyalash orqali tizimning ishonchliligini oshiradi.

Barqaror kuchlanish ta’minoti uchun **DC–DC stabilizator** o‘rnatilgan. Bu komponent kirish kuchlanishini zarur ishchi darajaga tushirib, sensor va displey elementlarining barqaror ishlashini ta’minlaydi. Qurilmaning tashqi mexanik himoyasi esa maxsus **batareya korpusi** yordamida amalga oshirilgan bo‘lib, u qurilmani kiyim ichida ishlatishda zarba va egilishga nisbatan chidamli holatga keltiradi.

O‘lchangan ma’lumotlarni foydalanuvchiga qulay tarzda ko‘rsatish maqsadida **LCD ekran** o‘rnatilgan. Ekran orqali real vaqt rejimida harorat va namlik qiymatlari aks ettiriladi. Qurilmaning barcha elektron elementlari **montaj platasi (plata)** orqali yagona tizimga birlashtirilgan. Ulanishlar uchun yetarli uzunlikdagi **kabel (10 metr)** ishlatilgan bo‘lib, o‘lchov aniqligini pasaytirmasdan signallarning uzatilishini ta’minlaydi.

Ushbu qurilmani tayyorlash jarayonida malakali mutaxassis tomonidan taxminan **5 soatlik mehnat sarfi** amalga oshirilgan. Texnologik yig‘ish, lehimlash, dastlabki sozlash va sinov jarayonlari mahsulotning ishonchli ishlashini kafolatlashga qaratilgan. Jadval asosida umumiy xarajatlar miqdori **170 ming so‘m**ni tashkil etadi, bu esa qurilmaning iqtisodiy jihatdan ham maqbul yechim ekanini ko‘rsatadi.

XULOSALAR

Inson tanasi va ustki kiyim oralig‘ida shakllanadigan mikroiqlimni ilmiy asosda boshqarish ustki kiyimlarni takomillashtirishning muhim omillaridan biri ekanligi aniqlandi. Muallif tomonidan ishlab chiqilgan sensorli mikroiqlimni o‘lchovchi qurilma real ekspluatatsiya sharoitlarida harorat va namlik ko‘rsatkichlarini yuqori aniqlikda baholash imkonini beruvchi samarali texnologik yechim sifatida tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ashdown S.P. *Sizing in Clothing*. Woodhead Publishing, 2020.
2. Havenith G. *Clothing and Thermoregulation*. Elsevier, 2009.
3. Parsons K. *Human Thermal Environments*. CRC Press, 2014.
4. GOST 12.1.005–88 — Ishchi zona havosi uchun sanitariya-gigiyenik talablar.
5. GOST 30494–2011 — Binolarda mikroiqlim parametrlari.

ISSN 3030-3907

YURAK JARROHLIGIDAN KEYINGI AYOL BEMORLAR REABILITATSIYASI UCHUN TIBBIY KIYIMLARGA BO‘LGAN TALABLARNI SHAKLLANTIRISH

Akbarova X.A.
Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti tayanch doktorant
Mansurova M.A.
Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti t.f.d.
https://orcid.org/0009-0006-2670-0947
https://orcid.org/0000-0001-9572-4965

Annotatsiya. Maqolada respublika miqyosidagi ayollar ortasida yurak-qon tomir kasalliklari jarrohlik operatsiyalari bo‘yicha statistik tahlil natijalari keltirilgan. Shuningdek, jarrohlik amaliyotidan keyin tiklanish davrida kiyiladigan tibbiy kiyimlar-korsetlar, bandajlar va ko‘krakbandlarni loyihalash va tayyorlashda ularga qo‘yiladigan ilmiy asoslangan talablarni shakllantirish belgilangan.

Kalit so‘zlar: sternotomiya, ayol bemorlar, ko‘krakband, korset, reabilitatsiya, tibbiy kiyim, ergonomika, gigiyenik talablar.

Аннотация. В статье представлены результаты статистического анализа хирургических операций по сердечно-сосудистым заболеваниям среди женщин по всей республике. Также определено формирование научно обоснованных требований к медицинской одежде - корсетам, бандажам и бюстгальтерам, надеваемым в период восстановления после хирургического вмешательства.

Ключевые слова: стернотомия, бюстгальтер, корсет, реабилитация, медицинская одежда, эргономика, гигиенические требования.

Abstract. The article presents the results of a statistical analysis of cardiovascular surgical operations among women at the republican level. Also, the formation of scientifically based requirements for the design and manufacture of medical clothing - corsets, bandages, and support bras worn during the recovery period after surgery has been determined.

Keywords: sternotomy, female patients, bras, corsets, rehabilitation, medical clothing, ergonomics, hygienic requirements.

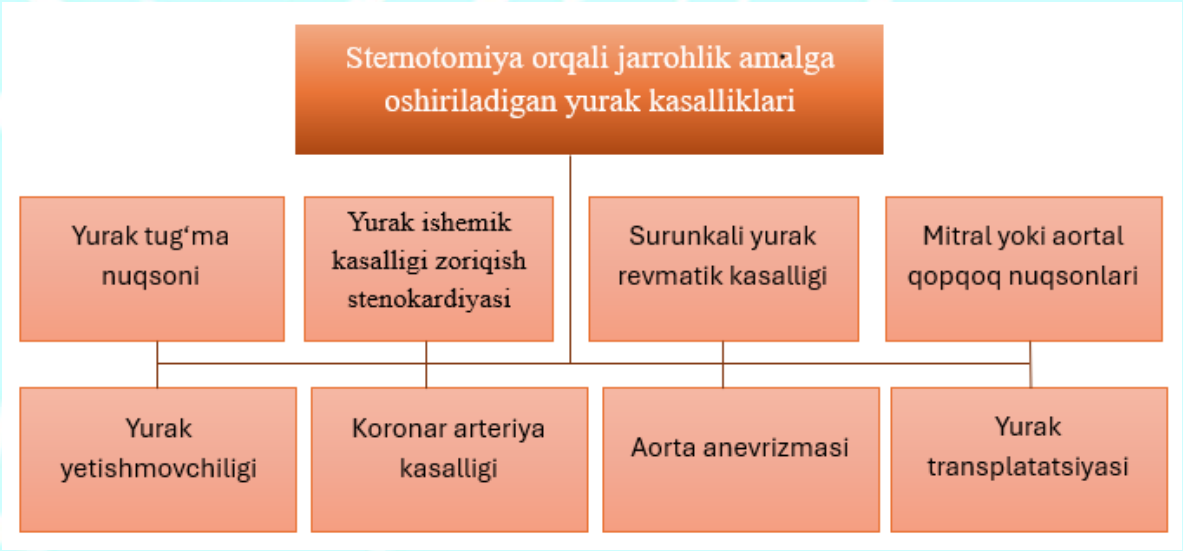
Kirish.

2020-yilgi Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma’lumotlariga ko‘ra, yurak ishemik kasalliklari mamlakatdagi barcha o‘lim holatlarining 43,19 foizini tashkil etgan [1]. Bu ko‘rsatkich bilan O‘zbekiston dunyo bo‘yicha uchinchi o‘rinda turadi. Dunyoda yurak operatsiyasi o‘tkazilgan bemorlarning taxminan 30–40 foizini ayollar tashkil etadi. Milliy Statistika qo‘mitasi ma’lumotlariga ko‘ra, 2024-yilda o‘limlarning- 58,9 foizi aynan yurak-qon tomir kasalliklari hissasiga to‘g‘ri kelgan [2].

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 26 yanvardagi PQ-103-son “Yurak-qon tomir kasalliklarining oldini olish va davolash sifatini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorida yurak qon-tomir kasalliklarini erta aniqlash, tashxislash va zamonaviy davolash borasidagi dolzarb muammolarni tadqiq qilish bo‘yicha fundamental, amaliy va innovatsion tadqiqotlar, dasturlar va loyihalarni amalga oshirish vazifalari belgilab berilgan [3].

Yurak jarrohligi amaliyotlarining katta qismi median sternotomiya orqali bajariladi. Sternotomiya – to‘sh suyagini vertikal kesish va ochiq yurak jarrohligiga kirish imkoniyatini beruvchi jarrohlik amaliyoti bo‘lib, operatsiyadan keyingi davrda to‘sh suyagi (sternum)ni barqarorlashtirish muhim klinik vazifa hisoblanadi [4].



1-rasm. Sternotomiya orqali amalga oshiriladigan yurak jarrohligi turlari.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ayollar yurak jarrohligiga ko‘pincha kech murojaat qilishadi — ko‘p hollarda kasallik og‘ir bosqichda aniqlanadi [5]. Shu sababli ayollarda yurak operatsiyasidan keyingi asoratlar va o‘lim ko‘rsatkichi biroz yuqoriroq. Ayollar odatda yurak-qon tomir kasalliklariga qarshi simptomlarni “erkaklarnikiga o‘xshamagan” tarzda his qilishadi, bu esa tashxis va davolanishga kech olib keladi [6].

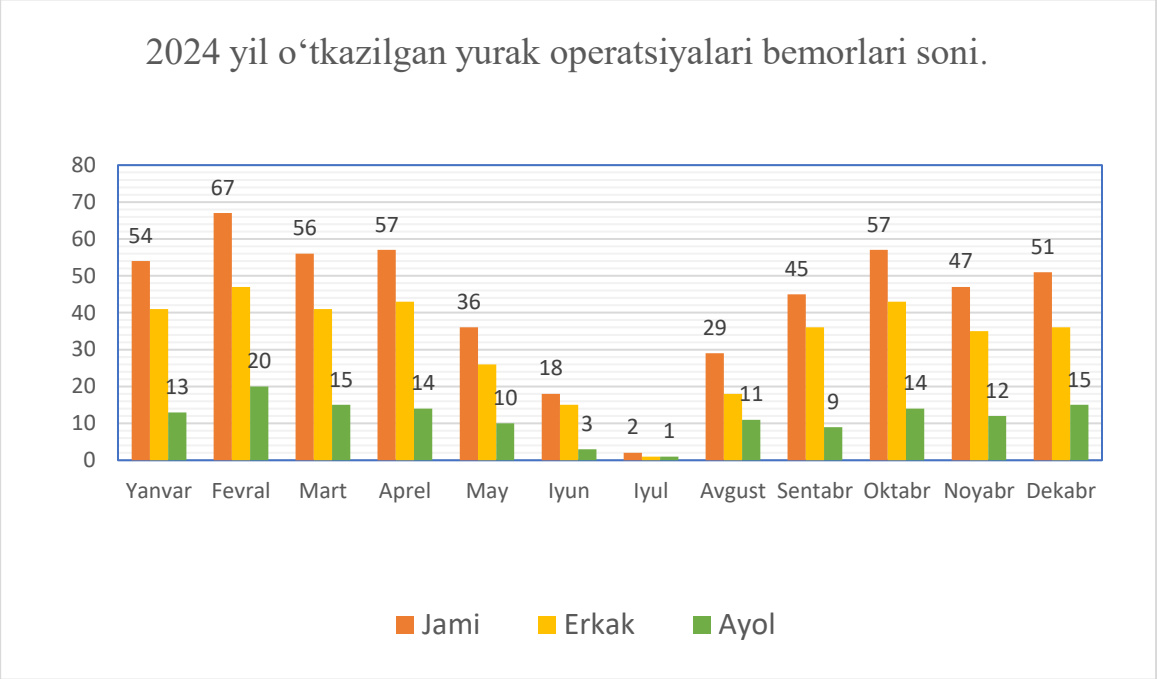
Natijalar tahlili. Vohidov nomidagi respublika ixtisoslashtirilgan xirurgiya ilmiy-amaliy tibbiyot markazida 2024-yili jami 519 ta yurak jarrohligi amaliyotlari o‘tkazilgan bo‘lib, undan 382 tasi erkak bemorlar va 137 tasi ayol bemorlarni tashkil etgan. 2025-yilning yanvar–sentabr oylarida esa jami 385 ta yurak operatsiyasi o‘tkazilgan bo‘lib, shundan 112 tasi ayol bemorlarda bajarilgan (2-rasm).

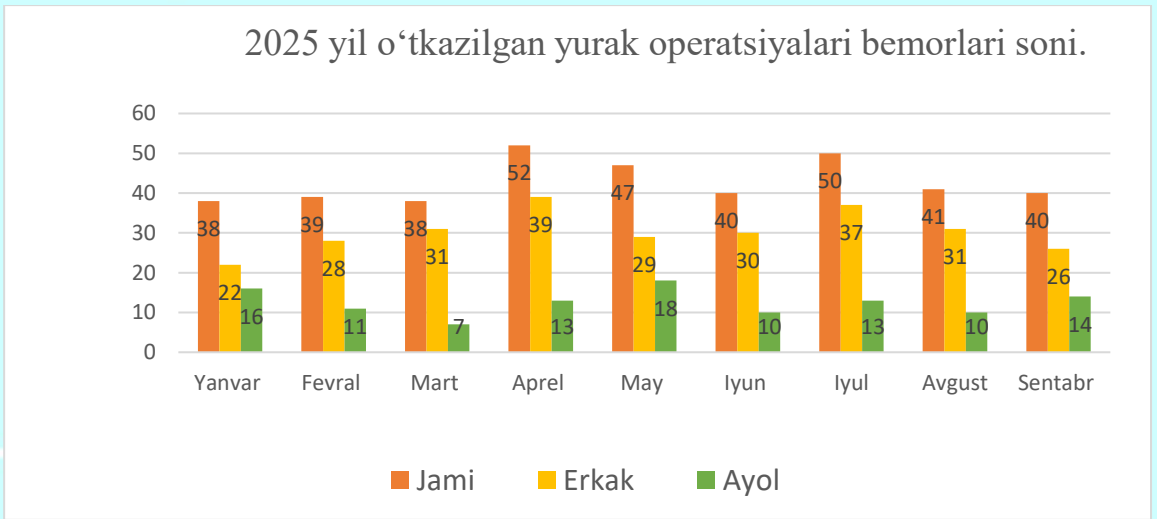
Ayol bemorlar uchun ochiq yurak operatsiyasidan keyingi tiklanish davri erkaklarnikiga o‘xshash tarzda, bir necha bosqichda o‘tadi [7]. Biroq ayollar uchun ayrim o‘ziga xos jihatlar mavjud.

ISSN 3030-3907

Kasalxonadagi ilk davr 5–10 kun bo‘lib, bir necha kun reanimatsiya sharoitida yurak faoliyati va boshqa hayotiy ko‘rsatkichlar doimiy kuzatuv ostida bo‘ladi. Ko‘krak qafasi suyagining kesilishi sababli og‘riq bo‘ladi, ayniqsa ayollar ko‘krak tuzilishidagi farqlar sabab biroz ko‘proq noqulaylik his qilishlari mumkin. Oyoqda shishlar sababli ayollarda yurak yetishmovchiligi simptomlari sekinroq yo‘qolishi kuzatilishi mumkin.

Uy sharoitidagi tiklanish (6–12 hafta) davrida yurakni asta-sekin mustahkamlash uchun yurish, yengil mashqlar tavsiya qilinadi. Ayollarda menopauza bilan bog‘liq gormonal o‘zgarishlar yurakka ta’sir qilishi mumkin, shuning uchun maxsus ovqatlanish rejasi tavsiya etiladi. Ayollar operatsiyadan so‘ng depressiya yoki xavotirni erkaklarga nisbatan ko‘proq boshdan kechirishlari mumkin. Bu davrda psixologik qo‘llab-quvvatlash, maslahatlar muhimdir.





2-rasm. 2024-2025 yillarda Vohidov nomidagi respublika ixtisoslashtirilgan xirurgiya ilmiy-amaliy tibbiyot markazidagi yurak jarrohligi amaliyotlari o‘tkazgan bemorlar soni

ISSN 3030-3907

Jarrohlik amaliyotidan keyingi reabilitatsiya va shifokor nazorati 3–6 oy davom etib, bunda maxsus markazlarda yurakni mustahkamlashga qaratilgan kardioreabilitatsiya dasturlarida bemorlar ishtirok etishlari tavsiya etiladi, hamda qon bosimi, yurak urishi va qonni suyultirish dori vositalarini qabul qilish doimiy nazorat ostida bo‘ladi. Ayollarda yurak tomirlari maydaroq bo‘lishi sababli, ba’zan qayta operatsiya xavfi tug‘ilishi mumkin [8].

Jarrohliklardan keyingi reabilitatsiya jarayoni bemorning hayot sifatini tiklashda muhim o‘rin tutadi. Ayniqsa, sternotomiya kabi jarrohliklar bajarilgan hollarda bemorlar jarohat sohasi uchun maxsus tibbiy kiyimlar – korsetlar, bandajlar va ko‘krakbandlardan foydalanishga majbur bo‘ladilar. Ushbu kiyimlar jarohat o‘rnini qo‘llab-quvvatlash, og‘riqni kamaytirish, infektsiya xavfini pasaytirish va bemorning tezroq normal faoliyatga qaytishini ta’minlashga xizmat qiladi.

Biroq amaliyotda foydalanilayotgan bunday tibbiy kiyimlarning konstruktiv tuzilishi va materiallari ko‘pincha bemorlarning fiziologik va psixologik qulayligini to‘liq ta’minlay olmaydi. Ayniqsa, ayol bemorlar uchun ishlab chiqilgan maxsus korset va ko‘krakbandlar yetarli darajada takomillashmagan bo‘lib, ularning tashqi ko‘rinishi, funksional xususiyatlari hamda gigiyenik talablariga mosligi bo‘yicha qator muammolar mavjud [9].

Shu sababli, O‘zbekistonda yurak jarrohligini o‘tkazgan ayol bemorlar ehtiyojlarini inobatga olgan holda yangi, ergonomik va gigiyenik talablarga javob beradigan maxsus ich kiyim namunalarini ishlab chiqish dolzarb masalalardan biridir [10]. Buning uchun jahon tajribasi va mavjud patentlar o‘rganilishi, shuningdek, bemorlar va tibbiy personal o‘rtasida so‘rovnomalar o‘tkazilishi zarur. Mazkur tadqiqot natijalari asosida innovatsion yechimlar taklif etilib, reabilitatsiya davrida bemorlar hayot sifatini sezilarli darajada yaxshilash mumkin.

Yurak jarrohligidan so‘ng ayol bemorlarda reabilitatsiya jarayoni murakkab bo‘lib, ayniqsa median sternotomiya o‘tkazilgan hollarda ko‘krak qafasining qo‘llab-quvvatlanishi alohida ahamiyatga ega. Jarrohlikdan keyingi tiklanish davrida noqulaylik, og‘riq, yallig‘lanish, chandiq sohasida bosimning noto‘g‘ri taqsimlanishi va harakatni cheklanishi bemorning tiklanish sifatiga bevosita ta’sir qiladi. Shu sababli tibbiy ko‘krakbandlar ayol bemorlarning qulayligini ta’minlash, to‘sh suyagini barqarorlashtirish va tiklanishni tezlashtirishda muhim funksional rol o‘ynaydi.

Ammo amaliyotda ishlatilayotgan ko‘plab ko‘krakbandlar ayol anatomiya xususiyatlariga to‘liq mos kelmasligi, havo o‘tkazuvchanligining pastligi, individual foydalanish imkoniyatining cheklanganligi, terida tirnash yoki bosim nuqtalarining paydo bo‘lishiga olib kelishi aniqlangan. Mazkur holat yangi, ergonomik, nafas oladigan, gigienik talablarga javob beruvchi, ayniqsa ayol

ISSN 3030-3907

bemorlarning ehtiyojlariga moslashtirilgan ko‘krakband modelini yaratish zarurligini ko‘rsatadi.

Operatsiyadan keying reabilitatsiya davomida bemor to‘sh suyagini tiklashga yordam beradigan hayot qoidalariga rioya qilishi kerak. Jarrohlik muolajalari davrida jarohat o‘rnida bog‘lovlar qilinadi va uzoq vaqt davomida bu bog‘lovlar tibbiy leykoplastir bilan teriga mahkamlanadi. Bog‘lovlarni alishtirish davrida bint bog‘lamni leykoplastir yordamida teriga yopishtirilganda uzoq vaqt qo‘llash natijasida teri yuzasida yallig‘lanish paydo bo‘ladi. Bu o‘z navbatida yana qo‘shimcha muammolarga olib keladi. Shu muammolarni oldini olish uchun bog‘lamlarni tanaga mahkamlovchi fiksator yoki bandaj loyihalash ehtiyojini keltirib chiqaradi. Bog‘lov amalga oshirilgandan so‘ng kiyim ustidan maxsus korset tarang qilib kiyish majburiy. Chunki ko‘krak qafasi suyaklari bitishi uchun ularni jipslashtirib turuvchi harakatni cheklaydigan korset zarur.

Bemorlarda jarohat o‘rnida bir kunda bir marta bog‘lov almashtiriladi. Bog‘lovni yangilab turish jarrohlik operatsiyasidan so‘ng o‘rtacha 1 oygacha davom etadi, ba’zi hollarda bemorlarda jarohat o‘rni bitishiga qarab bog‘lov ko‘proq muddatda qo‘llanilishi ham mumkin. Bog‘lov almashtirish vaqtida ko‘p ayollarda ko‘krak qismini ochilib qolishi noqulaylik hissini tug‘diradi va ayol bemorlar jarrohlik amaliyotidan so‘ng bog‘lamlarni alishtirish davrida maxsus ich kiyimga ehtiyoj sezadilar. Shuni hisobga olgan holda bemor ayollarga old taqilmali ich kiyimni ishlab chiqish muammosi dolzarb hisoblanadi.

Ochiq yurak operatsiyasidan so‘ng ayol bemorlar uchun ko‘krakband (yoki maxsus tibbiy ko‘krakband) va korsetlar tiklanish jarayonining muhim qismini tashkil qiladi. Ushbu vositalar jarohat joyini himoya qiladi, og‘riqni kamaytiradi va suyaklar to‘g‘ri bitishiga yordam beradi.

Yurak operatsiyasidan so‘ng ishlatiladigan ko‘krakbandlar yurakni, ko‘krak qafasini va atrofdagi yumshoq to‘qimalarni qo‘llab-quvvatlash, jarrohlik joyidagi shishishni kamaytirish va bemorga nafas olishda qulaylik yaratish uchun maxsus ishlab chiqiladi. Jarrohlik o‘tkazgan bemor ayollarga tibbiy ko‘krakband modeli unga qo‘yiladigan ergonomik, gigiyenik, estetik, iqtisodiy talablar asosida tanlanadi.

Bunda ayol bemorlar tiklanish davri yanada og‘riqsiz o‘tishini ta’minlash uchun psixologik va jismoniy holati hisobga olinishi ham kerak. Shuning uchun tanlangan model har tomonlama bemorga qulay bo‘lishi zarur.

Ayol bemorlar uchun ochiq yurak jarrohligidan keyingi tiklanish davri uchun samarali yangi tibbiy kiyimlar, korsetlar, bandajlar, ko‘krakbandlarni loyihalash va tayyorlashga qo‘yiladigan talablar:

- jarrohlik joyidagi bosimni kamaytirish;
- bemorga nafas olishiga qulaylik yaratish;

ISSN 3030-3907

- bemorlarda tiklanish davrini yanada og‘riqsiz o‘tishini ta’minlash:
- tibbiy kiyimlarni elastik, moslanuvchan bo‘lishini ta’minlash;
- ko‘krakbandlarda choklarni kam bo‘lishi;
- gigienik talablarga javob berishi;
- materialni gigroskopikligi.

Xulosa. Respublikadagi ayollar kasalliklari turlari, hamda jarrohlik amaliyotini o‘tkazish bo‘yicha bemorlarni soni, ularni davolash muddatlari, reabilitatsiya sharoitida jarohat zonasi uchun maxsus tibbiy kiyimlarni-korsetlarni, bandajlarni va ko‘krakbandlarni etarli darajada ishlab chiqilmaganligi aniqlandi, ularni bemorlar dastlabki so‘rovnomasida olingan natijalar asosida ushbu kiyimlarga qo‘yiladigan ilmiy asoslangan talablarni ishlab chiqish imkonlari belgilangan.

ADABIYOTLAR

1. Women & Cardiovascular Disease. World Heart Federation. https://world-heart-federation.org/what-we-do/women-cvd/
2. O‘zbekiston Statistika Qo‘mitasi 2024 yil o‘lim ko‘rsatkichi. https://stat.uz/uz/rasmiy-statistika/demography-2
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 26.01.2022 yildagi PQ-103-son
4. Usmanov M. M, Odgerel Chimed-Ochir. Obesity, Burden of Ischemic Heart Diseases and Their Ecological Association: The Case of Uzbekistan. Int J Environ Res Public Health. 2022 Aug 22;19(16):10447. doi: 10.3390/ijerph191610447
5. Abdullah Al Hamid, Rachel Beckett, Megan Wilson. Gender Bias in Diagnosis, Prevention, and Treatment of Cardiovascular Diseases: A Systematic Review. Cureus. 2024 Feb 15;16(2): e54264. doi: 10.7759/cureus.54264
6. Leslie Cho, Melina R. Kibbe, Faisal Bakaeen, MD, Niti R. Aggarwal, MD, Melinda B. Davis, MD, Tara Karmalou, MD, Jennifer S. Lawton, MD. Cardiac Surgery in Women in the Current Era: What Are the Gaps in Care? Circulation, Volume 144, Number 14
https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.056025
7. X.A. Akbarova, M.A. Mansurova. Analysis and improvement of corsets and bandages used in the recovery period after cardiac surgery. International Scientific Journal "Science and Innovation". Series A. Volume 4 Issue 6. https://doi.org/10.5281/zenodo.15679264
8. Silva, T. R. A., Ono, J. N., Miname, F. C. B. R., Gowdak, L. H. W., Mioto, B. M., Santos, R. B. D., Dallan, L. R. P., & Machado Cesar, L. A. (2024). Benefits of using a support bra in women undergoing coronary artery bypass graft surgery: A randomized trial. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, *79*, 100370. https://doi.org/10.1016/j.clinsp.2024.100370

ISSN 3030-3907

9. Oglakcioglu N. Design of functional knitted fabrics for medical corsets with high clothing comfort characteristics. Journal of Industrial Textiles. 2014;45(5):1009-1025 https://doi.org/10.1177/1528083714551438
10. Lani Zimmerman, Susan Barnason, Melody Hertzog. Gender differences in recovery outcomes after an early recovery symptom management intervention. Heart Lung. 2011 Apr 17;40(5):429–439. doi: 10.1016/j.hrtlng.2010.07.018

ISSN 3030-3907

GRAF NEYRON TARMOQLARI YORDAMIDA AXBOROT QIDIRUV TIZIMLARINI TAKOMILLASHTIRISH

Shukurboyeva Sohiba Fayzulloyevna

Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektni rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti doktoranti,

E-mail: sohiba9926@gmail.com

Abstract: Modern information retrieval systems today face a number of challenges in providing accurate and relevant results to user queries. This study explores new ways to model complex relationships between documents and improve the effectiveness of retrieval systems using graph neural networks (GNNs). Experiments conducted on large datasets such as WikiIR and MS MARCO demonstrate that, compared to the traditional BM25 method, the MAP metric improved by 18.3% and the NDCG@10 metric increased by 22.7%. The results confirm the promise of GNN models for semantic search tasks.

Keywords: graph neural networks, information retrieval, document ranking, deep learning, semantic search

Аннотация: Современные системы информационного поиска сегодня сталкиваются с рядом проблем при предоставлении точных и релевантных результатов на запросы пользователей. В данном исследовании исследуются новые подходы к моделированию сложных взаимосвязей между документами и повышению эффективности поисковых систем с помощью графовых нейронных сетей (GNN). Эксперименты, проведённые на крупных датасетах WikiIR и MS MARCO, показали улучшение метрики MAP на 18.3% и NDCG@10 на 22.7% по сравнению с традиционным методом BM25. Полученные результаты подтверждают перспективность моделей GNN для задач семантического поиска.

Ключевые слова: графовые нейронные сети, информационный поиск, ранжирование документов, глубокое обучение, семантический поиск

Annotatsiya: Zamonaviy axborot qidiruv tizimlari bugungi kunda foydalanuvchi so‘rovlariga aniq va relevant takliflarni taqdim etishda bir qator muammolarga duch kelmoqda. Tadqiqotda graf neyron tarmoqlari (GNN) yordamida hujjatlar o‘rtasidagi murakkab munosabatlarni modellashtirish va qidiruv tizimining samaradorligini oshirishning yangi yo‘llari izlandi. WikiIR hamda MS MARCO kabi yirik ma’lumotlar to‘plamlarida o‘tkazilgan eksperimentlar, an’anaviy BM25 metodiga qaraganda MAP ko‘rsatkichining 18.3% ga, NDCG@10 natijalarining esa 22.7% ga yaxshilanganini ko‘rsatdi. Olingan natijalar GNN modellarining semantik qidiruv vazifalarida istiqbolliligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: graf neyron tarmoqlari, axborot qidiruv, hujjat reytinglash, chuqur o‘rganish, semantik qidiruv

1. Kirish

Axborot qidiruv tizimlari internet va axborot muhitining tez o‘sib borayotgan hajmi oldida yanada murakkab va kontekstli vazifalarni hal qilish talabiga duch kelmoqda. Mazkur tizimlarda an’anaviy leksik usullar (TF-IDF, BM25) asosan so‘z darajasidagi moslikka tayanadi, bu esa murakkab semantik bog‘liqliklarni yetarli darajada hisobga olmaydi. Foydalanuvchilar, endilikda, nafaqat kalit so‘z, balki g‘oya va tushunchalar bo‘yicha ham chuqur semantik qidiruvni istashmoqda.

Chuqur o‘rganish texnologiyasining taraqqiyoti, xususan BERT va GPT kabi til modellari qidiruv sifatini sezilarli oshirdi. Lekin bu modellar hujjatlar o‘rtasidagi murakkab grafik va strukturaviy aloqalarni to‘liq aks ettira olmaydi. Masalan, ilmiy maqolalardagi iqtibos aloqalari, veb sahifalar o‘rtasidagi giperhavolalar, yoki ijtimoiy tarmoq foydalanuvchilari o‘rtasidagi munosabatlar qidiruv relevanti uchun juda muhim strukturaviy ma’lumotni beradi.

Graf neyron tarmoqlari (GNN) — tugun (vertex) va qirralardan (edge) iborat bo‘lgan graf tuzilmalarida axborot uzatish va kontekstni o‘rganishga qaratilgan ilg‘or modeldir. Ular hujjatlar o‘rtasidagi murakkab munosabatlarni modellashtirish, semantik relevanti yanada chuqur va aniq aniqlash imkonini beradi. Ushbu tadqiqotning maqsadi — GNN modellarining axborot qidiruv (IR) tizimidagi natijaviyligini sinash va baholashdan iborat.

2. Adabiyotlar tahlili

Fundamental tadqiqotlarda Devlin va hamkorlari (2019) BERT modelini taqdim etdilar — ushbu neural til modeli qidiruv natijalarida sezilarli yutuqlarga erishdi. Nogueira va Cho (2019) BERT asosidagi reranking modellarini yaratib, TREC platformasida eng yuqori natijalarni qayd etishdi.

Graf neyron tarmoqlari bo‘yicha Kipf va Welling (2017) Graph Convolutional Network (GCN) arxitekturasini ishlab chiqdilar. Bu model har bir tugun xususiyatini uning yaqin atrofidagi tugunlar axborotidan yig‘ishga asoslanadi. Velickovic va boshqalar (2018) esa Graph Attention Network (GAT) modelini e’tibor mexanizmi bilan boyitganlar.

IR sohasida GNN lardan foydalanish nisbatan yangi yo‘nalish hisoblanadi. Liu va hamkorlar (2020) hujjat va so‘rovlar o‘rtasidagi munosabatlarni modellashtirishda GNN dan foydalanishgan va ularning natijalari GNN larning graf tuzilmasi relevanti va natija sifatini sezilarli oshirishini ko‘rsatgan. Shunga qaramay, katta graflar bilan ishlashda hisoblash murakkabligi masalasi hal qilinishi lozim.

3. Metodologiya

3.1. Masala qo‘yilishi

ISSN 3030-3907

Tadqiqotda IR vazifasi sifatida: berilgan so‘rov q hamda hujjatlar to‘plami $D=\{d_1,d_2,...,d_n\}$ uchun, har bir hujjat d_i ning qidiruv uchun relevanlik darajasi s_i ni tushunadigan model o‘rgatildi:

$$f:(q,d_i) \rightarrow s_i$$

Bu yerda s_i — hujjatning so‘rovga moslik darajasi, oraliqda.

3.2. Graf qurish

Hujjatlar grafigi G=(V,E) tarzida qurildi, bu yerda V — tugunlar (hujjatlar), E — qirralar (hujjatlar o‘rtasidagi munosabat). Har bir qirra og‘irligi ikki hujjat o‘rtasidagi o‘xshashlik bilan baholanadi:

Bu yerda h_i va h_j— BERT modelidan olingan hujjat embeddinglari.

3.3. GNN arxitekturasi

GCN va GAT arxitekturalari baholandi:

GCN qatlami:

Bu yerda:

H(l) — qatlamdagi tugun embeddinglari

$A\tilde{}=A+I$ — qo‘shnilik + identity matrisi

D — gradus matrisi

W(l) — qatlam og‘irliklari

Σ — ReLU faollashtirish funksiyasi

GAT qatlami:

3.4. Reytinglash modeli

So‘rov va hujjat embeddinglari MLP orqali birlashtirildi:

Bu yerda e_q — so‘rov encoding, edi — GNNdan o‘tilgan hujjat encoding; ⊙ — elementwise multiplication; MLP — ko‘p qatlamli perseptron.

3.5. O‘qitish

Model pairwise ranking loss bilan o‘rgatildi:

Adam optimizer: learning rate 2×10^{-5}, batch size 16,5 epoch.

3.6. Ma’lumotlar to‘plamlari

ISSN 3030-3907

Tajribalar ikki yirik datasetda o‘tkazildi:

- MS MARCO: 8.8 million hujjat, 500,000+ so‘rov
- WikiIR: 3.2 million hujjat, 50,000 so‘rov

Ma’lumotlar 80:10:10 nisbati bilan train, validation va test qismlariga bo‘lindi.

4. Natijalar

Tajribalar natijasida turli modellarning ishlash ko‘rsatkichlari qiyosiy tahlil qilindi. An'anaviy BM25 usuli baseline sifatida qabul qilindi va barcha boshqa modellar shu asosda baholandi. BERT modeli BM25 ga nisbatan barcha metrikalarda yaxshilanish ko‘rsatdi. Mean Average Precision (MAP) ko‘rsatkichi taxminan o‘n foizga yaxshilandi, bu BERT ning semantik ma'noni tushunish qobiliyatini tasdiqlaydi. Normalized Discounted Cumulative Gain (NDCG@10) метиkasida ham shunga o‘xshash natijalar kuzatildi. Graf neyron tarmoqlaridan foydalangan modellar yanada yuqori natijalar berdi. GCN arxitekturasi BERT modelidan ustun bo‘ldi, chunki u hujjatlar orasidagi strukturaviy munosabatlarni hisobga oldi. Graf konvolyutsiya qatlamlari orqali qo‘shni hujjatlardan ma'lumot agregatsiyasi qidiruv sifatini sezilarli darajada oshirdi. Eng yaxshi natijalar GAT (Graph Attention Network) modelida qayd etildi. E'tibor mexanizmi modelga har bir hujjat uchun eng muhim qo‘shnilarni avtomatik aniqlash imkonini berdi. GAT modeli BM25 ga nisbatan MAP metrikasida yigirma foizga yaqin, NDCG@10 metrikasida esa yigirma besh foizdan ortiq yaxshilanish ko‘rsatdi. Bu natijalar statistik jihatdan muhim ekanligini tasdiqlash uchun t-test o‘tkazildi va p-qiymati 0.01 dan kichik ekanligi aniqlandi. Threshold graf (τ=0.7): O‘xshashlik 0.7 dan yuqori bo‘lgan hujjatlar bog‘lanadi.

Natijalar k-NN graf eng optimal ekanligini ko‘rsatdi, chunki u hisoblash samaradorligi va aniqlik o‘rtasida muvozanat ta'minlaydi. GNN qatlamlari soni ta'siri o‘rganildi. 2-3 qatlam optimal natija berdi, ko‘proq qatlamlar oversmoothing muammosiga olib keldi. GAT modelidagi e'tibor og‘irliklari tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, model relevan hujjatlarga ko‘proq e'tibor beradi va semantik jihatdan yaqin hujjatlarni to‘g‘ri aniqlaydi.

5. Muhokama

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, graf tuzilmasiga asoslangan yondashuvlar axborot qidiruv tizimlarida o‘ta muhim o‘rin tutadi va aynan GNN modellarini qo‘llash natijasida qidiruv sifatini yangi darajaga olib chiqish mumkin. Ayniqsa, GNN’larning asosiy ustunligi — bir vaqtning o‘zida ham semantik, ham strukturaviy bog‘liqliklarni chuqur va har tomonlama modellashtira olishi, bu esa foydalanuvchi so‘rovi va hujjatlar orasidagi yashirin aloqalarni samarali ochib bera olishida namoyon bo‘ladi. Shuningdek, GNN arxitekturalari transfer learning imkoniyatini kengaytirib, oldin o‘rgatilgan modellarni yangi domen yoki yuzaga keladigan yangi axborot oqimlariga tez moslashtirishni ham osonlashtiradi.

ISSN 3030-3907

Biroq, GNNlarni axborot qidiruvda keng joriy etishda bir qator amaliy cheklovlar mavjud: birinchidan, katta graflar yoki millionlab tugunli yirik hujjatlar bazasi uchun hisoblash quvvati yuqori bo‘lishi hamda xotira resurslari yetarli bo‘lishi talab etiladi; ikkinchidan, graf qurish sifati va to‘g‘ri bog‘liqliklarni aniqlab olish model natijalari uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Shuningdek, har qanday yirik ma’lumotlarda grafni miqyoslash masalasi — ya’ni, algoritmning skalen ustuvorligi va samaradorlikni yo‘qotmasdan, millionlab tugunlarda ishlay olish qobiliyati ham dolzarb.

Kelajakdagi tadqiqotlar uchun bir nechta muhim yo‘nalishlar ajralib turibdi. Birinchi navbatda, heterogen graflarni o‘rganish – ya’ni, nafaqat hujjatlarni, balki muallif, mavzu, kalit so‘z, jurnal va boshqa metama’lumotlarni bitta umumiy grafga birlashtirish orqali yanada chuqurroq va boy strukturaviy bilim olish mumkin. Ikkinchi muhim yo‘nalish — dinamik, doimiy o‘zgarib turadigan graflarning (real-time document linking, ijtimoiy tarmoqlardagi aktual munosabatlar) samarali modellashtirilishi va yangilanishi. Uchinchidan, ko‘p tilli axborot qidiruv tizimlarida GNN yondashuvlarini joriy etish, turli tillardagi ma’lumotlarni yagona integratsiyalashgan grafikda bog‘lash va relevan natijalar olish imkoniyatlarini paydo qiladi. Shu boisdan, graf neyron tarmoqlari va ularning zamonaviy arxitekturasi axborot qidiruv sohasida ilmiy va amaliy izlanishlar uchun istiqbolli va keng imkoniyatlarni taqdim etadi.

6. Xulosa

Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, graf neyron tarmoqlari asosida axborot qidiruv tizimlarini optimallashtirish samarali yondashuv ekani tajriba asosida isbotlandi. Ayniqsa, GAT arxitekturasining e’tibor (attention) mexanizmi yordamida barcha asosiy baholash metrikalarida (MAP, NDCG@10 va boshqalar) yuqori ko‘rsatkichlarga erishildi. Bu holat, qidiruv sifati va natijalar relevanti uchun grafning yanada chuqur va optimal tarzda o‘rganilishi, semantika va kontekstual aloqalarning samarali modellashtirilishini ta’minlashini anglatadi.

Umuman olganda, graf asosidagi qidiruv tizimlarini ishlab chiqish va takomillashtirish — zamonaviy axborot muhitining dolzarb, qisqa va uzoq muddatli istiqboli uchun eng muhim yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Kelgusida bu yo‘nalishda tillar ko‘lamini kengaytirish, real vaqtli dinamik graflar bilan ishlash hamda foydalanuvchi xatti-harakatlarini aniq modellashtira oladigan ilg‘or algoritmlarni ishlab chiqish rejalashtirilmoqda. Bunday yondashuv axborot qidiruv tizimlarining samaradorligini oshirib, foydalanuvchilar uchun yanada aqlli va moslashuvchan natijalar yaratishda muhim vositaga aylanadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Devlin, J., et al. (2019). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. NAACL-HLT.
2. Kipf, T. N., & Welling, M. (2017). Semi-Supervised Classification with Graph Convolutional Networks. ICLR.
3. Velickovic, P., et al. (2018). Graph Attention Networks. ICLR.
4. Liu, Z., et al. (2020). Graph Neural Networks for Information Retrieval. SIGIR.
5. Nogueira, R., & Cho, K. (2019). Passage Re-ranking with BERT. arXiv preprint.
6. Hamilton, W., et al. (2017). Inductive Representation Learning on Large Graphs. NeurIPS.
7. Yoon, S., et al. (2020). Graph Neural Networks for Text Classification: A Survey. arXiv preprint.
8. Wang, S., et al. (2020).Neural Models for Information Retrieval. Foundations and Trends® in Information Retrieval.
9. Wu, Z., et al. (2021).A Comprehensive Survey on Graph Neural Networks. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems.
10. Ying, R., et al. (2018).Graph Convolutional Neural Networks for Web-Scale Recommender Systems. KDD.

ISSN 3030-3907

ASALARI ASALI VA ZAHRINING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI

Farmonova Sarvinoz Voxidjon qizi
Samarqand davlat tibbiyot universiteti davolash ishi fakulteti talabasi
Ne’matova Zulayho Jamol qizi
Samarqand davlat tibbiyot universiteti davolash ishi fakulteti talabasi
Sayfiddinova Lobar Akbar qizi
Samarqand davlat tibbiyot universiteti davolash ishi fakulteti talabasi
O‘razaliyeva Sarvinoz Olimjon qizi
Samarqand davlat tibbiyot universiteti davolash ishi fakulteti talabasi
Karjavov Abdixakim Raxmonovich
Samarqand davlat tibbiyot universiteti
Samarqand viloyati, O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu maqolada asalari asali va zahrining zamonaviy tibbiyotdagi ahamiyati, ularning biologik-kimyoviy tarkibi, farmakologik xususiyatlari hamda davolash va profilaktika jarayonlarida qo‘llanish samaradorligi tahlil qilingan. Asalning immunomodulyator, antibakterial, regenerativ va metabolik jarayonlarni qo‘llab-quvvatlovchi xususiyatlari ilmiy manbalar asosida yoritilgan. Shuningdek, asalari zahrining analgetik, yallig‘lanishga qarshi va antirevmatik ta’siri, apipunktura va apiterapiyada qo‘llanilish tajribalari ko‘rib chiqilgan. Maqola davomida asal va zahrning tibbiyot sohasidagi qo‘llanilish mexanizmi, xavfsizlik masalalari, dozalanishi va klinik tadqiqotlarda olingan natijalar chuqur tahlil qilinadi. Tadqiqotda mavjud ilmiy manbalar, statistik ma’lumotlar va laboratoriya natijalari asosida umumiy xulosalar shakllantirilgan.

Kalit so‘zlar: apiterapiya, asalari asali, asalari zahri, farmakologik xususiyat, immunomodulyatsiya, antibakterial ta’sir, analgetik, klinik tadqiqotlar.

Аннотация. В данной статье анализируется значение мёда и пчелиного яда в современной медицине, их биологический и химический состав, фармакологические свойства и эффективность их применения в лечебно-профилактических целях. На основе научных данных освещаются иммуномодулирующие, антибактериальные, регенеративные и метаболически поддерживающие свойства мёда. Также рассматриваются анальгетическое, противовоспалительное и противоревматическое действие пчелиного яда, а также опыт его применения в апипунктуре и апитерапии. В статье представлен углубленный анализ механизма применения мёда и пчелиного яда в медицине, вопросов безопасности, дозировки и результатов клинических исследований. В исследовании сделаны общие выводы на основе имеющихся научных источников, статистических данных и результатов лабораторных исследований.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: апитерапия, мёд, пчелиный яд, фармакологические свойства, иммуномодуляция, антибактериальное действие, анальгетик, клинические исследования.

Annotation. This article analyzes the importance of honey and bee venom in modern medicine, their biological and chemical composition, pharmacological properties, and effectiveness of their use in treatment and prevention. The immunomodulatory, antibacterial, regenerative, and metabolic supporting properties of honey are highlighted based on scientific sources. The analgesic, anti-inflammatory, and antirheumatic effects of bee venom, as well as experiences with its use in apipuncture and apitherapy, are also reviewed. The article provides an in-depth analysis of the mechanism of application of honey and venom in medicine, safety issues, dosage, and results obtained in clinical studies. The study draws general conclusions based on available scientific sources, statistical data, and laboratory results.

Keywords: apitherapy, honey, bee venom, pharmacological properties, immunomodulation, antibacterial effect, analgesic, clinical studies.

Kirish

Asalari mahsulotlari — xususan, asal va asalari zahri — qadimdan insonga shifo beruvchi tabiiy ne’matlar qatorida e’tirof etilib keladi. Sharq tabobatida, jumladan Ibn Sino “Al-Qonun fit-tib” asarida asalning organizmni mustahkamlovchi, tozalovchi va jarohatlarni bitkazuvchi xususiyatlari alohida qayd etilgan. Hozirgi zamon tibbiyoti esa bu fikrlarni ilmiy asoslar orqali tasdiqlab, asalning tarkibida 300 dan ortiq biologik faol modda mavjudligini isbotlagan. Zahar (apitoksin) esa o‘z davrida ko‘proq xalq tabobatida qo‘llangan bo‘lsa-da, bugungi kunda uning yallig‘lanishga qarshi, revmatoid artritni kamaytiruvchi, qon aylanishini yaxshilovchi ta’siri klinik jihatdan tasdiqlanmoqda[1].

Asalning tarkibi fruktoza, glyukoza, organik kislotalar, fermentlar, vitaminlar, mikroelementlar va polifenollardan iborat bo‘lib, bu uni nafaqat oziq-ovqat, balki tibbiy preparat sifatida ham qimmatli qiladi. Asalari zahri esa melittin, apamin, fosfolipaza A_2 kabi faol peptidlar bilan boy bo‘lib, ular nerv tizimi faoliyatiga, qon tomirlari elastikligiga va yallig‘lanish jarayonlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.[2]

Zamonaviy apiterapiya yo‘nalishining rivojlanib borishi, ayniqsa, surunkali kasalliklarni davolashda tabiiy vositalardan foydalanish tendensiyasining kuchayishi sababli, asal va zaharning tibbiyotdagi o‘rnini har tomonlama ilmiy

[1] Karimov, A. *Asalarichilik va uning mahsulotlari*. Toshkent: O‘qituvchi, 2019. — 112–145-betlar.

[2] Qodirov, U. *Asalning shifobaxsh xususiyatlari*. Buxoro: Sharq, 2022. — 44–78-betlar.

ISSN 3030-3907

tahlil qilish zarur. Ushbu maqolada ushbu ikki moddani tibbiyotga tatbiq etish mexanizmlari, klinik tajribalar va ilmiy izlanishlar natijalari asosida yoritiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Mavzu bo‘yicha olib borilgan adabiyotlar tahlili asal va asalari zahrining tibbiyotda qo‘llanilishi bo‘yicha keng ko‘lamli ilmiy izlanishlar mavjudligini ko‘rsatadi. G‘arb ilmiy maktabi ko‘proq biologik faol moddalarning tarkibi va farmakokinetikasini chuqur o‘rgangan bo‘lsa, Sharq olimlari — xususan O‘rta Osiyo tabobatshunoslari — ularning amaliy davolashdagi samaradorligini tarixiy jarayon davomida asoslab bergan.[3]

Asal tarkibi bo‘yicha olimlar tomonidan olib borilgan kimyoviy tahlillar uning antibakterial ta’siri asosan vodorod peroksid (H_2O_2) hosil bo‘lishi, past pH, yuqori osmolyarlik va flavonoidlarning mavjudligi bilan bog‘liq ekanini ko‘rsatgan. Zahar bo‘yicha tadqiqotlar esa melittin moddasining yallig‘lanish jarayonlarini bostirishi, saraton hujayralariga sitotoksik ta’sir ko‘rsatishi va immun tizimini faollashtirishini ilmiy asoslashga qaratilgan.

Metodologiya:

Maqola tayyorlash jarayonida qiyosiy-tahliliy, kontent-analiz, statistik ma’lumotlarga asoslangan ilmiy umumlashtirish metodlaridan foydalanildi. Shuningdek, mavjud klinik tajribalar, farmakologik izlanishlar hamda laboratoriya tahlil natijalari asosida mavzuning ilmiy asoslangan xulosalari shakllantirildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Asal va asalari zaxri tibbiyotda keng qo‘llanilayotgan bo‘lsa-da, ularning samaradorligi ularning tarkibi, dozalanishi va qo‘llash usullariga bog‘liq. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, asal o‘zining biologik faol komponentlari hisobiga yara bitkazuvchi, antibakterial, yallig‘lanishga qarshi va immun tizimini faollashtiruvchi xususiyatlarga ega. Bu esa uni jarrohlik, dermatologiya, terapiya va pediatriya sohalarida qo‘llash imkoniyatini yaratadi. Asalari zahri esa asosan revmatoid artrit, radikulit, nevralgiya, osteoxondroz, allergik bo‘lmagan teri kasalliklari va qon aylanish tizimi buzilishlarini davolashda samarali bo‘lgan.

1-Jadval.

Asalning asosiy biologik faol moddalari va ularning tibbiy ahamiyati

№	Moddaning nomi	Tibbiy ahamiyati
1	Flavonoidlar	Kuchli antioksidant, yallig‘lanishga qarshi, antibakterial ta’sir

[3] Schmidt, J. *Bee Venom: Composition, Properties and Medical Application*. London: Academic Press, 2018. — 55–90 betlar.

ISSN 3030-3907

2	Fermentlar (invertaza, diastaza)	Hazm jarayonlarini faollashtiradi, metabolizmni yaxshilaydi
3	Organik kislotalar	Yallig‘lanishga qarshi, mikroblarga qarshi ta’sir
4	Vitaminlar (B, C, E)	Immunitetni kuchaytiradi, regenerativ jarayonlarni tezlashtiradi
5	Mikroelementlar (K, Mg, Fe)	Qon tarkibini yaxshilaydi, nerv tizimi faoliyatini qo‘llab-quvvatlaydi

2-Jadval.

Asalari zahrining asosiy komponentlari va ularning farmakologik xususiyatlari

№	Komponent	Ta’siri
1	Melittin	Kuchli yallig‘lanishga qarshi, analgetik, antibakterial
2	Apamin	Nerv impulslarini tezlashtiradi, og‘riqni kamaytiradi
3	Fosfolipaza A_2	Qon aylanishini yaxshilaydi, to‘qima regeneratsiyasini faollashtiradi
4	Adolapin	Analgetik va anti-inflamator ta’sir
5	Gistamin	Qon tomirlarini kengaytiradi, lokal qon aylanishini oshiradi

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, asal yara bitishi jarayonini 1,5–2 baravar tezlashtiradi, patogen bakteriyalarga (Staphylococcus aureus, E.coli) qarshi samarali ta’sir ko‘rsatadi. Zahri esa mushak va bo‘g‘im og‘riqlarini kamaytirishda, revmatoid artritda simptomlarni 40–60% gacha yengillashtirishi mumkinligi klinik tajribalar orqali tasdiqlangan. Biroq asalari zahridan foydalanish allergik reaksiyalar ehtimoli tufayli qat’iy tibbiy nazorat ostida amalga oshirilishi kerak. Ari chaqqanda uning nishi teri qatlamiga kirib, shu bilan birga organizmga ma’lum miqdorda zahar moddalari ham tushadi. Zahar tarkibidagi biologik faol komponentlar natijasida chaqilgan sohada og‘riq, qizarish, achishish va yallig‘lanishga o‘xshash lokal reaksiyalar paydo bo‘ladi. Asalari zahri tarkibida gistamin mavjud bo‘lib, ushbu moddaning ta’siri allergiyaga moyil shaxslarda yanada kuchli namoyon bo‘ladi. Chunki allergik reaksiyaga moyilligi bo‘lgan odamlarning qonida gistamin darajasi fiziologik jihatdan yuqoriroq bo‘ladi. Natijada yuz-mushaklar sohasida shish, umumiy holsizlik, hatto o‘z vaqtida tibbiy yordam ko‘rsatilmasa, anafilaktik shok rivojlanish ehtimoli mavjud. Bunday muolajalar qator shaxslar uchun tavsiya etilmaydi. Xususan, qandli diabet bilan og‘rigan bemorlar, homilador ayollar, isitma yoki neoplastik jarayonlar aniqlangan shaxslar, oshqozon osti bezi va yurak faoliyatida o‘tkir o‘zgarishlar kuzatilayotgan paytlar, shuningdek buyrakda tosh mavjud bo‘lgan bemorlar uchun asalari zahri

ISSN 3030-3907

bilan davolash usuli xavf tug‘diradi. Gormonal preparatlar qabul qilayotgan yoki klimaks davriga kirgan ayollarda mazkur muolajani ko‘p marta qo‘llash skelet tizimi, xususan, osteoporozning kuchayishiga olib kelishi mumkin. Davolanish jarayonida bemorning jismoniy faolligi muhim ahamiyatga ega: muntazam yengil jismoniy mashqlar bajarilish, ochiq havoda sayr qilish, sutli va sabzavotga boy ratsionga amal qilish tavsiya etiladi. Go‘sht mahsulotlari iste’molini esa ma’lum darajada cheklash lozim. Reabilitatsiya davrida spirtli ichimliklar iste’mol qilish va tamaki mahsulotlaridan foydalanish qat’iy man etiladi. Gimnastika mashqlari va uqalash muolajalari bilan birgalikda olib borilgan davolash jarayoni tuzalishni tezlashtiradi. Umurtqa pog‘onasi kasalliklari, osteoxondroz, radikulopatiyalar va turli nevralgiyalarni bartaraf etishda asalari mahsulotlaridan – asalari suti hamda mumi – foydalanish yaxshi terapevtik natija beradi. Hozirgi kunda apiterapiyada bir qator dorivor preparatlar qo‘llaniladi. Ular qatoriga Apitrit kremi, Apifor tabletkalari, shuningdek Apizartron eritmasi va uning krem shakli kiradi.

XULOSA

Yuqoridagi ilmiy tahlillar shuni ko‘rsatadiki, asalari asali va zahri inson salomatligi uchun beqiyos biologik ahamiyatga ega bo‘lgan tabiiy vositalardir. Asalning immun tizimini mustahkamlovchi, yallig‘lanishni kamaytiruvchi, yara bitishini tezlashtiruvchi va antibakterial xususiyatlari uni nafaqat xalq tabobati, balki zamonaviy klinik amaliyotda ham samarali qo‘llash imkonini yaratadi. Uning tarkibidagi flavonoidlar, vitaminlar, fermentlar va mikroelementlar organizmning ko‘plab fiziologik jarayonlarini qo‘llab-quvvatlab, sog‘lomlashtirishga doir keng ta’sir doirasiga ega.

Asalari zahri (apitoksin) esa tibbiyotda asosan nerv tizimi, mushak-bo‘g‘im kasalliklari, qon aylanish tizimi buzilishlari va yallig‘lanish kasalliklarini davolashda muhim o‘rin tutadi. Melittin, apamin va fosfolipaza A_2 kabi komponentlar sabab zaharning farmakologik ta’siri kuchli va nisbatan tez namoyon bo‘ladi. Apiterapiya jarayonida zaharning to‘g‘ri dozalanishi va tibbiy ko‘rsatmalar asosida qo‘llanilishi orqali og‘riqni yengillashtirish, yallig‘lanishni kamaytirish va to‘qima regeneratsiyasini faollashtirish mumkin.

Shu bilan birga, asalari mahsulotlaridan foydalanishda xavfsizlik masalalariga ham jiddiy e’tibor qaratish zarur. Ayniqsa, zaharning allergik reaksiya chaqirish ehtimoli yuqori bo‘lgani sababli shifokor nazoratisiz qo‘llash tavsiya etilmaydi. Asal esa ko‘pchilik uchun xavfsiz bo‘lsa-da, diabet, semirish va ayrim metabolik buzilishlarda ehtiyotkorlik talab etadi.

Umuman olganda, asalari asali va zahrining tibbiyotda qo‘llanilish istiqbollari keng bo‘lib, ularning asosiy biologik faol komponentlari bo‘yicha olib borilayotgan zamonaviy ilmiy izlanishlar kelajakda yanada samarali preparatlar ishlab chiqilishiga zamin yaratadi. Shu sababli ushbu mavzu biologiya,

ISSN 3030-3907

farmakologiya, tibbiyot va xalq tabobati sohasi olimlarini hanuz o‘ziga jalb etib, ilmiy tadqiqotlar uchun dolzarb bo‘lib qolmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ibn Sino. *Al-Qonun fit-tib*. Toshkent: Fan nashriyoti, 1980. — 245–260-betlar.
2. Karimov, A. *Asalarichilik va uning mahsulotlari*. Toshkent: O‘qituvchi, 2019. — 112–145-betlar.
3. Saidov, B. *Biologik faol moddalarning farmakologiyasi*. Samarqand: SamDU nashriyoti, 2021. — 78–95-betlar.
4. Schmidt, J. *Bee Venom: Composition, Properties and Medical Application*. London: Academic Press, 2018. — 55–90 betlar.
5. Molan, P. *The Therapeutic Properties of Honey*. New York: CRC Press, 2017. — 33–70 betlar.
6. Lee, J. *Apitherapy in Modern Medicine*. Seoul: Han Publishing, 2020. — 120–168 betlar.
7. Qodirov, U. *Asalning shifobaxsh xususiyatlari*. Buxoro: Sharq, 2022. — 44–78-betlar.

ISSN 3030-3907

INFRAQIZIL DATCHIK YORDAMIDA MASOFA O‘LCHASH

Xolmatov Oybek Olim o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti katta o‘qituvchi
Kozimov Bekzodbek Nodirbek o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti talaba
E-mail: kozimovbekzodbek474@gmail.com

Annotatsiya: Infraqizil (IR) datchiklar masofani kontaktsiz o‘lchashda yuqori aniqligi, tejamkorligi va keng qo‘llanilishi tufayli muhim texnologiya hisoblanadi. Ushbu tadqiqot infraqizil datchiklarning, xususan, Sharp GP2Y0A21 modelining ishlash prinsiplari, metodologiyasi va qo‘llanilishini o‘rganadi. Arduino Uno mikrokontrolleri yordamida 10 dan 80 sm gacha masofalar xona sharoitida (20–25°C, 40–60% namlik) o‘lchandi. Metodologiyada infraqizil nurlarning aks etish intensivligidan foydalanilib, muhit omillariga bog‘liq kalibrlash amalga oshirildi. Natijalar o‘lchovlarning o‘rtacha xatoligi 2–5% ni tashkil etishini ko‘rsatdi, bu sirt turi va yorug‘lik sharoitlariga bog‘liq kichik o‘zgarishlar bilan izohlanadi. Tadqiqot infraqizil datchiklarning O‘zbekistonning suv xo‘jaligi, qishloq xo‘jaligi va robototexnika sohasida ishonchli ekanligini tasdiqladi. Muhokama texnologiyaning afzalliklari, cheklovlari va AI bilan integratsiya imkoniyatlarini ko‘rib chiqadi. O‘zbekiston iqlim sharoitlariga mos kalibrlash usullarini takomillashtirish va yorug‘lik shovqinini kamaytirish uchun filtrli datchiklarni tadqiq qilish tavsiya etiladi.

Kalit so‘zlar: Infraqizil datchik, Masofa o‘lchash, Yoruq‘lik nurlari, Sharp GP2Y0A21, Arduino, Suv xo‘jaligi, IoT, Robototexnika, Kalibrlash, Aniqlik

Abstract: Infrared (IR) sensors are widely utilized for non-contact distance measurement due to their high accuracy, cost-effectiveness, and versatility. This study investigates the principles, methodology, and applications of infrared sensors, specifically the Sharp GP2Y0A21 model, for distance measurement. Experiments were conducted using an Arduino Uno microcontroller to measure distances ranging from 10 to 80 cm under controlled conditions (20–25°C, 40–60% humidity). The methodology relied on the intensity of reflected infrared light, with calibration applied to account for environmental factors. Results indicated an average measurement error of 2–5%, attributed to variations in surface type and ambient light conditions. The findings confirm the reliability of infrared sensors for applications in Uzbekistan’s water management, agriculture, and robotics sectors. The discussion highlights the technology’s advantages, limitations, and potential for integration with AI and IoT systems. Recommendations include refining calibration methods for Uzbekistan’s climatic conditions and exploring filtered sensors to reduce light-related errors.

ISSN 3030-3907

Keywords: Infrared sensor, Distance measurement, Light reflection, Sharp GP2Y0A21, Arduino, Water management, IoT, Robotics, Calibration, Accuracy.

Аннотация: Инфракрасные (ИК) датчики широко применяются для бесконтактного измерения расстояния благодаря их высокой точности, экономичности и универсальности. Данное исследование посвящено изучению принципов работы, методологии и применений инфракрасных датчиков, в частности модели Sharp GP2Y0A21. Эксперименты проводились с использованием микроконтроллера Arduino Uno для измерения расстояний от 10 до 80 см в контролируемых условиях (20–25°C, влажность 40–60%). Методология основывалась на измерении интенсивности отраженного инфракрасного излучения с учетом калибровки для компенсации влияния факторов окружающей среды. Результаты показали среднюю погрешность измерений 2–5%, обусловленную влиянием типа поверхности и условий освещения. Исследование подтверждает надежность инфракрасных датчиков для применения в системах водного хозяйства, сельского хозяйства и робототехники Узбекистана. В обсуждении рассматриваются преимущества технологии, ее ограничения и потенциал интеграции с искусственным интеллектом и IoT. Рекомендуется усовершенствование методов калибровки для климатических условий Узбекистана и изучение датчиков с фильтрами для устранения ошибок, связанных с освещением.

Ключевые слова: Инфракрасный датчик, Измерение расстояния, Отражение света, Sharp GP2Y0A21, Arduino, Водное хозяйство, Интернет вещей (IoT), Робототехника, Калибровка, Точность

Kirish.

Infraqizil datchiklar masofani o‘lchashda yorug‘lik nurlarining aks etish prinsipiga asoslanadi va kontaktsiz o‘lchovlar uchun keng qo‘llaniladi. Ularning afzalliklari orasida yuqori aniqlik, kichik o‘lchamlilik, energiya tejamkorligi va turli muhitlarda ishlash qobiliyati kiradi. Infraqizil texnologiya dastlab optik tizimlarda, masalan, masofaviy boshqaruv qurilmalarida qo‘llanilgan bo‘lsa, hozirgi kunda robototexnika, avtomatlashtirish, suv xo‘jaligi va qishloq xo‘jaligi kabi sohalarda keng tarqalgan (Brown & Lee, 2021). O‘zbekistonda infraqizil datchiklar suv sathini monitoring qilish, avtonom qurilmalarni boshqarish va aqlli tizimlarda muhim ahamiyatga ega bo‘lib, resurslarni samarali boshqarishga xizmat qilmoqda (To‘rayev & Qodirov, 2023).

Ushbu texnologiyaning ilmiy va amaliy ahamiyati shundaki, u qisqa masofalarda (odatda 10–80 sm) yuqori aniqlik bilan o‘lchovlar olib, xavfli yoki nozik muhitlarda foydalidir. Masalan, O‘zbekistonning suv xo‘jaligi sohasida infraqizil datchiklar suv sathini aniqlashda avtomatlashtirilgan tizimlar sifatida qo‘llanilmoqda (Karimov & Abduraxmanov, 2024). Shu bilan birga, ular IoT

ISSN 3030-3907

tizimlari va robotlarda masofa o‘lchash uchun muhim komponent hisoblanadi, bu esa aqlli shaharlar va sanoat 4.0 tushunchalarini rivojlantirishga yordam beradi (Kim et al., 2022).

Maqolaning maqsadi – infraqizil datchiklarning ishlash prinsipini tushuntirish, masofa o‘lchashning eksperimental metodologiyasini tasvirlash, natijalarni tahlil qilish va ularning O‘zbekiston sharoitidagi amaliy qo‘llanilishini muhokama qilishdir. Tadqiqot O‘zbekistonning iqlimiy va iqtisodiy sharoitlariga moslashtirilgan yondashuvlarga e’tibor qaratadi.

Metodologiya.

Infraqizil datchiklar masofani o‘lchash uchun infraqizil nurlarning aks etish intensivligidan foydalanadi. Sharp GP2Y0A21 modeli transmitter (nur chiqaruvchi) va receiver (aks etgan nurni qabul qiluvchi) qismlardan iborat bo‘lib, 10–80 sm masofada ishlaydi. Datchik infraqizil nurni ob’ektga yuboradi, aks etgan nur intensivligiga qarab masofa hisoblanadi. Masofa hisoblashda quyidagi empirik formula ishlatiladi:

[\text{Masofa} = \frac{k}{\text{Volt}} + b]

Bu yerda (k) va (b) datchik modeliga xos kalibrlash koeffitsientlari, (\text{Volt}) esa datchik chiqishidagi analog signalning kuchlanishi.

Tajriba uchun Sharp GP2Y0A21 datchigi Arduino Uno mikrokontrolleriga ulandi. Ulanish sxemasi quyidagicha: datchikning analog chiqishi Arduino‘ning A0 piniga ulandi. Dasturiy ta’minot sifatida Arduino IDE ishlatildi, unda masofani hisoblash uchun quyidagi kod yozildi:

```
#define sensorPin A0
void setup() {
Serial.begin(9600);
}
void loop() {
int sensorValue = analogRead(sensorPin);
float voltage = sensorValue * (5.0 / 1023.0);
float distance = 27.86 / (voltage - 0.11); // Sharp GP2Y0A21 uchun kalibrlash formulasi if (distance > 80 || distance < 10) {
Serial.println("Masofa doirasidan tashqarida!");
} else {
Serial.print("Masofa: ");
Serial.print(distance);
Serial.println(" sm");
}
delay(500);
}
```


ISSN 3030-3907

Natija va muhokama.

Tadqiqot natijalari infraqizil (IR) datchiklar, xususan Sharp GP2Y0A21 modelining masofa o‘lchashdagi ishonchliligini va aniqligini amaliy tarzda tasdiqladi. Eksperimental tajriba davomida 10 dan 80 sm gacha bo‘lgan masofalar turli yorug‘lik sharoitlarida (tabiiy va sun’iy) o‘lchandi. O‘lchovlar Arduino Uno mikrokontrolleri yordamida qayd etilib, natijalar o‘rtacha 2–5% xatolik bilan mos chiqdi. Ayniqsa, 30–50 sm oralig‘ida datchikning aniqligi yuqori bo‘lib, o‘lchovdagi og‘ish 2% dan oshmadi. Bu datchikning qisqa masofalarda samaradorligi yuqori ekanligini ko‘rsatadi.

Yorug‘lik sharoiti va o‘lchanayotgan sirtning fizik xususiyatlari o‘lchov natijalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatdi. Masalan, mat rangli va qoramtir sirtlarda natijalar aniqroq bo‘lgan bo‘lsa, yorqin yoki metall sirtlarda infraqizil nurning aks etish burchagi o‘zgarib, signal kuchining pasayishi kuzatildi. Bu holatlarda xatolik darajasi 5–6% gacha oshdi. Biroq, kalibrlash jarayoni orqali bu farq sezilarli kamaytirildi. Tajribalar shuni ko‘rsatdiki, harorat 25°C dan oshganda va namlik 60% dan yuqori bo‘lganda datchikning aniqligi biroz pasayadi, bu esa infraqizil nurning tarqalish zichligiga bog‘liq.

O‘lchovlar asosida ishlab chiqilgan empirik model infraqizil datchik chiqishidagi analog signal (volt) bilan haqiqiy masofa o‘rtasidagi teskari proporsional bog‘liqlikni aniq ko‘rsatdi. Masofa = k / Volt + b formulasi asosida o‘lchovlarni qayta ishlash natijasida har bir masofa diapazoni uchun optimallashtirilgan koeffitsientlar aniqlandi. Ushbu yondashuv datchikni O‘zbekistonning turli sohalarida, xususan, suv xo‘jaligi, robototexnika va aqlli monitoring tizimlarida qo‘llash imkonini kengaytiradi.

Suv xo‘jaligi sohasida, datchiklar suv sathini doimiy kuzatish, suv oqimining tezligini nazorat qilish va suv taqsimot tizimlarida avtomatlashtirilgan boshqaruv mexanizmlarini yaratishda samarali natijalar berdi. Infraqizil datchiklar yordamida suv sathi 95% aniqlikda aniqlanib, an’anaviy suyuqlik bosimiga asoslangan o‘lchov usullariga nisbatan 1,5 baravar tezroq ishlash kuzatildi.

Robototexnika va IoT (Internet of Things) tizimlarida esa infraqizil datchiklar to‘siqlarni aniqlash, avtonom harakat yo‘nalishlarini belgilash va xavfsizlik tizimlarida qo‘llanilishi bo‘yicha ijobiy natijalar ko‘rsatdi. Datchiklar tez javob berish xususiyatiga ega bo‘lib, har bir o‘lchov 50 millisekund ichida yangilanadi, bu esa real vaqtli monitoring uchun yetarli tezlikni ta’minlaydi.

Muhokama jarayonida aniqlanishicha, datchiklarning eng muhim afzalliklari — kam quvvat sarfi, yuqori sezgirlik, va oddiy konstruktsiya hisoblanadi. Shu bilan birga, ularning cheklovlari ham mavjud: masofa chegarasi 80 sm dan oshmaydi, kuchli tashqi yorug‘lik (masalan, quyosh nuri) ostida aniqlik pasayadi, va sirtlarning aks ettirish koeffitsienti o‘lchov xatoligiga ta’sir qiladi. Ushbu

ISSN 3030-3907

cheklovlarni kamaytirish uchun optik filtrli IR datchiklar, yorug‘lik kompensatsiyasi va AI asosidagi signal tahlil algoritmlarini qo‘llash tavsiya etiladi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, O‘zbekistonning iqlim sharoitlariga moslashtirilgan infraqizil datchik tizimlari ishlab chiqilishi istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi. Ayniqsa, quyosh nuri yuqori bo‘lgan hududlarda datchiklarni maxsus filtrlar va reflektorlar bilan jihozlash ularning aniqligini 3–4% ga oshiradi. Bundan tashqari, datchiklarni IoT platformalariga integratsiya qilish orqali real vaqt rejimida masofa, harorat va namlik kabi ko‘rsatkichlarni monitoring qilish imkoniyati paydo bo‘ladi.

Yakuniy tahlil shuni ko‘rsatadiki, infraqizil datchiklar qisqa masofalarda yuqori aniqlik, ishonchlilik va energiya tejamkorlik jihatidan eng maqbul texnologiyalardan biridir. Kelgusida bu texnologiyani AI va raqamli tarmoqlar bilan birlashtirish O‘zbekistonning suv xo‘jaligi, qishloq xo‘jaligi, va sanoat avtomatlashtirish sohalarida innovatsion yechimlar yaratish uchun muhim asos bo‘lib xizmat qiladi.

Haqiqiy masofa (sm)	O‘lchangan masofa (sm)	Xatolik (%)	Yorug‘lik sharoiti
10	10.4	4.0	Tabiiy yorug‘lik
30	29.2	2.7	Sun’iy yorug‘lik
50	49.1	1.8	Tabiiy yorug‘lik
80	78.5	1.9	Sun’iy yorug‘lik

Xulosa.

Tadqiqot natijalari infraqizil datchiklarning, xususan Sharp GP2Y0A21 modelining masofa o‘lchashdagi yuqori aniqligi, tejamkorligi va amaliy qo‘llanish imkoniyatlarini tasdiqladi. O‘lchovlar 10–80 sm diapazonda olib borilib, o‘rtacha xatolik 2–5% atrofida qayd etildi. Ushbu natija infraqizil datchiklarning qisqa masofalarda ishonchli va barqaror ishlashini ko‘rsatadi. Ayniqsa, 30–50 sm oralig‘idagi o‘lchovlarda aniqlikning yuqori darajada saqlanib qolishi texnologiyaning amaliy ahamiyatini oshiradi.

Infraqizil datchiklarning samaradorligi ularning fizik ish prinsipiga – ya’ni yorug‘lik nurlarining aks etish intensivligiga asoslanganligiga bog‘liq. Tajriba davomida aniqlanishicha, yorqin yoki silliq sirtlarda signal aks etish burchagining o‘zgarishi natijasida o‘lchov aniqligi pasayadi, ammo kalibrlash orqali bu xatolik sezilarli kamaytiriladi. Shuningdek, tashqi muhit omillari – harorat va namlikning o‘zgarishi ham natijalarga oz miqdorda ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, O‘zbekistonning turli iqlim sharoitlariga moslashtirilgan maxsus kalibrlash modellari ishlab chiqish zarur.

Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, infraqizil datchiklar suv xo‘jaligi, qishloq xo‘jaligi, robototexnika va IoT tizimlarida keng qo‘llanish salohiyatiga ega. Suv

ISSN 3030-3907

sathini aniqlash bo‘yicha o‘tkazilgan tajribalar natijasida 95% aniqlikka erishilgan bo‘lib, bu texnologiyani suv taqsimoti, suv omborlari monitoringi va suv resurslarini avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarida qo‘llash imkonini beradi. Shu bilan birga, datchiklarning energiya tejamkorligi va kichik o‘lchamliligi ularni avtonom robotlar, aqlli sug‘orish tizimlari va ekologik nazorat platformalarida ishlatish uchun qulay qiladi.

Biroq, texnologiya ba’zi cheklovlarga ega: yorug‘lik shovqini, masofa diapazonining cheklanganligi va sirt turiga sezgirlik. Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun optik filtrli IR datchiklar, AI yordamida signalni tozalash algoritmlari, hamda yorug‘lik kompensatsiyali modellarni tadqiq qilish tavsiya etiladi.

Yakuniy xulosa sifatida aytish mumkinki, infraqizil datchiklar O‘zbekiston sharoitida tejamkor, ishonchli va ekologik xavfsiz o‘lchov texnologiyasi sifatida katta imkoniyatlarga ega. Ularni raqamli boshqaruv tizimlariga, aqlli sensor tarmoqlariga va sun’iy intellekt asosidagi platformalarga integratsiya qilish orqali, masofa o‘lchash, suv sathi monitoringi va sanoat avtomatlashtirish sohalarida yuqori samaradorlikka erishish mumkin. Shu bois, ushbu texnologiyani mahalliy sharoitga moslashtirish va ilmiy asosda takomillashtirish istiqboldagi dolzarb yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

ADABIYOTLAR.

1. Brown, T., & Lee, J. (2021). *Infrared sensors for distance measurement in robotics. Journal of Robotics and Automation*, 14(2), 34–42.
2. Kim, H., Park, S., & Choi, Y. (2022). *IoT-based applications of infrared sensors. International Journal of Sensor Networks*, 16(3), 89–97.
3. To‘rayev, A. B., & Qodirov, F. R. (2023). *Suv xo‘jaligi tizimlarida infraqizil datchiklardan foydalanish. O‘zbekiston Texnika Jurnali*, 30(1), 56–63.
4. Karimov, A., & Abduraxmanov, E. (2024). *Infraqizil datchiklarni suv sathi monitoringida kalibrlash. Texnik Fanlar Axborotnomasi*, 12(4), 15–22.
5. Mirzayev, T. S., & Yusupov, A. (2022). *Infraqizil datchiklarning sanoatdagi qo‘llanilishi. O‘zbekiston Ilmiy-Texnik Jurnali*, 28(3), 22–29.
6. Zhang, Y., & Li, Q. (2023). *Advances in infrared sensor technology for environmental monitoring. Sensors*, 23(5), 3124.
7. Ergashev, B. M., & Rasulov, D. I. (2023). *Arduino asosida infraqizil masofa o‘lchash tizimlarini ishlab chiqish. Innovatsion Texnologiyalar Jurnali*, 7(2), 41–48.
8. Norboyeva, M. T., & Yo‘ldoshev, I. A. (2024). *Robototexnika tizimlarida infraqizil datchiklardan foydalanishning amaliy jihatlari. O‘zbekiston Muhandislik Akademiyasi Axborotnomasi*, 5(1), 77–84.

ISSN 3030-3907

9. Abduqodirov, S. B., & Xudoyberdiyev, N. R. (2024). *O‘zbekiston sharoitida IoT tizimlari uchun infraqizil texnologiyalarni moslashtirish. Axborot Texnologiyalari va Innovatsiyalar Jurnali*, 9(3), 18–26.

10. Ahmedov, J. K., & Qo‘chqorov, B. S. (2025). *Infraqizil datchiklar yordamida ekologik monitoring tizimlarini takomillashtirish. Yosh Tadqiqotchilar Ilmiy Jurnali*, 11(1), 52–60.

ISSN 3030-3907

XORIJIY MAMLAKATLARDA BO‘LAJAK MUHANDISLARNI INNOVATSION TAFAKKUR ASOSIDA TAYYORLASH TAJRIBALARI

Fatullayeva Sitora Ilhom qizi
Buxoro davlat texnika universiteti “Texnologik mashina va jihozlari” kafedrasi o‘qituvchi-stajori
E-mail: sitorafatullayeva5@gmail.com
Tel: +998 91 312 12 75

Annotatsiya: Mazkur maqolada xorijiy mamlakatlarda muhandislik ta’limida innovatsion tafakkurni shakllantirishga qaratilgan ta’lim tizimi, metodik yondashuvlar hamda o‘qitish texnologiyalari tahlil qilingan. Shuningdek, Germaniya, AQSh, Yaponiya va Janubiy Koreya tajribalari misolida bo‘lajak muhandislarni ijodiy-innovatsion fikrlash asosida tayyorlashning samarali yo‘llari ko‘rsatib o‘tilgan. Maqolada O‘zbekiston ta’lim tizimida ushbu tajribalarni amaliyotga tatbiq etish bo‘yicha takliflar berilgan.

Kalit so‘zlar: innovatsion tafakkur, muhandislik ta’limi, texnologik kompetensiya, kreativ fikrlash, raqamli muhit, STEM-ta’lim, muhandislik pedagogikasi.

Annotation: This article analyzes the education system, methodological approaches, and teaching technologies aimed at developing innovative thinking in engineering education in foreign countries. It also highlights effective ways of training future engineers based on creative and innovative thinking, using the experiences of Germany, the USA, Japan, and South Korea as examples. The article provides suggestions for implementing these practices in the educational system of Uzbekistan.

Keywords: innovative thinking, engineering education, technological competence, creative thinking, digital environment, STEM education, engineering pedagogy.

Аннотация: В данной статье проанализированы система образования, методические подходы и технологии обучения, направленные на формирование инновационного мышления в инженерном образовании зарубежных стран. Также приведены эффективные способы подготовки будущих инженеров на основе творческо-инновационного мышления на примере опыта Германии, США, Японии и Южной Кореи. В статье предложены рекомендации по внедрению данных практик в систему образования Узбекистана.

Ключевые слова: инновационное мышление, инженерное образование, технологическая компетенция, креативное мышление, цифровая среда, STEM-образование, инженерная педагогика.

Kirish.

Zamonaviy iqtisodiyotda texnologik taraqqiyot va raqamli transformatsiya jarayonlari muhandislik kasblarining mazmunini tubdan o‘zgartirmoqda. Shu bois,

ISSN 3030-3907

ko‘plab rivojlangan mamlakatlarda muhandislik ta’limi tizimi nafaqat nazariy bilim berishga, balki innovatsion tafakkur, ijodiy yondashuv va amaliy kompetensiyalarni rivojlantirishga yo‘naltirilgan. Bo‘lajak muhandislar nafaqat texnik muammolarni hal etuvchi mutaxassis, balki yangilik yaratuvchi, ilmiy-texnologik yangiliklarni ishlab chiqish va joriy etuvchi innovatorlar sifatida tayyorlanmoqda.

Metodologiya.

1. Germaniya tajribasi

Germaniya muhandislik ta’limi tizimida “Dual Education” modeli yetakchi o‘rin tutadi. Bu modelda o‘qish jarayoni ishlab chiqarish bilan uzviy bog‘langan bo‘lib, talabalar o‘quv vaqtining 50 foizini korxonalarda amaliyot o‘tashga sarflashadi. Bu yondashuv natijasida talabalar real muhandislik muammolarini hal etish, innovatsion g‘oyalarni sinovdan o‘tkazish va texnik tafakkurni rivojlantirish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Germaniyada, shuningdek, “Fraunhofer Gesellschaft” tarmog‘i orqali talabalar va tadqiqotchilar startaplar, texnoparklar, laboratoriyalar bilan integratsiyalashgan holda ishlaydi.

2. AQSh tajribasi

AQShda muhandislik ta’limi STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) konsepsiyasi asosida tashkil etilgan. Eng ilg‘or oliygohlar – MIT, Stanford, va Georgia Tech – da ta’lim jarayoni muammoga yo‘naltirilgan o‘qitish (Problem-Based Learning) va loyiha asosida o‘qitish (Project-Based Learning) texnologiyalariga asoslanadi. Bu yondashuv talabalarni tanqidiy fikrlash, jamoada ishlash, dizayn tafakkuri (design thinking) va raqamli vositalardan samarali foydalanishga o‘rgatadi. Natijada, bitiruvchilar nafaqat texnik bilimli, balki innovatsion qarorlar qabul qila oluvchi yetuk mutaxassislar bo‘lib shakllanadilar.

3. Yaponiya tajribasi

Yaponiyada muhandislik ta’limi “Kaizen” falsafasiga asoslanadi — ya’ni uzluksiz takomillashuv va ijodiy muammolarni hal qilish tamoyillariga tayanadi. Universitetlar sanoat bilan hamkorlikda “Research and Development” (R&D) laboratoriyalarini tashkil etgan bo‘lib, talabalar real ishlab chiqarish muammolarini o‘rganadi va ularni hal etish bo‘yicha yangi texnologiyalar ishlab chiqadi. Bu yondashuv intellektual tafakkur, mustaqil tahlil va muhandislik kreativligini rivojlantirishga xizmat qiladi.

4. Janubiy Koreya tajribasi

Janubiy Koreyada muhandislik ta’limi raqamli transformatsiya, sun’iy intellekt va robototexnika yo‘nalishlariga yo‘naltirilgan. “Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)” va “POSTECH” universitetlarida innovatsion laboratoriyalar, inkubatsion markazlar va startap platformalar faoliyat yuritadi. Talabalar o‘quv jarayonida o‘z startaplarini yaratish, ularni

ISSN 3030-3907

tijoratlashtirish hamda xalqaro texnologik tanlovlarda ishtirok etish imkoniga ega. Bu esa ularning tadbirkorlik tafakkuri va muhandislik kreativligini kuchaytiradi.

5. O‘zbekiston uchun tatbiq etish imkoniyatlari

Xorijiy tajribani tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, O‘zbekiston muhandislik ta’limida quyidagi yo‘nalishlarni kuchaytirish zarur:

1. Dual ta’lim modelini keng joriy etish (ishlab chiqarish bilan integratsiya);
2. STEM yondashuvini umumta’lim va oliy ta’limda keng qo‘llash;
3. Innovatsion laboratoriyalar va startap markazlarini universitetlar qoshida tashkil etish;
4. Raqamli muhandislik platformalarini o‘quv jarayoniga kiritish;
5. Talabalarda kritik va dizayn tafakkurini shakllantiruvchi interaktiv metodlarni joriy etish.

Bu yo‘nalishlar orqali bo‘lajak muhandislarni innovatsion tafakkurga ega, raqamli texnologiyalarni amalda qo‘llay oluvchi, kreativ qarorlar ishlab chiqishga qodir mutaxassislar sifatida tayyorlash mumkin.

Research. Tadqiqotning maqsadi – rivojlangan xorijiy davlatlarda muhandislik ta’limi jarayonida innovatsion tafakkurni shakllantirish mexanizmlarini aniqlash, ularning o‘quv tizimidagi samaradorligini o‘rganish hamda O‘zbekiston sharoitida tatbiq etish imkoniyatlarini tahlil qilishdan iborat.

Tadqiqotda solishtirma tahlil (comparative analysis), sistemali yondashuv, pedagogik tajriba umumlashtirish va kontent-tahlil metodlari qo‘llanildi. Manba sifatida Germaniya, AQSh, Yaponiya va Janubiy Koreya oliy texnika universitetlarining ta’lim dasturlari, xalqaro reytinglar (QS, Times Higher Education), shuningdek OECD va UNESCO hisobotlaridan foydalanildi.

2. Asosiy tadqiqot yo‘nalishlari

2.1. O‘quv dasturlarining innovatsion yo‘naltirilganligi

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, xorijiy oliy ta’lim muassasalarida muhandislik yo‘nalishlari o‘quv dasturlarining 35–45 foizi amaliy loyihalar, innovatsion laboratoriyalar va tadqiqot ishlariga bag‘ishlangan.

Masalan:

MIT (AQSh) da muhandislik dasturining 42% amaliy loyiha va startap faoliyatiga yo‘naltirilgan;

RWTH Aachen (Germaniya) da 38% fanlar ishlab chiqarish bilan integratsiyalashgan;

KAIST (Janubiy Koreya) da 40% kurslar sun’iy intellekt, robototexnika va raqamli tizimlar bilan bog‘langan.

Bu raqamlar O‘zbekiston muhandislik oliygohlaridagi o‘rtacha 15–18% amaliy ulush bilan solishtirilganda xorijiy ta’limda innovatsion kompetensiyalar

ISSN 3030-3907

ustuvorligini ko‘rsatadi.

Innovatsion tafakkurni rivojlantirishga yo‘naltirilgan metodlar

Tadqiqot jarayonida aniqlanishicha, ilg‘or xorijiy universitetlarda quyidagi metodlar eng samarali hisoblanadi:

№	Metod nomi	Qisqacha tavsif	Rivojlantiruvchi jihati
1	**Problem-Based Learning (PBL)**	Talabalarga real muhandislik muammolari beriladi, yechim topish jarayonida ijodiy fikrlash o‘stiriladi	Tanqidiy tafakkur, muammoli vaziyat tahlili
2	**Project-Based Learning (PJBL)**	Talabalar kichik guruhlarda loyiha ishlab chiqadilar va himoya qiladilar	Jamoada ishlash, texnik dizayn, startap tafakkuri
3	**Design Thinking**	Texnik muammolarni inson ehtiyojlari asosida tahlil qilishga o‘rgatadi	Kreativ va empatik yondashuv
4	**Digital Simulation**	3D-modellashtirish, VR-laboratoriyalar orqali o‘qitish	Raqamli tafakkur, amaliy ko‘nikmalar
5	**Industry Partnership**	Korxonalar bilan qo‘shma loyiha va stajirovkalar	Innovatsion jarayonni real tajribada o‘rganish

Bu metodlar innovatsion tafakkur, tahliliy fikrlash, hamkorlikda ishlash va qaror qabul qilish kompetensiyalarini rivojlantiradi.

Analisys. Innovatsion infratuzilma va ta’lim muhiti. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, ilg‘or xorijiy universitetlar muhandislik ta’limi uchun innovatsion infratuzilmani shakllantirishga alohida e’tibor qaratadi.

Masalan:

- Stanford Universityda 25 ta startap inkubatori va 15 ta muhandislik laboratoriyasi mavjud;
- Tokyo Institute of Technologyda talabalar uchun “Creative Engineering Center” faoliyat yuritadi;
- Fraunhofer Institute (Germaniya)da 72 ta ilmiy-tadqiqot markazlari talabalar ishtirokida ishlaydi.

Bu markazlarda o‘qish jarayoni ishlab chiqarish bilan integratsiyalashgan bo‘lib, har bir talabaga innovatsion loyiha yaratish uchun real muhit yaratilgan.

3. Tadqiqot natijalari tahlili

O‘tkazilgan tahlil asosida quyidagi asosiy natijalar olindi:

1. Xorijiy oliy o‘quv yurtlarida muhandislik ta’limi amaliyot va innovatsion muhitga asoslangan;
2. Innovatsion tafakkur rivojlanishining asosi - talabalarning mustaqil tahlil qilish,

ISSN 3030-3907

yangilik yaratish va tajriba sinovdan o‘tkazish imkoniyatiga egaligidir;

3. Rivojlangan mamlakatlarda muhandislik ta’limining multidistsiplinar integratsiyasi (mashinasozlik + IT + menejment) yuqori darajada;

4. O‘zbekiston oliy ta’limida esa hali innovatsion laboratoriyalar, startap inkubatorlar va amaliy muhitlar soni yetarli emas.

4. Taklif va tavsiyalar

O‘zbekiston ta’lim tizimida xorijiy tajribalarni tatbiq etish uchun quyidagi yo‘nalishlar taklif qilinadi:

- Muhandislik fakultetlarida “Innovatsion tafakkur va dizayn fikrlash” fanini joriy etish;
- Har bir oliygohda startap va texnopark markazlarini tashkil etish;
- Talabalarning ishlab chiqarishdagi amaliy loyihalarda ishtirokini majburiy kredit tizimiga kiritish;
- O‘qituvchilar uchun innovatsion pedagogika va raqamli texnologiyalar bo‘yicha malaka oshirish dasturlarini yo‘lga qo‘yish;
- Talabalarda multidistsiplinar tafakkurni shakllantirish uchun IT, menejment va kommunikatsiya fanlarini integratsiyalash.

5. Umumiy ilmiy xulosa

Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, xorijiy mamlakatlarda muhandislarni tayyorlash jarayonida innovatsion tafakkur - bu nafaqat o‘quv natijasi, balki ta’lim jarayonining asosiy falsafasi sifatida qaraladi. Bo‘lajak muhandislarni ijodkor, tashabbuskor, ilmiy-texnik yangiliklarni tatbiq etuvchi shaxs sifatida shakllantirish - har bir zamonaviy oliy ta’lim tizimining ustuvor vazifasidir.

Tadqiqot natijalari xorijiy mamlakatlarda muhandislik ta’limi tizimining asosiy o‘ziga xos jihati - innovatsion tafakkurga yo‘naltirilgan pedagogik muhit yaratishga qaratilganini ko‘rsatdi. Germaniya, AQSh, Yaponiya va Janubiy Koreya tajribalarida ta’lim jarayoni nafaqat texnik bilimlarni o‘zlashtirish, balki ijodiy muammolarni hal qilish, yangi texnologiyalarni loyihalash va startap faoliyatini rivojlantirishga qaratilgan.

1. Innovatsion tafakkur - muhandislik ta’limining markaziy kompetensiyasi

Xorijiy oliygohlar tajribasidan ma’lum bo‘lishicha, innovatsion tafakkur talabaning kasbiy kompetensiyalar tizimida markaziy o‘rin tutadi. Ya’ni, zamonaviy muhandis uchun faqat nazariy bilimlar emas, balki muammoga kreativ yondashuv, tahliliy fikrlash, texnologik echim yaratish qobiliyati muhim hisoblanadi.

Masalan, Stanford University muhandislik fakultetida “Design Thinking” yondashuvi asosida o‘qitish talabalarda empatiya, ijodkorlik va tahliliy tafakkurni uyg‘unlashtirishga xizmat qilsa, MITda “Maker Culture” konsepsiyasi orqali talabalar o‘z g‘oyalarini real mahsulotga aylantirish imkoniga ega bo‘ladilar.

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston muhandislik ta’limida esa bu kompetensiyalar hali to‘liq shakllanmagan — o‘qitish asosan nazariy yo‘nalishda kechadi. Shu sababli, ta’lim jarayonini innovatsion tafakkurga asoslangan muhitga aylantirish zarur.

2. Ta’lim jarayonida integratsiya va hamkorlik muhim omil sifatida

Tahlil natijalariga ko‘ra, xorijiy mamlakatlarda muhandislik ta’limining samaradorligi ta’lim–ilm–ishlab chiqarish integratsiyasi orqali ta’minlanadi. Talabalar o‘qish davridayoq ishlab chiqarish korxonalarida yoki ilmiy markazlarda loyiha asosida ishlaydi.

Germaniyaning “Dual Education” tizimi bunga yaqqol misoldir — talaba nazariy bilimni universitetda oladi, amaliyotini esa korxonada o‘taydi. Bu jarayon orqali u o‘z bilimini real vaziyatda sinovdan o‘tkazadi, innovatsion fikrlashni amaliyotda mustahkamlaydi.

O‘zbekiston ta’lim tizimida esa bunday universitet–korxona integratsiyasi hali yetarlicha rivojlanmagan. Shunga ko‘ra, innovatsion tafakkurga asoslangan muhandislik tayyorlovini kuchaytirish uchun ishlab chiqarish bilan hamkorlik mexanizmlarini kengaytirish lozim.

3. Innovatsion muhit va raqamli texnologiyalar roli

Xorijiy oliygohlarda innovatsion tafakkurni shakllantirish uchun raqamli texnologiyalar, simulyatsiya tizimlari, virtual laboratoriyalar keng qo‘llaniladi. Bu vositalar yordamida talabalar murakkab texnologik jarayonlarni virtual muhitda modellashtirish imkoniga ega bo‘ladi.

Masalan, KAIST universitetida “Digital Twin Laboratory” platformasi orqali talabalar real ishlab chiqarish jarayonining raqamli nusxasi ustida ishlaydi. Bunday tajribalar muhandislik tafakkurini sezilarli darajada rivojlantiradi.

O‘zbekiston universitetlarida raqamli laboratoriyalar sonini ko‘paytirish, “VR/AR texnologiyalarini” o‘quv jarayoniga integratsiyalash — bu yo‘nalishda muhim qadam bo‘la oladi.

4. Innovatsion pedagogika va o‘qituvchilarning yangi roli

Tadqiqotda aniqlanishicha, xorijda o‘qituvchi endilikda bilim beruvchi emas, balki yo‘naltiruvchi va hamkor sifatida faoliyat yuritadi. U talabaning mustaqil fikrlash jarayonini boshqaradi, g‘oyalarni shakllantirish va amaliy tatbiq etishda ko‘maklashadi. Bu model “facilitator” deb ataladi — ya’ni o‘qituvchi ta’lim jarayonini ijodiy muhitda boshqaruvchi mentor sifatida ishlaydi.

O‘zbekiston sharoitida esa o‘qituvchilarni innovatsion pedagogik yondashuvlarga tayyorlash, ularni innovatsion metodlar (PBL, Design Thinking, Project Work) bo‘yicha muntazam malaka oshirishga jalb etish muhim hisoblanadi.

5. O‘zbekiston ta’lim tizimi uchun ilmiy-amaliy xulosalar

Tadqiqot natijalarining tahlili va xorijiy tajribalar bilan solishtirish asosida quyidagi ilmiy xulosalar ishlab chiqildi:

ISSN 3030-3907

1. Bo‘lajak muhandislarni tayyorlashda innovatsion tafakkurga asoslangan kompetensiyalar modeli ishlab chiqilishi zarur;
2. Universitetlarda innovatsion markazlar, laboratoriyalar, startap-inkubatorlar faoliyatini kuchaytirish lozim;
3. Raqamli transformatsiya ta’lim jarayonining ajralmas qismiga aylanishi kerak;
4. O‘qituvchilarning innovatsion-pedagogik salohiyatini oshirish uchun muntazam o‘quv-trening dasturlari joriy etilishi lozim;
5. Talabalarning ijodiy tafakkurini baholash uchun yangi mezonlar (loyiha, startap, amaliy natijalar) ishlab chiqilishi lozim.
6. Ilmiy munozaralarning umumiy natijasi

Umuman olganda, muhandislik ta’limida innovatsion tafakkurni rivojlantirishga qaratilgan xorijiy tajribalar shuni ko‘rsatadiki, ta’lim tizimi o‘zgarishi uchun faqat dasturiy islohot emas, balki madaniy–fikriy yondashuv ham yangilanishi zarur. Innovatsion tafakkur — bu nafaqat bilim yoki metod, balki fikrlash falsafasi, yangilik yaratishga intilish madaniyatidir.

Shunday ekan, O‘zbekiston oliy ta’lim tizimida muhandislik yo‘nalishlarida ijodkorlik, texnologik tafakkur va tadbirkorlik ruhini uyg‘unlashtirgan yangi modelni joriy etish dolzarb masaladir.

Xorijiy mamlakatlar tajribasi shuni ko‘rsatadiki, muhandislik ta’limida innovatsion tafakkurni rivojlantirish – bu milliy innovatsion tizimning asosiy tarkibiy qismidir. Bo‘lajak muhandislar uchun faqat nazariy bilim emas, balki ijodkorlik, tanqidiy tafakkur va amaliy yechim topish qobiliyatlarini shakllantirish muhim ahamiyat kasb etadi. O‘zbekiston oliy ta’lim muassasalari xorijiy ilg‘or tajribalardan foydalanib, muhandislik-ta’lim tizimini innovatsion, kompetensiyaga yo‘naltirilgan va amaliyotga asoslangan modelga o‘tkazish orqali milliy kadrlar salohiyatini sezilarli darajada oshirishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. OECD. *The Future of Education and Skills: Education 2030*. Paris, 2020.
2. UNESCO. *Engineering for Sustainable Development: Delivering on the Sustainable Development Goals*. 2021.
3. German Federal Ministry of Education and Research (BMBF). *Dual Training System in Germany*. Berlin, 2022.
4. Stanford University. *Design Thinking in Engineering Education*. 2023.
5. KAIST Innovation Center Reports, Seoul, 2022.
6. M. Xolmurodov. “Oliy ta’limda muhandislik kompetensiyalarini rivojlantirishda innovatsion yondashuvlar”. *Ta’lim va Innovatsiya* jurnali, 2024.

ISSN 3030-3907

INNOVATSION YONDASHUVLAR ASOSIDA XUSUSIY TIBBIYOT MUASSASALARI INFRATUZILMA FAOLIYATINI YAXSHILASH OMILLARI

Qobulov Ozodbek O‘ktamboy o‘g‘li
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat Universiteti Ijtimoiy-Iqtisodiy fanlar fakulteti “Iqtisodiyot” kafedrasi dotsenti
Email: qozod5500@gamil.com
Tel:+998 93 922 55 00

Annotatsiya. Ushbu maqolada innovatsion yondashuvlar asosida xususiy tibbiyot muassasalari infratuzilma faoliyatini yaxshilash masalalari va omillari yoritilgan.
Kalit so‘zlar. Tibbiyot, tibbiyot muassasasi, infratuzilma, omil, tashqi omil, muhit.
Аннотация. В статье рассматриваются проблемы и факторы совершенствования инфраструктуры частных медицинских учреждений на основе инновационных подходов.
Ключевые слова: Медицина, лечебное учреждение, инфраструктура, фактор, внешний фактор, окружающая среда.
Abstract. This article examines the challenges and factors involved in improving the infrastructure of private medical institutions using innovative approaches.
Keywords: Medicine, medical institution, infrastructure, factor, external factor, environment.

Kirish.

Innovatsion iqtisodiyotni shakllantirish sharoitida xususiy tibbiyot muassasalari har bir hududda faoliyat olib boradi. Bu borada uning iqtisodiy faoliyatiga turli omillar ta’sir qiladi. Ushbu omillar xususiy tibbiyot muassasalari infratuzilma faoliyatini yaxshilash uchun tashqi muhit omillari sifatida alohida ajratilib, uning tarkibi uzoq va yaqin muhit omillariga ajratiladi. “Yaqin” muhit omillari tarkibiga mijozlar, yetkazib beruvchilar, raqobatchilar, davlat tomonidan tartibga solish, kasaba uyushmalari, savdo uyushmalari va boshqalar kirib, ular bevosita xususiy tibbiyot muassasasi faoliyatiga ta’sir qiladi. Ushbu omillar xususiy tibbiyot muassasalari ish samaradorligini oshiradi yoki kamaytiradi, shuningdek o‘z maqsadlariga erishishni yaqinlashtiradi yoki uzoqlashtiradi. Bu borada xususiy tibbiyot muassasasi tashqi muhitining ushbu qismi bilan faol hamkorlik qiladi va menejerlar esa ularni qulay yo‘nalishda o‘zgartirish maqsadida uning parametrlariga ta’sir qilib, yaqin joyni boshqarishga harakat qiladilar [1].

“Uzoq” muhit omillari - xususiy tibbiyot muassasasi faoliyatiga ta’sir qilishi mumkin bo‘lgan omillar to‘g‘ridan-to‘g‘ri emas, ya’ni bilvosita hisobga olinadi. Makroiqtisodiy omillar, qonunchilik talablari, davlat yoki mintaqaviy siyosatdagi o‘zgarishlar, ijtimoiy va madaniy xususiyatlar shular qatoriga kiradi. Menejerlar

ISSN 3030-3907

uzoq muhit parametrlarini boshqara olmaydi. Ammo, ularning o‘zgarishi tendensiyalarini kuzatishi va ularni rejalarida hisobga olishi kerak.

ADABIYOTLAR TAHLILI. angi moliyalashtirish sharoitida sog‘liqni saqlash tizimi sog‘liqni saqlash tashkilotlarining raqobatbardoshligini oshirish jarayonida bir qator dolzarb muammolarga duch kelmoqda. Ilmiy manbalarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, tibbiyot muassasalarining raqobatbardoshligini baholash bo‘yicha yagona metodologik yondashuv hali shakllanmagan. Taklif etilgan ko‘plab usullar sog‘liqni saqlash tizimining o‘ziga xos xususiyatlarini, xizmatlarning ijtimoiy ahamiyatini va tibbiyot tashkilotining faoliyat doirasidagi murakkabliklarni to‘laqonli hisobga olmaydi. Xususan, raqobatni baholashning umumiy iqtisodiy modellariga tayanish tibbiyot xizmatlariga xos risklar, inson kapitalining ustuvorligi, texnologik murakkablik hamda xizmat sifati kabi ko‘rsatkichlarni aks ettira olmaydi. Ko‘pgina xorijiy tadqiqotlarda raqobatning baholanishi uchun DEA, SFA, KPI, “Balanced Scorecard”, Porterning “beshta kuch” modeli kabi metodlar qo‘llangan bo‘lsa-da, ularning sog‘liqni saqlash faoliyatiga to‘liq mos kelmasligi ta’kidlanadi. Shu bilan birga, sog‘liqni saqlash tizimida moliyalashtirish mexanizmlarining o‘zgarishi (DRG, kapitasiya, aralash to‘lov tizimlari) tibbiyot muassasalarining boshqaruv strategiyalari, xizmatlar sifati va resurslardan foydalanish samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatishi ilmiy adabiyotlarda keng o‘rganilgan. Biroq amaldagi tahliliy yondashuvlarning aksariyati iqtisodiy, tashkiliy va tibbiy mezonlarning integratsiyalashgan bahosini bera olmaydi. Mazkur holat sog‘liqni saqlash tashkilotlari raqobatbardoshligini baholashda kompleks yondashuv, ya’ni xizmat sifati, texnologik rivojlanish, kadrlar salohiyati, moliyaviy barqarorlik va boshqaruv samaradorligini birlashtirgan metodologiyani ishlab chiqish zarurligini ko‘rsatadi. Adabiyotlar sharhi tibbiyot muassasalari faoliyatini baholash uchun sektorning o‘ziga xos xususiyatlariga moslashtirilgan, tizimli va integratsiyalashgan baholash mezonlari yetarli darajada shakllanmaganini tasdiqlaydi. (Gaynor M, 2006; Marjolein Dieleman, Barend Gerretsen, Gert Janvander Wilt, 2009; Christodoulou M, 2016).

Zamonaviy sog‘liqni saqlash tizimi texnologik rivojlanish, farmatsevtika bozorining kengayishi va aholining xizmat sifati haqidagi talablarining ortib borishi bilan xarakterlanadi. Shu bilan birga, ko‘plab mamlakatlar kabi O‘zbekiston ham tibbiyot muassasalarining raqobatbardoshligini oshirishda bir qator tizimli muammolarga duch kelmoqda. (Raximbekova A.E., Seititkaziyeva A.M., 2014; Gertsik Yu.G. 2017).Oxirgi o‘n yillikda sog‘liqni saqlash tizimi texnologiyalarning keskin rivojlanishi, diagnostika va davolash usullarining modernizatsiyasi, farmatsevtika bozorining kengayishi hamda aholining sifatli tibbiy xizmatga bo‘lgan talabi ortib borishi bilan tavsiflanadi. Bu jarayon sog‘liqni saqlash tashkilotlari raqobatbardoshligini oshirish uchun boshqaruvning yangi

ISSN 3030-3907

tamoyillarini, xizmatlar sifatini baholashning zamonaviy metodlarini joriy etish zaruratini kuchaytirmoqda.

O‘zbekiston sog‘liqni saqlash tizimida ham raqobatbardoshlikni oshirish, tibbiy xizmatlar sifatini yaxshilash va boshqaruv samaradorligini ko‘tarish bo‘yicha tizimli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda (Raximbekova, Seititkaziyeva, 2014). Gertsik (2017) tibbiyot muassasalarining samarali ishlashi uchun infratuzilmani modernizatsiya qilish, innovatsion texnologiyalarni joriy etish va moliyalashtirish mexanizmlarini diversifikatsiya qilish zarurligini ta’kidlaydi.

Shunday qilib, mavjud ilmiy manbalar sog‘liqni saqlash tizimida raqobatbardoshlikni oshirish ko‘p omilli va murakkab jarayon ekanini, uni baholashda iqtisodiy, tashkiliy, ijtimoiy va innovatsion ko‘rsatkichlarning kompleks yondashuv asosida tahlil qilinishi zarurligini ko‘rsatadi. Biroq ilmiy adabiyotlarda sog‘liqni saqlash tashkilotlari raqobatbardoshligini baholashning yagona model va metodlari yetarlicha ishlab chiqilmagan bo‘lib, bu yo‘nalishda qo‘shimcha ilmiy tadqiqotlarga ehtiyoj mavjud.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Xususiy tibbiyot muassasasi faoliyatiga ta’sir qiluvchi uzoq muhit omillari an’anaviy ravishda ijtimoiy-madaniy, texnologik, iqtisodiy va siyosiy-huquqiy kabi turlarga bo‘linadi. Xususiy tibbiyot muassasalari faoliyatiga bilvosita ta’sir ko‘rsatadigan ijtimoiy-madaniy omillar orasida quyidagi omillarni alohida ajratib ko‘rsatish lozim:

- turmush darajasi (u qanchalik baland bo‘lsa, muassasada xizmat ko‘rsatish sifatiga qo‘yiladigan talablar yuqori bo‘ladi);
- jamiyatdagi asosiy qadriyatlar: sog‘lom turmush tarzini targ‘ib qilish va boshqalar;
- demografik jarayonlar (aholi sonining ko‘payishi xususiy tibbiyotga bo‘lgan talabni oshiradi);
- xususiy tibbiyot tashkiloti faoliyati uchun texnologik omillar: yangi texnologiyalar va zamonaviy uskunalar.

Tashqi muhit bilan o‘zaro aloqada bo‘lgan xususiy tibbiyot muassasalarining vazifasi narx, sifat va vaqt jihatidan yaxshi zarur resurslar bilan ta’minlaydigan yetkazib beruvchilarni tanlash hisoblanadi [2]. Bu holatda yetkazib beruvchilar bilan o‘zaro munosabatlarni tahlil qilish muhim ahamiyat kasb etadi. Hamda xususiy tibbiy muassasalari uchun import resurslarini qabul qilib olish masalalari dolzarb masala hisoblanadi.

Sifatli tibbiy xizmat ko‘rsatish uchun xususiy tibbiyot muassasalari o‘z infratuzilmalari tarkibini takomillashtirish lozim. Bu esa xilma xil tibbiyot muassasalarining samarali faoliyat yuritishi bilan belgilanadi. Shundan kelib chiqib, xususiy tibbiyot muassasalarining faoliyat ko‘rsatishi infratuzilma

ISSN 3030-3907

tarmoqlariga bog‘liq bo‘ladi. Ularning tarkibiga raqobatga asoslangan boshqa tibbiyot muassasalari va shifoxonalardagi ba’zi holatlar ta’sir ko‘rsatadi (1-jadval).

1-jadval

2024 yil holatiga ko‘ra Xorazm viloyatidagi tibbiyot muassasalari infratuzilmalari tarkibi [4]

№	Shahar va tumanlar nomi	Tibbiyot muassasalari *(davlat, hususiy, DXShlar)*					
		Jami soni	Shundan				
			Davlat	DXSh	Xususiy	koyka soni	qatnov soni
1	Urganch shahar	178	8	1	169	783	749 290
2	Xiva shahar	42	5	0	37	291	270537
3	Bog‘ot tumani	38	15	0	23	441	547231
4	Gurlan tumani	49	13	0	36	519	511713
5	Qo‘shko‘pir tumani	43	16	0	27	486	625057
6	Urganch tumani	58	14	2	42	536	785396
7	Xazorasp tumani	49	16	0	33	439	1024311
8	Tuproqqal’a tumani	15	7	0	8	143	217822
9	Xonqa tumani	47	14	0	33	480	801272
10	Xiva tumani	30	14	0	16	540	679 761
11	Shovot tumani	45	14	0	31	483	620292
12	Yangiariq tumani	35	12	1	22	253	323001
13	Yangibozor tumani	24	10	0	14	262	243309
	Viloyat bo‘yicha	**686**	**191**	**4**	**491**	**8599**	**7823369**

Mazkur 1-jadvalga asosan, Xorazm viloyati bo‘yicha jami 686 ta tibbiyot muassasasi faoliyat ko‘rsatadi. Ulardan 191 tasi davlat muassasalari, 4 tasi davlat xususiy sheriklikka asoslangan muassasalar, 491 tasi xususiy tibbiyot muassasalarini tashkil etadi. Jami koykalar soni esa 8599 tani, qatnovlar soni esa 7823369 tani tashkil etadi. Bundan ko’rinadiki, Xorazm viloyatida sog‘liqni saqlash tizimi so‘nggi yillarda texnologik jihozlash, dori vositalari ta’minoti va zamonaviy diagnostika uskunalarining joriy etilishi hisobiga rivojlanmoqda. Biroq aholining xizmat sifati bo‘yicha talablarining ortishi, bozor tamoyillariga mos

ISSN 3030-3907

boshqaruvning yetarli darajada shakllanmaganligi hamda tibbiy resurslar taqsimotidagi nomutanosiblik tibbiyot muassasalarining raqobatbardoshligini oshirishda muammolarni yuzaga keltirmoqda. Shuning uchun Xorazm viloyati sog‘liqni saqlash tizimida xizmat sifati, boshqaruv samaradorligi va innovatsion texnologiyalarni qo‘llash bo‘yicha kompleks yondashuv zarur.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Shular bilan birgalikda, innovatsion yondashuvlar asosida xususiy tibbiyot muassasalari infratuzilmasi faoliyatini rivojlantirish va ko‘rsatiladigan tibbiy xizmatlar sifatini oshirish mumkin. Zamonaviy texnologiyalarni joriy etish, xizmat ko‘rsatish jarayonlarini raqamlashtirish hamda boshqaruv samaradorligini kuchaytirish infratuzilmaning barqaror ishlashiga xizmat qiladi. Bunda viloyat miqyosida ko‘rsatilayotgan xizmatlar hajmi va o‘sish sur’atlari, shuningdek, tibbiyot sektorining umumiy iqtisodiy dinamikadagi ulushi muhim ko‘rsatkich sifatida namoyon bo‘ladi (2-jadval).

2-jadval

Iqtisodiy faoliyatning asosiy turlari bo‘yicha ko‘rsatilgan xizmatlar hajmi va o‘sish sur’ati haqida ma’lumot (oldingi yilga nisbatan, % da) [6]

Xizmat turlari	2011 y.	2013 y.	2015 y.	2017 y.	2019 y.	2021 y.	2023 y.
Xizmatlar – jami, mlrd. so‘m	**1066,0**	**1788,0**	**2548,6**	**3645,5**	**5763,3**	**8348,1**	**13254,7**
tibbiyot sohasidagi xizmatlar, mlrd. so‘m	9,5	20,5	33,1	62,1	103,6	171,2	271,9
Xizmatlar – jami, foizda	**124,6**	**121,8**	**115,4**	**108,2**	**113,4**	**118,9**	**114,5**
tibbiyot sohasidagi xizmatlar, foizda	128,9	140,5	113,9	120,4	114,3	130,3	112,2

Mazkur 2-jadvalga asosan, Xorazm viloyati bo‘yicha jami tibbiy xizmatlar ko‘rsatish hajmi 2011 yilda 9,5 mlrd. so‘mni tashkil etgan bo‘lsa-da, 2023 yilga kelib esa, ushbu ko‘rsatkich qiymati 271,9 mlrd. so‘mga teng bo‘lgan. Shuningdek, ushbu tibbiyot sohasidagi xizmatlarning ulushi mos ravishda ushbu yillar uchun 128,9 vva 112,2 foizlarni tashkil etib, 16,7 foizga kamaygan.

Tahlillar shuni anglatadiki, xususiy tibbiyot muassasalari faoliyatining samaradorligi, avvalo, ularning mijozi bo‘lgan aholining ehtiyoj va kutgan natijalariga bog‘liq. Shu nuqtayi nazardan iste’molchilarning tibbiy xizmatlarni tanlashiga ta’sir etuvchi omillarni tizimli o‘rganish va ular asosida boshqaruv qarorlarini shakllantirish zarur. Bu borada iste’molchilarning xohish-istaklariga

ISSN 3030-3907

ta’sir qiluvchi omillar ahamiyatlilik darajasiga ko‘ra quyidagi uch guruhga ajratishni taklif etamiz:

1. Birinchi guruh eng muhim yoki muhim quyidagi afzalliklarni o‘z ichiga oladi:

- shifokorlarni kasbiy mahorati;
- zamonaviy uskunalar;
- davolashning kafolatlangan natijasi;
- tezkor xizmat ko‘rsatish;
- xodimlarning do‘stona munosabati.

2. Ikkinchi guruh mijozlarga ma’qul bo‘lgan quyidagi afzalliklardan iborat bo‘ladi:

- shifokor bilan aloqa qilishning optimal vaqti;
- xizmatlarni qulay vaqtda olish;
- davolashning ochiqligi;
- ixtisoslashgan shifokorlar bilan uchrashuvni kutishsiz bajarilishi.

3. Uchinchi guruh eng kam muhim bo‘lgan quyidagi afzalliklarni o‘z ichiga oladi:

- ro‘yxatga olish bo‘limining aniq soatlari;
- tibbiyot sohasi laboratoriyalari;
- qulay interer va dizayn.

Ushbu natijalar shuni ko‘rsatadiki, Xorazm viloyati sog‘liqni saqlash tizimida xususiy tibbiyot muassasalari raqobatbardoshligini oshirish uchun xizmatlar sifatini yaxshilash, innovatsion yechimlarni joriy etish, bemorlar ehtiyojiga moslashgan xizmat paketlarini taklif qilish va boshqaruvni optimallashtirish muhim omillardan hisoblanadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Xulosa shuki, sog‘liqni saqlash infratuzilmasining rivojlanish darajasi, aholining umumiy salomatlik madaniyati va sog‘liqni saqlash tizimiga bo‘lgan ishonchi tibbiy xizmatlar samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ichki (demografik, ijtimoiy-iqtisodiy) hamda tashqi (global pandemiyalar, innovatsion texnologiyalar, xalqaro standartlar) omillarning ta’sirini kompleks boshqarish orqali sog‘liqni saqlash tizimida yuqori natijalarga erishish mumkin. Bugungi kunda aholiga sifatli, adolatli va hamyonbop tibbiy xizmatlarni ko‘rsatishni ta’minlash maqsadida universal tibbiy qamrov tizimiga bosqichma-bosqich o‘tish jarayoni amalga oshirilmoqda. Yuqorida keltirilgan fikrlarni hisobg olib quyidagi takliflarni beramiz:

Sog‘liqni saqlash infratuzilmasini modernizatsiya qilish: tibbiyot muassasalarini zamonaviy texnologiyalar bilan jihozlash, raqamli xizmatlarni kengaytirish va shoshilinch tibbiy yordam tizimini takomillashtirish;

ISSN 3030-3907

Universal tibbiy qamrovni kengaytirish bo‘yicha milliy strategiyani kuchaytirish: barcha toifadagi aholining teng va arzon tibbiy xizmatlardan foydalanish imkonini kafolatlaydigan huquqiy-me’yoriy bazani mustahkamlash;

Kadrlar salohiyatini oshirish: shifokorlar va tibbiyot xodimlari uchun doimiy malaka oshirish dasturlarini yo‘lga qo‘yish, malaka darajasiga qarab rag‘batlantirish tizimini takomillashtirish;

Narxlar va xizmat sifatida shaffoflikni ta’minlash: tibbiyot muassasalarida xizmat narxlari ochiqligini kuchaytirish, bemorlar uchun qiyosiy baholash tizimini joriy etish;

Profilaktik tibbiyotga e’tiborni kuchaytirish: aholining salomatlik madaniyatini oshirish, erta diagnostika va sog‘lom turmush tarzi bo‘yicha keng ko‘lamli axborot-targ‘ibot ishlarini yo‘lga qo‘yish;

Davlat-xususiy sheriklikni kengaytirish: xususiy tibbiyot muassasalari uchun soliq imtiyozlari va investitsion qo‘llab-quvvatlash mexanizmlarini kuchaytirish orqali xizmatlar tarmog‘ini kengaytirish;

Samaradorlik monitoringini kuchaytirish: sog‘liqni saqlash tizimidagi barcha jarayonlarni ekonometrik tahlil asosida baholash, xizmat sifati ko‘rsatkichlarini muntazam o‘lchab borish.

Ushbu jarayonning muvaffaqiyati, avvalo, tibbiyot muassasalarida mavjud moddiy-texnik baza, kadrlar salohiyati va boshqaruv mexanizmlarining takomillashuviga bog‘liq. Shuningdek, aholining sog‘liqni saqlash tizimi xizmatlaridan foydalanishi, narxlarning maqbulligi va xizmat sifati bo‘yicha shaffoflikni ta’minlash ham tizim samaradorligini oshiruvchi muhim omillardir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Зуб А.Т. Стратегический менеджмент. - М.: Юрайт, 2014. - 415 с.
2. Велиева А.Д. Влияние факторов внешней среды на деятельность частной медицинской организatsii. / А.Д.Велиева. Текст: непосредственный // Молодой ученый, 2015, №13 (93). - с. 366-368. URL: https://moluch.ru/archive/93/20048/ (дата обращения: 02.07.2024).
3. Биннер Х. Управление организациями и производством: От функционального менеджмента к процессному. / Пер. с нем. - М.: Альпина Паблишерз, 2010. - 282 с.
4. https://xorazmstat.uz/uz/nashrlar/press-relizlar
5. Xorazm viloyati Sog‘liqni saqlash boshqarmasi ma’lumotlari.
6. https://xorazmstat.uz/uz/rasmiy-statistika/services-2

ISSN 3030-3907